

## Especificação e validação de requisitos funcionais para a Ontologia Pinakes no domínio bibliográfico

Ana Carolina Simionato Arakaki<sup>1</sup>, Bruno Carlos da Cunha Costa<sup>2</sup>, Dayane Onaga Ferreira Machadoaki<sup>3</sup>, Ana Carolina Novaes de Mendonça<sup>4</sup>, Greicy Kely Carla dos Santos<sup>5</sup>, Gabriel Moraes de Oliveira<sup>6</sup>

*Resumo:* Este artigo apresenta o processo de especificação e validação dos requisitos funcionais da Ontologia Pinakes, desenvolvida para integrar os serviços bibliográficos do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict), incluindo o Catálogo Coletivo Nacional (CCN), a Rede Bibliodata e o Comut. O estudo adota uma abordagem qualitativa baseada na Metodologia NeOn, com a formulação de questões de competência derivadas das tarefas do usuário definidas no IFLA Library Reference Model (LRM). A pesquisa inclui uma revisão sistemática da literatura que revelou a escassez de estudos que abordem de forma aprofundada a especificação e validação de requisitos ontológicos, especialmente no campo da Biblioteconomia e Ciência da Informação. Os requisitos foram validados com base em critérios consolidados da Engenharia de Requisitos de Software, incluindo corretude, completude, consistência, verificabilidade, clareza, ausência de ambiguidade, concisão, rastreabilidade, modificabilidade e realismo, assegurando rigor metodológico ao Documento de Especificação de Requisitos de Ontologia (ORSO). Os resultados demonstram que a Ontologia Pinakes fornece uma base estruturada para a padronização e a interoperabilidade semântica dos serviços bibliográficos, contribuindo para a modernização dos sistemas de informação e para o reuso e a integração de dados bibliográficos em ambientes digitais. O estudo oferece um referencial teórico e metodológico aplicável ao desenvolvimento e à integração de ontologias em contextos institucionais.

<sup>1</sup> Universidade de Brasília (UnB), Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict) e Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

E-mail: ana.arakaki@unb.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0140-9110>.

<sup>2</sup> Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ)

E-mail: brunocosta@ibict.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9655-8698>

<sup>3</sup> Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

E-mail: onagadayane@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5772-418X>

<sup>4</sup> Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

E-mail: mnovaesana@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0285-9932>

<sup>5</sup> Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict)

E-mail: greicysantos@ibict.br. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3604-4298>

<sup>6</sup> Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict)

E-mail: gabrieloliveira@ibict.br. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4454-2340>

*Palavras-chave:* Ontologia; Requisitos Funcionais; Ontologia Pinakes; Metodologia NeOn.

## 1. Introdução

Desde 2021, os sistemas da Coordenação de Serviços Bibliográficos (Cobib) do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict) vêm sendo modernizados por meio do Projeto Pinakes. Essa iniciativa contempla a reestruturação de serviços como o Catálogo Coletivo Nacional de Publicações Seriadas (CCN), que permite localizar publicações em bibliotecas brasileiras; o catálogo da Rede Bibliodata, voltado à catalogação cooperativa; e o Programa de Comutação Bibliográfica (Comut), que fornece infraestrutura tecnológica para o intercâmbio de documentos. Um dos pilares dessa modernização é a definição de modelos de dados e ontologias, fundamentais para a estruturação dos sistemas de informação e a interoperabilidade semântica dos dados no contexto da Organização do Conhecimento e da Representação da Informação.

Este contexto desempenha um papel estratégico, ao subsidiar, com fundamentos teóricos e metodológicos, a representação, a descrição e o acesso à informação. A construção de uma ontologia aplicada aos serviços bibliográficos deve materializar esses princípios, harmonizando normas de catalogação e modelos conceituais a um ambiente computacional orientado a dados estruturados. É nesse contexto que se insere a Ontologia Pinakes, cujo objetivo é formalizar e representar os conceitos e relações que compõem os serviços bibliográficos prestados pelo Ibict.

Conforme Noy e McGuinness (2001), uma ontologia define conjuntos padronizados de termos, com suas respectivas definições formais e relações, permitindo que sistemas computacionais interpretem e processem esses dados. Contudo, antes de definir os conceitos e seus vínculos semânticos, é necessário estabelecer os requisitos funcionais que orientarão a modelagem, a expressividade e as capacidades da ontologia. Segundo Suárez-Figueroa, Gómez-Pérez e Villazón-Terrazas (2009), essa etapa é essencial para garantir que a ontologia represente, de forma precisa, o conhecimento necessário à sua aplicação.

Este artigo descreve, com base em uma abordagem qualitativa e aplicada, o processo de especificação e validação dos requisitos funcionais da Ontologia Pinakes. A definição dos requisitos adota a Metodologia NeOn (Suárez-Figueroa, 2010), voltada ao desenvolvimento de redes de ontologias e que propõe a elaboração de um documento específico para esse fim: o Documento de Especificação de Requisitos de Ontologia (*Ontology Requirements Specification Document - ORSD*), o qual constitui a base deste estudo.

Os requisitos funcionais foram expressos como questões de competência (QCs), fundamentadas nas tarefas do usuário descritas no IFLA *Library Reference Model* (IFLA LRM): encontrar, identificar, selecionar, obter e explorar (Riva; Bœuf; Žumer, 2017), cujas ações estão diretamente ligadas aos princípios e práticas da representação da informação no domínio da Biblioteconomia.

A validação dos requisitos foi realizada com base em critérios da Engenharia de Requisitos de *Software*, especificamente aqueles recomendados para a Especificação de Requisitos de *Software* (*Software Requirements Specification* - SRS), tais como: corretude, completude, consistência, verificabilidade, clareza, ausência de ambiguidade, concisão, realismo, modificabilidade e rastreabilidade.

O presente artigo delimita seu escopo à especificação e validação dos requisitos funcionais da Ontologia Pinakes, dado que os requisitos não funcionais permanecem sob análise nesta primeira versão da ontologia. Tal recorte justifica-se pela lacuna observada na literatura, que raramente aborda essa etapa de maneira detalhada, tratando-a apenas como parte do desenvolvimento ontológico.

Diante disso, o objetivo deste trabalho é estabelecer um referencial teórico-prático sobre a etapa de especificação de requisitos ontológicos, inserindo-se no campo da Organização do Conhecimento e da Representação da Informação, que historicamente se dedica à sistematização de estruturas conceituais para descrição e recuperação da informação. Como destaca Almeida (2020, p. 24) “[...] a Ciência da Informação, por vocação, tem contribuído amplamente na busca de soluções para resolver problemas relacionados a dados, informação e conhecimento, bem como aqueles que envolvem seus registros no contexto social, institucional ou individual.”

Nesse sentido, apresenta-se o ORSD da Ontologia Pinakes, com o intuito de contribuir tanto para a modernização dos sistemas bibliográficos do IbiCT quanto para futuras iniciativas de desenvolvimento e aprimoramento de serviços informacionais baseados em dados semânticos.

O artigo está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta a revisão de literatura, detalhando os métodos utilizados no levantamento bibliográfico sobre requisitos e destacando a lacuna identificada; a Seção 3 descreve os procedimentos metodológicos; a Seção 4 trata da definição dos requisitos, usuários e questões de competência; a Seção 5 aborda o processo de avaliação dos requisitos; por fim, a Seção 6 reúne as considerações finais.

## **2. Revisão da Literatura**

A revisão da literatura seguiu as diretrizes de Kitchenham e Chartes (2007) para revisões sistemáticas, com foco na definição de estratégias de busca e critérios de seleção de estudos relevantes. A busca foi conduzida em bases eletrônicas a partir de uma string composta por frases específicas, sinônimos e grafias alternativas, conectadas pelo operador booleano OR para ampliar a abrangência: ("ontology requirements specification" OR "specification of ontology requirements" OR "ontology requirements documentation" OR "ontology requirements" OR "competency questions for ontology" OR "competency question in ontology" OR "ontology functional requirements").

Foram considerados trabalhos publicados entre 2013 e 2024, período marcado pela expansão do uso de *Linked Data* e de ontologias específicas (como por exemplo, Vandenbussche, et al. 2017). A pesquisa foi realizada nas bases de dados *Web of Science* (WoS), *Scopus* e *Library and Information Science Abstracts* (LISA).

