

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
FACULDADE DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO
CURSO DE BIBLIOTECONOMIA

JOÃO PEDRO SOUSA NUNES

**A CONTRIBUIÇÃO DA ORGANIZAÇÃO E REPRESENTAÇÃO DO
CONHECIMENTO NO DESENVOLVIMENTO DE INTERFACES ADAPTATIVAS:
Proposta de uma arquitetura de interface orientada por ontologias**

Brasília, DF

2024

JOÃO PEDRO SOUSA NUNES

**A CONTRIBUIÇÃO DA ORGANIZAÇÃO E REPRESENTAÇÃO DO
CONHECIMENTO NO DESENVOLVIMENTO DE INTERFACES ADAPTATIVAS:
Proposta de uma arquitetura de interface orientada por 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: Dr^a. Fernanda Farinelli

Coorientador: Dr. Eduardo Ribeiro Felipe

Brasília, DF

2024

CIP - Catalogação na Publicação

SN972c Sousa Nunes, João Pedro.
A CONTRIBUIÇÃO DA ORGANIZAÇÃO E REPRESENTAÇÃO DO
CONHECIMENTO NO DESENVOLVIMENTO DE INTERFACES ADAPTATIVAS:
Proposta de uma arquitetura de interface orientada por
ontologias / João Pedro Sousa Nunes; orientador Fernanda
Farinelli; co-orientador Eduardo Ribeiro Felipe. --
Brasília, 2024.
128 p.

Monografia (Graduação - Biblioteconomia) -- Universidade
de Brasília, 2024.

1. Representação e organização do conhecimento. 2.
Ontologia aplicada. 3. Desenvolvimento orientado a
ontologia. 4. Interface adaptativa do usuário. 5.
Biblioteconomia. I. Farinelli, Fernanda, orient. II. Ribeiro
Felipe, Eduardo, co-orient. III. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Título: A CONTRIBUIÇÃO DA ORGANIZAÇÃO E REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO NO DESENVOLVIMENTO DE INTERFACES ADAPTATIVAS: Proposta de uma arquitetura de interface orientada por ontologias

Autor(a): João Pedro Sousa Nunes

Monografia apresentada em **18 de setembro de 2024** à Faculdade de Ciência da Informação da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Biblioteconomia.

Orientador(a) (FCI/UnB): Dra. Fernanda Farinelli
Coorientador (ICT/UNIFEI) : Dr. Eduardo Ribeiro Felipe
Membro Interno (FCI/UnB): Dr. Márcio Bezerra da Silva
Membro Externo (IBCTI): Dr. Milton Shintaku



Documento assinado eletronicamente por **Milton Shintaku, Usuário Externo**, em 23/09/2024, às 13:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.



Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Farinelli, Professor(a) de Magistério Superior da Faculdade de Ciência da Informação**, em 23/09/2024, às 15:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Ribeiro Felipe, Usuário Externo**, em 23/09/2024, às 15:44, 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 01/10/2024, às 11:31, 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 **11764206** e o código CRC **2D36581D**.

Dedico este trabalho a todos os profissionais da saúde, educação e ciência ao redor do mundo, que dedicam suas vidas ao bem comum, muitas vezes enfrentando desafios e adversidades. Que seus esforços inspirem uma revolução de conhecimento, compaixão e justiça, e que juntos possamos construir um futuro mais digno e sustentável para todos.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos meus familiares, em especial ao meu pai Marcus, minha mãe Mônica e à minha irmã Maria Julia. Eles que me dão suporte, aconselhamentos e força para confrontar os desafios da vida. Com meus pais, aprendi a valorizar a educação de qualidade e a sempre buscar mais conhecimento, com a minha irmã tenho amizade, parceria nos estudos, conselhos e debates sobre livros e filmes. Agradeço à minha namorada Nathália, que sempre me apoia com seu amor e companheirismo. Em dias de desânimo, suas mensagens de apoio me motivam e me dão força.

Agradeço à minha orientadora, a Professora Doutora Fernanda Farinelli, que passou horas e horas me aconselhando, orientando e ensinando, abrindo portas além da minha imaginação. Sua dedicação ao ensino é cativante, e todos os seus alunos saem de suas aulas mais iluminados. Ao meu Coorientador, o Professor Doutor Eduardo Ribeiro Felipe, que me ajudou na parte mais técnica deste trabalho e me motivou sempre dizendo “Vamos em frente!” – e assim seguimos até a conclusão deste trabalho.