Inicialmente a expressão de busca foi aplicada para verificar a quantidade de documentos em que o foco seria a especificação dos requisitos, mencionando os termos da string nos títulos, resumos ou palavras-chave, sem filtros e critérios de inclusão e exclusão. Nessa primeira busca, foram recuperados 25 documentos na *Web of Science* (WoS) e 69 na *Scopus*, como mostra o Quadro 1, totalizando 94. No entanto, todos os documentos retornados pela WoS também foram recuperados na Scopus. Ademais, não foram encontrados resultados na LISA utilizando a *string* elaborada, destacando a carência de estudos disponíveis sobre a temática em questão.

**Quadro 1 - Critérios de inclusão e exclusão**

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Publicações que contemplam, direta ou indiretamente a especificação de requisitos.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Publicações redigidas em idiomas distintos de português, inglês ou espanhol.</li> <li>2. Publicações que não fazem menção à especificação de requisitos.</li> </ol>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na busca inicial, sem aplicação de filtros, recuperaram-se 94 documentos: 25 na WoS e 69 na Scopus, sendo os da WoS também encontrados na Scopus. Em seguida, realizou-se a leitura dos resumos para verificar a aderência temática. Aplicaram-se filtros com os termos "*criteria*", "*validation*" e "*evaluation*", isoladamente, para selecionar estudos que também abordassem a validação ou os critérios de avaliação dos requisitos, considerando documentos em português, inglês ou espanhol.

A busca foi realizada no dia 07 de outubro de 2024 e foram recuperados 69 resultados. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, juntamente com os filtros, foram obtidos 37 trabalhos. Considerando que houve artigos repetidos em cada filtro, o número final foi de 25. O detalhamento da interseção dos artigos é apresentado no Quadro 2.

**Quadro 2 - Resultados obtidos nas bases de dados sem e com filtros**

Base de dados	Número de documentos	Filtrado por "Criteria"	Filtrado por "Validation"	Filtrado por "Evaluation"
Web of Science (WoS)	25	2	3	5
Scopus	69	5	11	21
Library and Information Science Abstracts (LISA)	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores.

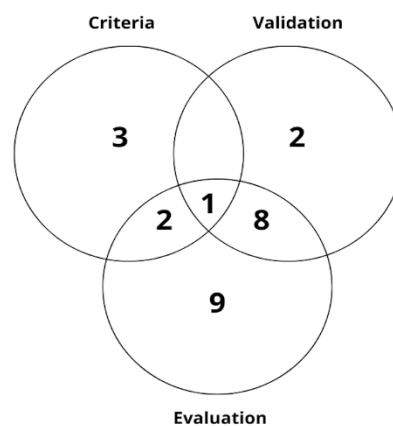
O primeiro filtro aplicado foi com a palavra-chave "*criteria*", resultando em cinco documentos na Scopus e dois na *Web of Science*. Em seguida, ao aplicar o filtro com a palavra "*validation*", foram recuperados três documentos na *Web of Science* e 11 na Scopus. Finalmente, com o termo "*evaluation*", foram identificados cinco documentos na *Web of Science* e 21 na Scopus.

A maior parte dos resultados sem aplicação de filtros concentra-se nas áreas de Ciência da Computação, Matemática e Engenharia. Como todos os registros da WoS também foram encontrados na Scopus, a análise foi concentrada nesta base, onde cerca de 76% dos estudos pertencem à área de Ciência da Computação. A leitura dos resumos permitiu identificar que a especificação de requisitos ontológicos é abordada em diversos contextos.

Dentre os temas recorrentes, destacam-se: o desenvolvimento de ferramentas para geração automática de questões de competência (Antia; Keet, 2023), testes de requisitos sob diferentes abordagens (García-Ramos; Otero; Fernández-López, 2009; Ren et al., 2014; Fernández-Izquierdo; García-Castro, 2022), extração de termos de textos de requisitos (Wiśniewski; Potoniec; Ławrynowicz, 2022) e adaptação de QCs com uso de IA generativa (Alharbi et al., 2024). Também são abordadas a importância das QCs no ciclo de desenvolvimento de ontologias (Suárez-Figueroa; Gómez-Pérez, 2012; Guizzard; Morales-Ramirez; Perini, 2014; Bezerra; Freitas; Santana, 2013; Monfardini;

Salamon; Barcellos, 2023), bem como propostas metodológicas para elicitación e recuperação de requisitos (Suárez-Figueroa; Gómez-Pérez; Villazón-Terrazas, 2009; Rao; Reihgelt; Osei-Bryson, 2008). Embora tratem da especificação de requisitos, esses estudos raramente a tomam como objeto central, limitando-se a mencioná-la como etapa do processo ontológico. Verificou-se também a escassez de pesquisas voltadas especificamente à área da Biblioteconomia.

A validação dos requisitos, etapa igualmente relevante, foi pouco explorada. Aplicando os filtros com as palavras "*criteria*", "*validation*" e "*evaluation*", observou-se a repetição de alguns estudos. A análise concentrou-se nas interseções entre os filtros, representadas na Figura 1 por um Diagrama de Venn, que evidencia as duplicidades e os conjuntos exclusivos. A maior sobreposição ocorreu entre os filtros *validation* e *evaluation*, o que se justifica pela relação entre avaliação de abordagens e verificação de sua eficácia, entendimento consolidado, por exemplo, na Engenharia de Requisitos de Software.



**Figura 1 - Diagrama de Venn com refinamentos realizados nos documentos obtidos na Scopus**

Fonte: Elaborado pelos autores.

Dos 69 estudos iniciais, 25 foram selecionados após os filtros. Nenhum deles teve como objetivo central a especificação e validação de requisitos ontológicos. A maioria concentrou-se na avaliação das ontologias desenvolvidas (Reiz; Sandkuhl, 2023; Fumagalli; Bailoni; Giunchiglia, 2020; Vasantha; Roy; Corney, 2015), utilizando os requisitos especificados (Fernández-Izquierdo; García-Castro, 2018, 2022; Rico *et al.*, 2014) e as questões de competência (Fernández-Izquierdo; García-Castro, 2021; Bezerra; Freitas; Santana, 2013).

Fernández-Izquierdo e García-Castro (2022) analisam a verificação da ontologia com base nos requisitos, destacando padrões linguísticos em QCs que permitem gerar

consultas SPARQL automáticas para testes. Em trabalho anterior (2018), propõem casos de teste baseados em regras lógicas para validar se a ontologia atende aos requisitos, avaliando precisão, consistência e completude. Em 2021, discutem a aplicação de critérios de conformidade da Engenharia de Software na validação ontológica, utilizando os requisitos como base.

Outro estudo relevante é o de Shojaee-Mend, Ayatollahi e Abdolahadi (2021), que, embora centrado em uma ontologia na área da medicina persa, aborda a elaboração de um Documento de Especificação de Requisitos de Ontologia (ORSD). Os conceitos extraídos pelos autores das QCs foram validados por especialistas por meio do Método Delphi, com base em critérios como clareza, relevância e consenso, ainda que sem detalhar a validação dos requisitos em si.

Constata-se, assim, a escassez de pesquisas voltadas exclusivamente à especificação e validação de requisitos. As principais referências sobre o tema datam de antes de 2013, como a Metodologia *NeOn* (Suárez-Figueroa; Gómez-Pérez; Villazón-Terrazas, 2009; Suárez-Figueroa; Gómez-Pérez, 2012), que propõe diretrizes para elaboração do ORSD e sua validação com base em critérios de software, mas sem detalhar os métodos de validação dos requisitos.

Nesse cenário, o presente estudo se destaca por tratar de forma aprofundada a especificação e validação de requisitos, com foco em sistemas de serviços bibliográficos. Ao abordar uma lacuna ainda pouco explorada, busca-se oferecer uma base teórica e metodológica sólida para futuras pesquisas e aplicações voltadas ao aprimoramento dos sistemas de informação integrados.

### 3. Metodologia

Este estudo adota uma abordagem qualitativa para descrever o processo de especificação de requisitos da Ontologia Pinakes. Trata-se de uma pesquisa aplicada, conforme definição de Gil (2008), ao enfatizar o uso imediato dos resultados em contextos específicos.

Inicialmente, realizou-se uma revisão sistemática para mapear a literatura sobre desenvolvimento de ontologias, especificação de requisitos e métodos de validação, com o objetivo de identificar lacunas e construir uma base teórica sólida. A partir disso, compararam-se metodologias disponíveis, optando-se pela Metodologia *NeOn*, por sua abrangência e uso comprovado em casos aplicados (Farinelli; Elkin, 2017; Silva et al., 2011; Pereira et al., 2016).

Adicionalmente, levantaram-se os critérios de validação de requisitos recorrentes na literatura: corretude, completude, consistência, verificabilidade, clareza, ausência de

ambiguidade, concisão, realismo, modificabilidade e rastreabilidade. Esses critérios foram analisados por meio de técnicas qualitativas, como a análise de conteúdo, com foco na aplicabilidade e robustez conceitual.

A Metodologia NeOn fornece um modelo estruturado para elaboração do Documento de Especificação de Requisitos de Ontologia (ORSO), incluindo: (1) definição de propósito, escopo e linguagem; (2) identificação de usuários finais; (3) aplicabilidade e usos; (4) levantamento de requisitos; (5) agrupamento em questões de competência; (6) validação; (7) priorização (opcional); e (8) elaboração de pré-glossário de termos. No presente estudo, todas as etapas foram realizadas, com exceção da priorização.

Os requisitos foram expressos em forma de questões de competência, descritas no Quadro 4, com base nas tarefas dos usuários apresentadas no Quadro 3. Realizou-se a validação de forma iterativa e incremental, conforme práticas de metodologias ágeis, como o Scrum, que trabalha com ciclos curtos (sprints) seguidos por validação dos resultados (EGOV, 2021). Dessa forma, foram realizadas reuniões com a equipe de desenvolvimento, que é também especialista no domínio e usuária dos sistemas, para discutir, revisar e validar as QCs.

A validação, neste estudo, assume caráter qualitativo e argumentativo, buscando verificar se os requisitos corretos foram definidos e se o conjunto como um todo atende às necessidades dos usuários. A análise consistiu na verificação da conformidade das QCs com os critérios de qualidade para a especificação de requisitos ontológicos.

#### **4. Especificação de requisitos**

A Ontologia Pinakes constitui um modelo de dados voltado à representação dos conceitos e relações que estruturam os serviços bibliográficos integrados ao Projeto Pinakes. Pode ser classificada como uma ontologia de domínio específico, por tratar de uma área temática delimitada (Sales; Campos; Gomes, 2006), e como uma ontologia de aplicação, por estar vinculada simultaneamente a um domínio (Biblioteconomia) e a tarefas específicas, como a recuperação da informação, conforme definido por Guarino (1997).

Segundo a Metodologia NeOn, a especificação de requisitos é uma das etapas iniciais do desenvolvimento de ontologias e tem por finalidade documentar de forma sistemática os objetivos do projeto, seu escopo, público-alvo, casos de uso, requisitos funcionais e os critérios de validação. Essa fase é determinante para assegurar que a ontologia atenda de maneira adequada às demandas dos usuários e às especificidades do domínio. A motivação para a construção da Ontologia Pinakes reside na necessidade de um modelo de dados semântico, flexível e interoperável, capaz de representar com

precisão os elementos informacionais dos serviços gerenciados pelo Ibict, especialmente no contexto dos serviços bibliográficos oferecidos pelo Ibict. A granularidade elevada das questões de competência decorre da natureza integrada dos serviços bibliográficos contemplados pelo Projeto Pinakes, que articula diferentes sistemas com funções, estruturas de dados e públicos distintos. A necessidade de representar, de forma precisa, elementos administrativos, bibliográficos, institucionais e de autoridade exige a decomposição detalhada dos requisitos funcionais, garantindo cobertura adequada das múltiplas dimensões informacionais envolvidas.

O desenvolvimento do modelo conceitual teve como ponto de partida o domínio do Catálogo Coletivo Nacional de Publicações Seriadas (CCN), sendo projetado para incorporar, progressivamente, os elementos dos serviços da Rede Bibliodata e do Comut. O modelo foi fundamentado nos referenciais teóricos e estruturais do *IFLA Library Reference Model* (IFLA LRM) (Riva; Bœuf; Žumer, 2017) e da ontologia PRESSoo (PRESSoo Review Group, 2017), assegurando aderência a padrões internacionais de descrição bibliográfica. De acordo com Noy e McGuinness (2001), a reutilização de conceitos previamente estabelecidos é uma prática recomendada na construção ontológica, por favorecer a consistência, otimizar recursos e promover alinhamento conceitual.

Assim, a seção seguinte descreve o público-alvo da ontologia e as tarefas informacionais que os usuários realizam em catálogos, conforme definido pelo IFLA LRM.

#### 4.1. Definição dos usuários

A ontologia pretende atender aos seguintes tipos de usuários: usuários administrativos (aqueles que interagem diretamente com o sistema ou com a infraestrutura interna) e a comunidade acadêmica composta por pesquisadores, docentes, discentes e demais interessados. O modelo conceitual foi idealizado com base nas tarefas que os usuários executam em um sistema e como recuperam as informações desejadas. Essas tarefas são compreendidas conforme explicitado no IFLA LRM: encontrar, identificar, selecionar, obter e explorar. O Quadro 3 apresenta as tarefas do usuário e suas respectivas definições.

**Quadro 3 - Tarefas do usuário**

Tarefas do usuário	Descrição
Encontrar	Reunir informações sobre um ou mais recursos de interesse, pesquisando sobre qualquer critério relevante.

Identificar	Compreender claramente a natureza dos recursos encontrados e distinguir entre recursos semelhantes.
Selecionar	Determinar a adequação dos recursos encontrados e aceitar ou rejeitar recursos específicos.
Obter	Acessar o conteúdo do recurso.
Explorar	Descobrir recursos utilizando os relacionamentos entre eles e, assim, contextualizá-los.

Fonte: Riva, Bœuf e Žumer (2017, p. 16)

Conforme o Quadro 3, Riva; Bœuf e Žumer (2017) descrevem que as tarefas representam, de maneira genérica, as atividades que os usuários podem realizar ao acessar um catálogo. Vale ressaltar que, as etapas descritas pelas tarefas não são obrigatórias em um processo de busca e não seguem uma ordem fixa para execução.

#### 4.2 Definição de aplicabilidades

As intenções de usabilidade da Ontologia Pinakes, em articulação com as atividades descritas anteriormente, alinham-se às tarefas do usuário conforme definidas por Riva, Bœuf e Žumer (2017). Nesse contexto, destacam-se as seguintes aplicações da ontologia:

- Apoiar as tarefas de encontrar, identificar, selecionar e obter recursos nos sistemas bibliográficos do Ibict. Essas ações são essenciais: encontrar refere-se à busca e reunião de instâncias de entidades; identificar permite confirmar ou distinguir essas instâncias; selecionar envolve escolher entre as opções disponíveis; e obter diz respeito ao acesso direto aos recursos desejados (Riva; Bœuf; Žumer, 2017).
- Facilitar a navegação e exploração da informação por meio da organização lógica dos dados bibliográficos e de autoridade, e das relações entre entidades. A ontologia viabiliza essa estruturação ao estabelecer um vocabulário consensual e uniforme para o domínio, definido como “um conjunto compartilhado de termos que representa entidades e define, sem ambiguidade, como tais entidades se relacionam” (Almeida, 2020, p. 31).
- Promover a interoperabilidade entre sistemas, permitindo a representação semântica dos dados bibliográficos. Segundo Almeida (2020), ontologias são abordagens eficazes para resolver problemas de comunicação e compatibilidade entre diferentes sistemas e contextos.
- Favorecer a padronização e publicação de dados em formatos abertos e conectados, compatíveis com a *Web Semântica*. De acordo com o W3C (2010), dados abertos conectados ampliam o valor informacional ao interligá-los com

outras fontes estruturadas disponíveis na *Web*, promovendo uma visão integrada e acessível dos dados.