Agradeço a todos os professores com quem já tive aula, desde o pré-zinho até a graduação, e também àqueles das etapas de ensino que virão a seguir. Os docentes da UnB me deram os mapas que sigo em minha jornada acadêmica e profissional. Em especial, agradeço aos docentes da Faculdade de Ciência da Informação (FCI), minha casa na UnB, e aos docentes do Departamento de Ciência da Computação. Ao Professor Doutor Márcio Bezerra, pela valiosa participação na banca, pela dedicação como coordenador do curso e excelente professor. As participações na Mostra de Cursos divulgando a Biblioteconomia e depois levando todos os alunos que participaram para tomar sorvete foram momentos que ficarão na memória. Agradeço também à Professora Doutora Greyciane Lins por topar projetos diferentes, como a oficina de fanfics, e por ser tão acessível e fácil de conversar. Ao Professor Doutor Márcio Victorino, o qual, na disciplina de Planejamento de Sistemas de Informação (PSI), me inspirou a elaborar a ideia do “*Sistema Palestrinha*”. Agradeço especialmente pelo empenho ao ensinar programação na Biblioteconomia, sempre tentando demonstrar que, realmente, programar é legal — como ele sempre diz, “programar *is cool*”! E à Professora Doutora Michelli da Costa, pela disciplina de Serviços de Informação, que reviveu meu comprometimento com o curso e com a área social e cultural, à qual não abandonarei, apesar de atuar na parte tecnológica. Gostaria de ter tido a oportunidade de fazer mais matérias com ela.

Aos meus colegas da FCI, com quem passei bons momentos; sem eles, essa jornada teria sido muito mais árdua. Obrigado por, juntamente com os professores, toparem as minhas ideias de projetos incessantes. Espero continuar trabalhando com todos no futuro. Em especial, agradeço à Francisco Nascélio, que conheci quando eu era da Museologia e desde então se tornou um amigo para a vida toda. Ao chegar na UnB às 7h, muitas vezes recebia um áudio dele cantando Bowie ou Elton John, definindo a trilha sonora do dia e energizando o dia que viria pela frente; Vanessa Suelen, minha primeira amiga no curso, que já me salvou em diversos trabalhos; João Pedro Bezerra, meu xará e amigo bibliotecário tecnológico; Laís Cirilo, minha afilhada no curso, mas que sempre parecia ser minha veterana, porque foi ela quem me ensinou tanto; Alec Santos, que, entre um BL e outro, sempre soube como dar aquele suporte nas horas difíceis; Geovanna Melone, a incomparável rainha dos "aquelas", cuja presença e humor único tornaram tudo mais leve; e Clarissa Perea, que aprende mil idiomas, é a nossa colega burguesa, adora K-POP, e é ótima de conversar.

Agradeço à Biblioteca Central da UnB (BCE), onde tive a oportunidade de crescer frequentando com minha mãe. Lá, tive meu primeiro emprego, que me certificou de que a Biblioteconomia era o que eu realmente queria para a minha vida. A cada servidor e colaborador que dá vida a essa instituição tão importante para a formação de todos da universidade, minha gratidão.

Ao Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), meu agradecimento por ser um pilar no desenvolvimento científico e tecnológico do país. Agradeço a oportunidade de integrar uma equipe tão competente. Em especial, agradeço ao meu coordenador de pesquisa e membro desta banca, o Professor Doutor Milton Shintaku, e aos meus colegas da Coordenação de Articulação, Geração e Aplicação de Tecnologia (COTEC).

A todos os arquivistas, bibliotecários, museólogos e cientistas da informação aplicados, dedicados e apaixonados pela área da informação, vocês são uma inspiração. E a todos que me ajudaram direta ou indiretamente nessa jornada.

"A Web Semântica não trata apenas de depósito de dados na web. Trata-se de fazer ligações, de modo que uma pessoa ou máquina possa explorar esse conjunto de dados."

- Tim Berners-Lee

RESUMO

Os formulários de cadastro de dados nem sempre representam corretamente o domínio de conhecimento ao qual se referem, comprometendo a precisão e a consistência das informações inseridas. Neste trabalho, foi investigada como uma ontologia poderia guiar o cadastro de informações a partir de uma interface gráfica do usuário adaptativa. Para isto foi utilizado como estudo de caso, o Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas da Universidade de Brasília, com foco no módulo de cadastro de atividades acadêmicas. Para isto se objetivou a construção de uma ontologia para representar o domínio das atividades acadêmicas e projetar uma arquitetura de sistema de informação que otimize esse processo. A metodologia envolve a criação de uma ontologia que categoriza diferentes tipos de eventos acadêmicos e o desenvolvimento de uma Prova de Conceito (PoC) para validar a geração automática de interfaces de usuário a partir dessa ontologia. Foram realizados testes para avaliar a eficácia e precisão do sistema. Os resultados mostram que a utilização de ontologias para criar formulários adaptativos melhora a consistência dos dados, facilita a recuperação de informações e promove a qualidade do registro acadêmico. O bibliotecário e o cientista da informação atuam na modelagem ontológica aplicando seus conhecimentos em organização e classificação da informação para garantir consistência e interoperabilidade semântica. A abordagem simplifica o cadastro e garante maior adequação às características dos eventos. Conclui-se que a solução proposta aprimora o valor semântico de formulários de entradas de dados através de interfaces orientadas por ontologia, além de destacar a importância do papel dos bibliotecários na modelagem ontológica, embora desafios na manipulação de ontologias complexas devam ser considerados em trabalhos futuros.