### 4.3 Especificação dos requisitos funcionais

A definição de requisitos de ontologia é análoga à definição dada pela Engenharia de *Software*, em que trata de elementos fundamentais para o desenvolvimento de sistemas e aplicações, definindo o quê e como devem operar, respectivamente classificados em duas categorias principais: requisitos funcionais e requisitos não funcionais. Este estudo aborda exclusivamente os requisitos funcionais definidos para a Ontologia Pinakes, enquanto os requisitos não funcionais ainda estão em fase de elaboração e serão abordados em publicações futuras.

Os requisitos funcionais indicam as funcionalidades e capacidades da ontologia do ponto de vista dos usuários. Esses requisitos são critérios referentes às consultas, operações e interações que a ontologia deve suportar. Os requisitos funcionais podem ser estabelecidos a partir da técnica de elaboração de questões de competência. Suárez-Figueroa, Gómez-Pérez e Villazón-Terrazas (2009) definem que as QCs são perguntas elaboradas em linguagem natural e as respostas definem o que a ontologia deve ser capaz de responder. Noy e McGuinness (2001) destacam que as questões não precisam ser exaustivas, mas são decisivas para avaliação da ontologia, podendo responder se a ontologia contém informações necessárias para responder às questões elaboradas, se as respostas exigem um nível particular de detalhes ou a representação de uma área específica.

Desse modo, as questões de competência são fundamentais no desenvolvimento de uma ontologia, ao permitirem avaliar os principais aspectos relacionados à qualidade, precisão e desempenho da ontologia no domínio. Sendo assim, foram elaboradas QCs para a definição dos requisitos funcionais da Ontologia Pinakes. As questões foram elaboradas com base nas tarefas do usuário, apresentadas no Quadro 3 e são listadas abaixo, no Quadro 4:

**Quadro 4 - Questões de competência**

QCs	Questão	Usuário final	Justificativa	Exemplos de resposta
QC1	Qual é o <b>título</b> de uma determinada obra?	Todos	Encontrar e identificar o título da obra para fins de localização e identificação.	Ciência da Informação. Catalogação no plural.
QC2	A quais obras uma determinada <b>obra</b> está <b>relacionada</b> ?	Todos	Identificar relações de fusão, continuação, subdivisão, suplementação etc. de uma obra.	Bibliografia Brasileira de Ciência da Informação é <b>continuação</b> de Bibliografia Brasileira de Documentação.

QC3	Qual é a <b>tipologia documental</b> de uma obra?	Todos	Identificar a qual tipologia documental a obra pertence.	Periódico. Livro.
QC4	Qual é a <b>data de cadastro</b> de uma obra?	Administrativo	Encontrar a data em que a obra foi registrada no sistema.	2005.
QC5	Qual é a <b>data de atualização</b> de uma obra?	Administrativo	Encontrar a data que corresponde à versão mais recente do registro.	11/05/2022.
QC6	Qual é a <b>tipologia funcional</b> de uma obra?	Todos	Identificar e selecionar a tipologia funcional de uma obra.	Científico. Técnica.
QC7	Quem é o <b>responsável intelectual</b> de uma obra?	Todos	Identificar a autoria de uma obra.	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia Eliane Serrão Alves Mey e Naira Christofolletti Silveira.
QC8	Qual é a <b>designação numérica</b> de uma obra?	Todos	Identificar qual o volume, fascículo, edição etc. da obra.	v. 1, n. 1. 1ª ed.
QC9	Qual é a <b>frequência de publicação</b> de uma obra?	Todos.	Identificar a periodicidade de publicação de uma obra a partir da matriz.	Quadrimestral. Mensal.
QC10	Qual é a <b>situação de publicação seriada</b> de uma obra?	Todos	Identificar o <i>status</i> atual da obra, se está ativa ou foi descontinuada.	Corrente (ativo). Descontinuado (inativo). Suspendido.
QC11	Qual é o <b>status do registro de publicação seriada</b> de uma obra?	Administrativo	Identificar o <i>status</i> do registro da obra, verificando se houve alguma alteração desde o primeiro cadastro.	Alterado, revisado.
QC12	Qual é o <b>tipo de registro</b> para uma obra?	Administrativo	Identificar o tipo de material da obra.	Material textual impresso. Música impressa. Cartográfico.
QC13	Qual é o <b>nível bibliográfico de publicação seriada</b> de uma obra?	Administrativo	Identificar o nível bibliográfico do registro	Analítica. Capítulos.
QC14	Qual é o <b>nível de catalogação</b> de uma obra?	Administrativo	Identificar o grau de detalhamento na catalogação.	Segundo nível (nível de catalogação de acordo com a AACR2).
QC15	Qual é a <b>alfabetização</b> de uma obra?	Administrativo	Identificar a posição de início do título de uma obra	0 (posição de início do título).
QC16	Qual é a <b>forma de catalogação</b> de uma obra?	Administrativo	Identificar o padrão de metadados utilizado.	MARC 21; Dublin Core; AACR2; ISBD.
QC17	Qual é o <b>requerimento de</b>	Administrativo	Identificar o requerimento de ligação	0100-1965 (ISSN-L).

	ligação de uma obra?		do registro (necessidade de registro das partes)	
QC18	Qual o <b>ano inicial</b> de uma <b>obra</b> ?	Todos	Encontrar e identificar uma obra pelo ano inicial.	1972 (Publicação seriada: Ciência da Informação). 1990 (Publicação seriada: Agropecuária Alternativa).
QC19	Qual o <b>ano final</b> de uma <b>obra</b> ?	Todos	Encontrar e identificar uma obra pelo ano final.	1991 (Publicação seriada: Agropecuária Alternativa).
QC20	Em qual <b>biblioteca</b> determinada <b>publicação</b> está disponível?	Todos	Encontrar, selecionar e obter uma publicação, a partir da lista de bibliotecas que disponibilizam determinadas publicações.	Biblioteca Lydia de Queiroz Sambaquy (LQS). Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict). Endereço: SAUS Quadra 5 Lote 6 Bloco H, Brasília (DF) Tipo da biblioteca: Biblioteca central
QC21	Quais informações identificam coleções?	Todos	Identificar o conjunto de itens disponibilizados por uma biblioteca transcritos via designações numéricas.	IBICT/BT 1973 2 (1); 1974 3 (2); 1977-79 6-8; 1981-85; 1986 15 (2); 10-14; 1987-91 16-20; 1992-93 21-22; 1994 23 (1-2); 1995 24 (3); 1997 26 (1-3); 1998 27 (1-3); 1999 28 (1-3).
QC22	Qual é o formato de dados (padrão, tipo de arquivo) de uma coleção?	Administrativo	Identificar o formato dos dados.	JSON. XML.
QC23	Qual é o <b>meio físico</b> de publicação de uma <b>obra</b> ?	Todos	Identificar e selecionar uma obra a partir de suas características físicas.	Impresso. Online (Eletrônico).
QC24	Qual é o <b>ISSN</b> de uma <b>publicação seriada</b> ?	Todos	Encontrar e identificar uma publicação seriada específica a partir do ISSN.	0100-1965 (ISSN impresso da publicação seriada: Ciência da informação). 1518-8353 (ISSN online da publicação seriada: Ciência da informação).
QC25	Quais tipos de <b>títulos complementares</b> uma <b>obra</b> possui?	Todos	Encontrar e identificar uma obra a partir das variações do título principal.	Ciênc. Inf. (título abreviado da publicação seriada: Ciência da Informação). Revista de Humanidades Médicas (subtítulo da publicação seriada: Medicina).

QC26	A qual <b>área do conhecimento</b> uma <b>obra</b> pertence?	Todos	Encontrar e identificar uma obra que corresponda a determinada área do conhecimento.	Ciências Sociais Aplicadas (Publicação seriada: Ciência da Informação).
QC27	Qual é o <b>código da área do conhecimento</b> ?	Administrativo	Encontrar e identificar a área do conhecimento a partir do código.	60000007 (Ciências Sociais Aplicadas - Capes).
QC28	Qual é a <b>nota geral</b> de uma <b>obra</b> ?	Todos	Encontrar informações adicionais sobre uma obra.	Disponível online, em texto integral de 1995 - presente, no portal de periódicos da CAPES (Publicação seriada: Ciência da Informação). Publicação interrompida de 1965 a 1971 (Publicação seriada: Odontologia Capixaba).
QC29	Qual é a <b>nota de suplemento</b> de uma <b>obra</b> ?	Administrativo	Encontrar informações adicionais sobre a ligação do suplemento ou edição especial com a publicação seriada principal.	<i>Wines &amp; Vines Yearbook of the Wine Industry</i> (ISSN 0271-5694) <b>tem suplemento: Wines &amp; Vines Annual Directory</b> (ISSN 0084-0351).
QC30	Qual é a <b>nota de complexidade</b> de uma <b>obra</b> ?	Administrativo	Encontrar informações adicionais sobre relacionamentos complexos entre duas ou mais obras.	<i>Wine Review</i> (Los Angeles) (ISSN 0096-8471) <b>absorveu: Wine East</b> (ISSN 0892-662X).
QC31	Qual endereço eletrônico identifica a <b>homepage</b> ?	Todos	Obter e explorar o recurso a partir do endereço eletrônico.	<a href="https://revista.ibict.br/ciinf/article/view/6125">https://revista.ibict.br/ciinf/article/view/6125</a> .
QC32	Qual é o <b>referenciador</b> de uma <b>obra</b> ?	Administrativo	Identificar o referenciador de uma obra.	<i>Library &amp; information science abstracts. Information science abstracts</i> (indexadores da publicação seriada: Ciência da Informação).
QC33	Qual o <b>idioma</b> de uma <b>obra</b> ?	Todos	Encontrar e identificar uma obra a partir do idioma.	Português.
QC34	Qual é a <b>sigla do idioma</b> de uma <b>obra</b> ?	Todos	Encontrar e identificar uma obra a partir da sigla do idioma.	pt-br. POR. (abreviações para o idioma português).
QC35	Quais são os <b>termos livres</b> atribuídos a uma <b>obra</b> ?	Todos	Encontrar, identificar e selecionar uma obra a partir dos termos que representam os assuntos.	CI (termo livre para Ciência da Informação).
QC36	Quais são os <b>assuntos controlados</b>	Todos	Encontrar, identificar e selecionar uma obra a partir dos termos que representam os assuntos.	Ciência da Informação. Agricultura.

	atribuídos a uma obra?			
QC37	Qual é a <b>fonte do assunto controlado</b> ?	Administrativo	Identificar e selecionar os termos adequados provenientes de uma fonte oficial para indexação.	Tesouro Brasileiro de Ciência da Informação. <i>Tesaurus Spines</i> .
QC38	Qual é a <b>tabela de conhecimento</b> utilizada como base para a área do conhecimento?	Todos	Identificar a fonte oficial vinculada à área do conhecimento a qual uma obra pertence.	Tabela de áreas do conhecimento /avaliação CAPES.
QC39	Quais são as informações de imprensa de uma obra?	Todos	Identificar a data e o local de publicação de uma obra	Brasília, DF: Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, 2010.
QC40	Qual é a <b>editora da obra</b> ?	Todos	Encontrar e identificar uma obra a partir da editora	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict) (editora da publicação seriada Ciência da Informação).
QC41	Qual é a <b>sigla da biblioteca</b> ?	Todos	Encontrar e identificar o nome da biblioteca a partir da sigla.	LQS (Abreviação de Lydia de Queiroz Sambaquy).
QC42	Qual é o <b>software</b> utilizado pela biblioteca?	Administrativo	Identificar o tipo de sistema utilizado pela biblioteca.	Koha. SophiA.
QC43	Qual é a <b>data de cadastro</b> da biblioteca?	Administrativo	Identificar a data em que uma biblioteca foi cadastrada no sistema.	09/11/1995.
QC44	Qual é a <b>data de atualização do cadastro</b> da biblioteca?	Administrativo	Identificar a data em que o cadastro da biblioteca foi atualizado.	12/11/2021.
QC45	Qual é o <b>URL do catálogo</b> da biblioteca?	Todos	Encontrar o endereço <i>Web</i> do catálogo da biblioteca.	<a href="https://catalogo.biblioteca.ibict.br">https://catalogo.biblioteca.ibict.br</a>
QC46	Qual é o <b>URL da biblioteca</b> ?	Todos	Encontrar e explorar o conteúdo do site da biblioteca a partir do URL (endereço <i>Web</i> ) da biblioteca.	<a href="https://biblioteca.ibict.br">https://biblioteca.ibict.br</a> .
QC47	Qual é a <b>natureza administrativa</b> da instituição?	Todos	Encontrar a natureza administrativa da instituição.	Pública Federal. Pública Estadual. Pública Municipal. Autarquia.
QC48	Qual é o <b>tipo de biblioteca</b> ?	Todos	Encontrar o tipo de biblioteca.	Biblioteca central. Biblioteca setorial.
QC49	Qual é o <b>nome da instituição</b> ?	Todos	Encontrar a instituição a partir do nome.	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia.

QC50	Qual é a <b>sigla</b> da <b>instituição</b> ?	Todos	Encontrar e identificar a instituição a partir da sigla.	MCTI (Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação). DCTA (Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial).
QC51	Qual é o <b>CNPJ</b> da <b>instituição</b> ?	Administrativo	Encontrar a instituição a partir do CNPJ.	03.132.745/0001-00 (CNPJ MCTI). 00.394.429/0044 (CNPJ - DCTA).
QC52	Qual é o <b>nome</b> da <b>unidade</b> ?	Todos	Encontrar e identificar a unidade localizada em uma instituição.	Coordenação de serviços bibliográficos. Instituto de Controle do Espaço Aéreo.
QC53	Qual é a <b>sigla</b> da <b>unidade</b> ?	Todos	Encontrar e identificar a unidade a partir da sigla.	COBIB (Coordenação de serviços bibliográficos). ICEA (Instituto de Controle do Espaço Aéreo).
QC54	Qual é o <b>contato</b> da <b>biblioteca</b> ?	Todos	Encontrar as principais informações de contato da biblioteca.	(61)32176145, biblioteca@ibict.br.
QC55	<b>Localização</b> (país, região, estado, cidade, logradouro, CEP, latitude e longitude) da <b>biblioteca</b> ?	Todos	Identificar a localização da biblioteca.	Brasil. Centro Oeste. Distrito Federal. Brasília. Quadra 5 - Lote 6, Bloco H, 70070-912. - 15.80427053822864, - 47.88183731527158
QC56	<b>Localização</b> (país, região, estado, cidade, logradouro, CEP, latitude e longitude) da <b>unidade</b> ?	Todos	Identificar a localização da unidade.	Brasil. Centro Oeste. Distrito Federal. Brasília. Quadra 5 - Lote 6, Bloco H, 70070-912. - 15.80427053822864, - 47.88183731527158
QC57	<b>Localização</b> (país, região, estado, cidade, logradouro, CEP, latitude e longitude) da <b>instituição</b> ?	Todos	Identificar a localização da instituição.	Brasil. Centro Oeste. Distrito Federal. Brasília. Quadra 5 - Lote 6, Bloco H, 70070-912. - 15.80427053822864, - 47.88183731527158
QC58	Qual é a <b>cidade</b> na qual foi <b>impressa</b> a <b>obra</b> ?	Todos	Identificar a cidade onde a obra foi impressa.	Brasília. São José dos Campos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

É importante destacar que foram considerados quatro tipos de usuários nas questões de competência: administrativo, pesquisador, docente e discente. Neste sentido,

a argumentação demonstrativa de cada critério, toma por princípio o conhecimento básico ou aprofundado destas áreas por parte dos usuários.

## 5. Validação

Os requisitos funcionais da Ontologia Pinakes foram descritos em forma de questões de competência e a validação dessas questões foi realizada qualitativamente com base nos *Software Requirements Specification* (SRS). Observou-se que tais critérios são amplamente utilizados na validação de requisitos em diversos contextos, tendo sido empregados em estudos, como por Suárez-Figueroa (2010) que utilizou um conjunto de critérios de validação para elaboração do ORSD, inspirados principalmente por IEEE (1993) e Davis (1993) e Motta *et al.* (2017) que adotaram uma lista (*check-list*) de critérios de avaliação mais concisa, incluindo: reusabilidade, rastreabilidade, consistência e completude.

A validação dos requisitos foi conduzida com base em um conjunto abrangente de critérios, definidos no Quadro 5, incluindo: corretude, completude, consistência, verificabilidade, clareza, ausência de ambiguidade, concisão, realismo, modificável e rastreável. Nesta pesquisa, optou-se por adotar o conjunto de critérios descritos por Suárez-Figueroa (2010), uma vez que apresenta uma cobertura mais ampla e detalhada em comparação com outros estudos analisados.

**Quadro 5 - Critérios para validação de requisitos**

Critérios	Definição
Corretude	Um conjunto de requisitos é correto se, e somente se, cada requisito se refere a algumas características da ontologia a ser desenvolvida.
Completude	Um conjunto de requisitos pode ser considerado completo se, e somente se, os usuários e especialistas do domínio revisarem os requisitos e confirmarem que não estão cientes dos requisitos adicionais.
Consistência	Um conjunto de requisitos pode ser considerado internamente consistente se, e somente se, não existirem conflitos entre eles.
Verificabilidade	Um conjunto de requisitos é verificável se, e somente se, existir um processo finito com um custo razoável que testa se a ontologia final satisfaz cada requisito.
Clareza	Cada requisito deve ser compreensível para usuários finais e especialistas do domínio.
Ausência de ambiguidade	Um requisito de ontologia é inequívoco se, e somente se, tiver apenas um significado; isto é, se não admitir qualquer dúvida ou mal-entendido.
Concisão	Um conjunto de requisitos é conciso se, e somente se, todo e qualquer requisito for relevante e não existirem requisitos duplicados ou irrelevantes.

Realismo	Um conjunto de requisitos é realista se, e somente se, todo e qualquer significado de requisito fizer sentido no domínio.
Modificável	Um conjunto de requisitos é modificável se, e somente se, sua estrutura e estilo permitem alterar questões de forma fácil, completa e consistente.
Rastreável	Um requisito de ontologia é rastreável se, e somente se, sua origem for conhecida e puder ser referenciada em outros documentos durante o desenvolvimento da ontologia.

Fonte: Suárez-Figueroa (2010, p. 119, tradução nossa).

Dessa maneira, as subseções 5.1 a 5.10, apresentam os argumentos de validação dos requisitos para cada um dos critérios, apresentando as QCs que exemplificam e demonstram sua realização.

### 5.1 Corretude

A corretude é um critério fundamental para validar os requisitos de uma ontologia, pois assegura que cada requisito se relacione a alguma característica da ontologia em desenvolvimento. Isso exige verificar se os requisitos estão alinhados ao domínio da ontologia e representam de forma adequada as necessidades dos usuários. As questões QC1 “Qual é o título de uma determinada obra?”, QC2 “A quais obras uma determinada obra está relacionada?” e QC13 “Qual é o nível bibliográfico de uma publicação seriada?” ilustram o atendimento a esse critério. No domínio da Biblioteconomia, identificar obras, relações entre elas e níveis bibliográficos são tarefas centrais dos usuários. A partir da análise realizada, conclui-se que cada requisito está adequadamente alinhado com o domínio da ontologia, cumprindo seus propósitos e refletindo com precisão as características essenciais desse contexto.

### 5.2 Completude

A validação da completude dos requisitos assegura que todas as necessidades e expectativas dos usuários foram consideradas. Para isso, as QCs foram analisadas quanto à relevância e à cobertura dos aspectos essenciais do domínio e das tarefas descritas no Quadro 3. Na Biblioteconomia, essas tarefas envolvem catalogação, indexação, gerenciamento e recuperação da informação.

As questões QC12 “Qual é o tipo de registro para uma obra?”, QC36 “Quais são os assuntos controlados atribuídos a uma obra?” e QC31 “Qual é a *homepage* da publicação seriada?” exemplificam esse critério, ao garantirem uma base abrangente para a ontologia, cobrindo ações fundamentais como identificação, classificação, organização e representação, e acesso às obras.

### 5.3 Consistência

A consistência dos requisitos é essencial para garantir uma ontologia robusta, confiável e logicamente estruturada. No caso da Ontologia Pinakes, esse critério foi validado por meio de revisões sucessivas das QCs, eliminando redundâncias e analisando a complementaridade entre os requisitos, assegurando a ausência de contradições.

As seguintes QCs exemplificam a consistência: QC4 “Qual é a data de cadastro de uma obra?”, QC16 “Qual é a forma de catalogação de uma obra?” e QC22 “Qual é o formato de dados (padrão, tipo de arquivo) de uma coleção?”. Cada uma trata de aspectos distintos e complementares da Biblioteconomia: QC4 aborda a temporalidade dos registros; QC16, a metodologia de organização; e QC22, os padrões técnicos de dados. Como não há sobreposição ou conflito entre elas, conclui-se que os requisitos estão logicamente alinhados, cobrindo diferentes dimensões do processo de catalogação de forma coesa e funcional.

### 5.4 Verificabilidade

A verificabilidade assegura que cada requisito possa ser testado de forma objetiva e prática antes mesmo da implementação da ontologia, por meio de ferramentas de busca e algoritmos de validação de dados. Em serviços bibliográficos, isso significa garantir que os requisitos de fato respondem às necessidades dos usuários e dos sistemas, prevenindo inconsistências, erros e informações inadequadas. Para validar esse critério, utilizou-se a linguagem SPARQL como ferramenta de teste das questões de competência. Por exemplo, a QC18 “Qual o ano inicial de uma obra?” pode ser verificada por meio de uma consulta SPARQL simples, demonstrando a viabilidade de testar a ontologia com base nos requisitos especificados.

```
PREFIX ex: <http://example.org/ontology#>
SELECT ?obra ?anoInicial
WHERE {
  ?obra ex:anoInicial ?anoInicial .
}
```

Essa consulta permite encontrar o ano de publicação de uma obra (?anoInicial) que consiste em um dado concreto e numérico, uma resposta para a QC18 que pode ser obtida diretamente dos metadados bibliográficos. Outro exemplo é a consulta que permite identificar a entidade (?editora) responsável pela publicação e distribuição de uma obra. Este é um dado específico e bem definido nos registros bibliográficos, que responde à QC40 “Qual é a editora de uma obra?”. A resposta é obtida através dos seguintes comandos SPARQL:

```
PREFIX ex: <http://example.org/ontology#>
SELECT ?obra ?editora
WHERE {
```

```
?obra ex:editora ?editora .  
}
```

Outra questão que também pode ser verificada é a QC49 “Qual é o nome da Instituição?”, que busca encontrar uma entidade (?instituicao) associada a uma obra claramente definida nos metadados. A consulta para esta questão em SPARQL pode ser escrita assim:

```
PREFIX ex: <http://example.org/ontology#>  
SELECT ?obra ?instituicao  
WHERE {  
  ?obra ex:instituicao ?instituicao .  
}
```

Dessa forma, estes exemplos de questões objetivas que retornaram dados específicos e mensuráveis confirmam que os requisitos podem ser verificados e expressos de forma direta e eficiente através de comandos SPARQL, um processo finito e de custo razoável. Validando não só o critério em questão como permitindo assim que sejam utilizados futuramente como *inputs* para a validação automática ou semiautomática da Ontologia Pinakes.

## 5.5 Clareza

Os requisitos foram formulados para serem compreensíveis tanto por usuários finais quanto por especialistas. O critério de clareza assegura o uso de linguagem acessível e termos apropriados, evitando ambiguidades e promovendo entendimento comum.

As questões QC3 “Qual é a tipologia documental de uma obra?”, QC6 “Qual é a tipologia funcional de uma obra?” e QC14 “Qual é o nível de catalogação de uma publicação seriada?” ilustram esse critério. No domínio da Biblioteconomia, são conceitos fundamentais para identificar e selecionar obras. A análise dessas QCs mostrou que os termos utilizados são adequados ao público-alvo, cumprindo o requisito de clareza.

## 5.6 Ausência de ambiguidade

Por serem formulados em linguagem natural, os requisitos estão sujeitos a erros, redundâncias e ambiguidades. O critério ausência de ambiguidade exige que cada requisito tenha apenas um significado claro, sem margem para interpretações múltiplas.

Na QC20 “Em qual biblioteca uma determinada publicação está disponível?”, o termo “biblioteca” é unívoco e amplamente compreendido, e a resposta esperada é a lista de bibliotecas que disponibilizam a obra, permitindo sua localização e acesso. Já a QC24 “Qual é o ISSN de uma publicação seriada?” utiliza o identificador padronizado e único

para publicações, sem ambiguidade. A QC46 “Qual é o URL da biblioteca?” refere-se a um conceito universal na *Web*, sendo igualmente claro para todos os usuários.

Esses exemplos demonstram que as questões foram reformuladas, quando necessário, para evitar polissemia e garantir conformidade com o critério ausência de ambiguidade.

### 5.7 Concisão

A concisão é um critério essencial na avaliação de ontologias, pois garante que os requisitos sejam claros, diretos e livres de redundâncias ou informações desnecessárias. As questões QC8, QC25 e QC37 exemplificam esse critério. A QC8 “Qual é a designação numérica de uma obra?” utiliza um termo abrangente que cobre volume, fascículo ou edição, evitando a fragmentação em perguntas distintas. A QC25 “Quais tipos de títulos complementares uma obra possui?” também é concisa, ao englobar as variações do título principal em uma única questão. Já a QC37 “Qual é a fonte do assunto controlado?” refere-se à origem oficial dos termos de indexação, sendo direta ao indicar a fonte usada para representar o conteúdo da obra. Com base nesses exemplos, as demais QCs foram revistas e reformuladas para garantir concisão, assegurando que cada questão seja sintética, sem comprometer a abrangência necessária.

### 5.8 Realismo

Um requisito realista deve refletir as necessidades do domínio e ser compreensível para os usuários. Para validar esse critério, foram analisadas as QCs: QC11, QC28 e QC27.

A QC11 “Qual é o *status* do registro de uma publicação seriada?” refere-se à situação atual do registro, permitindo que usuários administrativos monitorem alterações desde sua inclusão no sistema. Essas informações são essenciais para o gerenciamento e atualização dos registros, alinhando-se às necessidades práticas do domínio.

A QC28 “Qual é a nota geral de uma obra?” trata de informações complementares que contextualizam melhor o conteúdo, auxiliando na identificação da obra. O requisito é realista por ser relevante para diferentes perfis de usuários e por atender às práticas da área.

Já a QC27 “Qual é o código da área do conhecimento?” identifica, de forma única, a área temática associada a uma obra. Essa informação permite que o usuário administrativo classifique e relacione obras a áreas específicas, atendendo diretamente à Organização do Conhecimento e da Representação da Informação.

As três questões demonstram que os requisitos estão ajustados às demandas reais do domínio, são compreensíveis e aplicáveis, satisfazendo o critério de realismo.

### 5.9 Rastreável

O critério de rastreabilidade exige que a origem de cada requisito seja claramente documentada, permitindo sua referência consistente em outros documentos ao longo do desenvolvimento da ontologia. Isso facilita a verificação e a manutenção do modelo. As questões QC15 “Qual é a alfabetação de uma obra?”, QC38 “Qual é a tabela de conhecimento utilizada como base para as áreas de conhecimento vinculadas à publicação seriada?” e QC42 “Qual é o *software* utilizado pela biblioteca?” exemplificam esse critério. Todas foram formuladas com base em fontes identificáveis, garantindo que os requisitos possam ser rastreados e documentados com clareza. Dessa forma, assegura-se uma base sólida para controle, atualização e validação contínua da ontologia ao longo de seu ciclo de vida.

### 5.10 Modificável

O critério modificável assegura que a estrutura e o estilo dos requisitos permitam alterações fáceis, completas e consistentes ao longo do desenvolvimento da ontologia, sem gerar inconsistências.

As questões QC35 “Quais são os termos livres atribuídos a uma obra?”, QC50 “Qual é a sigla da instituição?” e QC52 “Qual é o nome da unidade?” demonstram esse critério, pois permitem identificar elementos passíveis de atualização sem comprometer a integridade dos requisitos. Foram formuladas com estrutura clara, facilitando ajustes futuros conforme mudanças no domínio.

A construção de ontologias visa representar o conhecimento de forma clara, precisa e adaptada às necessidades do público-alvo, garantindo interoperabilidade e consistência da informação. Neste artigo, adotou-se a Metodologia *NeOn* como referência para estruturar e documentar a fase inicial de desenvolvimento da Ontologia Pinakes, com foco na elaboração do ORSD.

O principal objetivo foi a identificação e análise das questões de competência e suas respectivas respostas, fundamentais para a elicitación e validación dos requisitos. Ressalta-se que o artigo não pretende discutir metodologias de construção ontológica nem apresentar formalismos, mas destacar a importância da definição do escopo e dos requisitos na etapa inicial.

Ao seguir a abordagem proposta pela Metodologia *NeOn*, buscou-se alinhar o desenvolvimento da ontologia às exigências teóricas e práticas do domínio, promovendo sua reutilização e aplicabilidade em diferentes contextos. A partir da análise qualitativa

das QCs, foram identificadas as informações que a ontologia deve representar e as perguntas que deve ser capaz de responder, em conformidade com as tarefas realizadas pelos usuários.

## 6 Conclusões

O artigo apresenta o processo de especificação e validação dos requisitos funcionais da Ontologia Pinakes, com base na Metodologia *NeOn* e orientado pelas tarefas dos usuários descritas no IFLA *Library Reference Model*. A partir da formulação das questões de competência, buscou-se assegurar que os requisitos fossem corretos, completos, consistentes, rastreáveis, modificáveis e aderentes às necessidades do domínio da Biblioteconomia, especialmente no contexto dos serviços bibliográficos do Ibict.

A análise demonstrou que as QCs atendem aos critérios fundamentais da Engenharia de Requisitos, permitindo que a ontologia represente com precisão as informações relevantes para a catalogação cooperativa, a recuperação bibliográfica e a interoperabilidade entre sistemas. O uso da abordagem qualitativa e iterativa mostrou-se eficaz tanto na identificação das necessidades dos usuários quanto na estruturação conceitual dos requisitos.

Como contribuição, este estudo oferece um referencial metodológico aplicável a projetos semelhantes, especialmente em instituições que visam modernizar seus sistemas de informação por meio da construção de ontologias semânticas. A elaboração do ORSD, articulada às práticas da Organização do Conhecimento e da Representação da Informação, reforça o papel estratégico da modelagem ontológica para a padronização, reuso e integração de dados bibliográficos.

Além das contribuições metodológicas e técnicas, destaca-se o potencial da Ontologia Pinakes para apoiar a gestão, governança e preservação dos dados informacionais em instituições públicas. Ao promover uma representação estruturada e interoperável dos serviços bibliográficos, a ontologia contribui para a criação de infraestruturas mais resilientes, transparentes e alinhadas aos princípios internacionais, como os Princípios Internacionais de Catalogação (PIC). Em contextos marcados por heterogeneidade de sistemas e crescente demanda por integração e abertura de dados, a formalização de requisitos ontológicos torna-se uma estratégia relevante para assegurar continuidade, reusabilidade e clareza semântica das informações geradas e mantidas por serviços públicos de informação científica e técnica.

Como trabalho futuro, recomenda-se a continuidade do desenvolvimento da Ontologia Pinakes, com foco na definição dos requisitos não funcionais, na formalização do modelo em linguagens como OWL e na realização de testes com usuários reais para avaliação da usabilidade e efetividade da ontologia em ambientes de aplicação prática.

## Uso de IA generativa

Os autores declaram o uso de ferramentas de inteligência artificial generativa ChatGPT – OpenAI para apoio na organização e estruturação das ideias. Todo o conteúdo foi revisado criticamente pelos autores, que assumem total responsabilidade pelo texto final.

## Referências

- Alharbi, R., et al. (2024). An experiment in retrofitting competency questions for existing ontologies. In *Proceedings of the 39th ACM/SIGAPP Symposium on Applied Computing* (pp. 1650–1658). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3605098.3636053>
- Almeida, M. B. (2020). *Ontologia em ciência da informação: teoria e método*. CRV.
- Antia, M. J., & Keet, C. M. (2023). Automating the generation of competency questions for ontologies with AgOCQs. In F. Ortiz-Rodriguez et al. (Eds.), *Knowledge graphs and semantic web* (pp. 213–227). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-47745-4\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-031-47745-4_16)
- Bezerra, C., Freitas, F., & Santana, F. (2013). Evaluating ontologies with competency questions. In *Proceedings of the International Joint Conferences on Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technologies (IAT)* (pp. 284–285). IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6690745>
- Davis, A. M. (1993). *Software requirements: Objects, functions, and states*. Prentice Hall.
- Egov. (2021). *Metodologias ágeis: Scrum e Lean*. <https://egov.df.gov.br/metodologias-ageis-scrum-lean>
- Farinelli, F., & Elkin, P. L. (2017). Construção de ontologia na prática: Um estudo de caso aplicado ao domínio obstétrico. *Ciência da Informação*, 46(1). <https://revista.ibict.br/ciinf/article/view/4018>
- Fernández-Izquierdo, A., & García-Castro, R. (2021). Conformance testing of ontologies through ontology requirements. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 97, 104026. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0952197620303079>
- Fernández-Izquierdo, A., & García-Castro, R. (2022). Ontology verification testing using lexico syntactic patterns. *Information Sciences*, 582, 89–113. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2021.09.011>
- Fernández-Izquierdo, A., & García-Castro, R. (2018). Requirements behaviour analysis for ontology testing. In C. F. Zucker et al. (Eds.), *Knowledge engineering and knowledge management* (pp. 114–130). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-03667-6\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-03667-6_8)

- Fumagalli, M., Bailoni, T., & Giunchiglia, F. (2020). Assessing ontologies usage likelihood via search trends. In *Proceedings of the Joint Ontology Workshops*. CEUR-WS. <https://ceur-ws.org/Vol-2708/skale2.pdf>
- García-Ramos, S., et al. (2009). OntologyTest: A tool to evaluate ontologies through tests defined by the user. In S. Omatu et al. (Eds.), *Distributed computing, artificial intelligence, bioinformatics, soft computing, and ambient assisted living* (pp. 91–98). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-02481-8\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-642-02481-8_13).
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (6ª ed.). Atlas.
- Guarino, N. (1997). Semantic matching: Formal ontological distinction for information organization, extraction, and integration. In M. T. Pazienza (Ed.), *Information extraction: A multidisciplinary approach to an emerging information technology* (pp. 139–170). Springer.
- Guizzardi, R., Morales-Ramirez, I., & Perini, A. (2014). A goal oriented analysis to guide the development of a user feedback ontology. In *Proceedings of the International I Workshop at the 26th International Conference on Advanced Information Systems Engineering\**. CEUR-WS. <https://ceur-ws.org/Vol-1157/paper18.pdf>
- Institute of Electrical and Electronics Engineers. (1993). *IEEE Std 830-1993: IEEE recommended practice for software requirements specifications*. IEEE.
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering*. EBSE. [https://legacyfileshare.elsevier.com/promis\\_misc/525444systematicreviewsguide.pdf](https://legacyfileshare.elsevier.com/promis_misc/525444systematicreviewsguide.pdf)
- Monfardini, G. K. Q., Salamon, J. S., & Barcellos, M. P. (2023). Use of competency questions in ontology engineering: A survey. In J. P. A. Almeida et al. (Eds.), *Conceptual modeling* (pp. 45–64). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-47262-6\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-031-47262-6_3)
- Motta, R. W., et al. (2017). Elicitação de requisitos orientada por ontologias de domínio. *Revista CGTI, 1*(2). <https://portalrevistas.ucb.br/index.php/rgcti/article/view/10283>
- Noy, N. F., & McGuinness, D. L. (2001). *Ontology development 101: A guide to creating your first ontology*. Knowledge Systems Laboratory, Stanford University.
- Pereira, L. M. F., et al. (2016). OGDPub: Ontologia de domínio para publicação de dados abertos por municípios brasileiros. In *Proceedings of the 9th Ontobras Brazilian Ontology Research Seminar* (pp. 162–167). CEUR-WS. <https://ceur-ws.org/Vol-1862/paper-15.pdf>
- PRESSoo Review Group. (2017). *Definition of PRESSoo: A conceptual model for bibliographic information pertaining to serials and other continuing resources* (Version 1.3). IFLA.
- Rao, L., Reichgelt, H., & Osei-Bryson, K.-M. (2008). Knowledge elicitation techniques for deriving competency questions for ontologies. In *Proceedings of the International Conference on Enterprise Information Systems* (pp. 105–110). ICEIS.

- Reiz, A., & Sandkuhl, K. (2023). A proposal for an ontology metrics selection process. In *Proceedings of the International Conference on Information and Knowledge Engineering and Systems*. SCITEPRESS.
- Ren, Y., et al. (2014). Towards competency question driven ontology authoring. In V. Presutti et al. (Eds.), *The semantic web: Trends and challenges* (pp. 752–767). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-07443-6\\_50](https://doi.org/10.1007/978-3-319-07443-6_50)
- Rico, M., et al. (2014). OntoQualitas: A framework for ontology quality assessment in information interchanges between heterogeneous systems. *Computers in Industry*, 65(9), 1202–1215.
- Riva, P., Le Boeuf, P., & Žumer, M. (2017). *IFLA library reference model: A conceptual model for bibliographic information*. IFLA.
- Sales, L. F., Campos, M. L. A., & Gomes, H. E. (2006). Ontologias de domínio: Um estudo das relações conceituais e sua aplicação. In *Anais do Encontro Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciência da Informação*. ANCIB.
- Shojaee-Mend, H., Ayatollahi, H., & Abdolahadi, A. (2021). Ontology engineering for gastric dystemperament in Persian medicine. *Methods of Information in Medicine*, 60(05/06), 162–170.
- Silva, P. F., et al. (2011). Uma ontologia para gestão de segurança da informação. In *Anais do Seminário de Pesquisa em Ontologia no Brasil*. CEUR-WS.
- Suárez-Figueroa, M. C. (2010). *NeOn methodology for building ontology networks: Specification, scheduling and reuse* (Doctoral dissertation, Universidad Politécnica de Madrid).
- Suárez-Figueroa, M. C., & Gómez-Pérez, A. (2012). Ontology requirements specification. In M. C. Suárez-Figueroa et al. (Eds.), *Ontology engineering in a networked world* (pp. 93–). Springer.
- Suárez-Figueroa, M. C., Gómez-Pérez, A., & Villazón-Terrazas, B. (2009). How to write and use the ontology requirements specification document. In R. Meersman, T. Dillon, & P. Herrero (Eds.), *On the move to meaningful internet systems* (pp. 966–982). Springer.
- Vandenbussche, P.-Y., et al. (2017). Linked open vocabularies (LOV): A gateway to reusable semantic vocabularies on the web. *Semantic Web*, 8(3), 437–452. <https://doi.org/10.3233/SW-160213>
- Vasantha, G. V. A., Roy, R., & Corney, J. R. (2015). Advances in designing product service systems. *Journal of the Indian Institute of Science*, 92(3).
- W3C. (2010). *Linked open data*. [https://www.w3.org/egov/wiki/Linked\\_Open\\_Data](https://www.w3.org/egov/wiki/Linked_Open_Data)
- Wiśniewski, D., Potoniec, J., & Ławrynowicz, A. (2022). ReqTagger: A rule based tagger for automatic glossary of terms extraction from ontology requirements. *Foundations of Computing and Decision Sciences*, 47(1), 65–86. <https://doi.org/10.2478/fcds-2022-0003>

Zhu, J., & Liu, W. (2020). A tale of two databases: The use of Web of Science and Scopus in academic papers. *Scientometrics*, 123(1), 321–335. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03387-8>.