Palavras-chave: Representação e organização do conhecimento. Ontologia aplicada. Desenvolvimento orientado a ontologia. Interface adaptativa do usuário. Biblioteconomia.

Title: CONTRIBUTION OF KNOWLEDGE ORGANIZATION AND REPRESENTATION TO THE DEVELOPMENT OF ADAPTIVE INTERFACES: An ontology-driven interface architecture proposal

ABSTRACT

Data registration forms do not always correctly represent the knowledge domain to which they refer, compromising the accuracy and consistency of the information entered. In this work, we investigated how an ontology could guide the registration of information using an adaptive graphical user interface. For this purpose, the Integrated Academic Activities Management System of the University of Brasília was used as a case study, focusing on the academic activities registration module. For this purpose, the objective was to build an ontology to represent the domain of academic activities and design an information system architecture that optimizes this process. The methodology involves the creation of an ontology that categorizes different types of academic events and the development of a Proof of Concept (PoC) to validate the automatic generation of user interfaces from this ontology. Tests were carried out to evaluate the effectiveness and accuracy of the system. The results show that the use of ontologies to create adaptive forms improves data consistency, facilitates information retrieval and promotes the quality of academic records. The librarian and information scientist work in ontological modeling, applying their knowledge in organizing and classifying information to ensure consistency and semantic interoperability. The approach simplifies registration and ensures greater adaptation to the characteristics of the events. It is concluded that the proposed solution improves the semantic value of data entry forms through ontology-driven interfaces, in addition to highlighting the importance of the role of librarians in ontological modeling, although challenges in manipulating complex ontologies should be considered in future work.

Keywords: Adaptive user interface. Applied ontology. Ontology-driven development. Library science.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Triângulo do Conceito de Dahlberg.....	26
Figura 2: Espectro de Artefatos Classificados como Ontologias.....	30
Figura 3: Espectro de artefatos de organização da informação por expressividade.....	32
Figura 4: Exemplos de classes da BFO v2.0 na Ferramenta Protégé.....	36
Figura 5: Relacionamento da classe Identificador com a Classe Pessoa no Protégé.....	37
Figura 6: Exemplo de Anotações na classe ocorrente no Protégé.....	37
Figura 7: Listagem de <i>annotation properties</i> no Protégé.....	38
Figura 8: Listagem de <i>object properties</i> no Protégé.....	39
Figura 9: Listagem de <i>data properties</i> no Protégé.....	40
Figura 10: Código OWL/XML da classe região espacial unidimensional.....	42
Figura 11: Trecho de OWL - Restrições na classe entidade de conteúdo de informação.....	43
Figura 12: Trecho de OWL - Restrições de cardinalidade.....	44
Figura 13: Trecho de OWL – <i>Annotation Property</i>	44
Figura 14: Trecho de OWL – <i>Label</i> de Definição.....	45
Figura 15: Trecho de OWL – <i>Object property</i> “é a duração de”.....	46
Figura 16: Trecho de OWL – <i>Data property</i> “tem data e hora”.....	46
Figura 17: Hierarquia da BFO versão 2.0 em Inglês.....	47
Figura 18: Cenários propostos pela Metodologia NeOn para construção de ontologias.....	50
Figura 19: Composição de Sistemas de Informação.....	55
Figura 20: Diamante de Leavitt.....	56
Figura 21: GUI do sistema operacional Windows 11.....	59
Figura 22: GUI do sistema Android 8.....	59
Figura 23: Página de cadastro de usuário no Facebook.....	60
Figura 24: Arquitetura de aplicações <i>web</i> usando o padrão MVC.....	64
Figura 25: Arquitetura do sistema LIBSYS (10).....	65
Figura 26: Ciclo regulador do DSR.....	66
Figura 27: Hierarquia de atividades acadêmicas do SIGAA.....	75
Figura 28: Página inicial de submissão de proposta de ações de extensão no SIGAA.....	77
Figura 29: Métricas da ontologia ONTAE.....	79
Figura 30: Detalhe com parte das <i>object properties</i> da ONTAE.....	79
Figura 31: Exemplo da relação “ministra” criada no Protégé.....	80
Figura 32: Recorte de todas as <i>data properties</i> da ontologia no Protégé.....	81
Figura 33: Recorte da hierarquia de Atividades Acadêmicas na ontologia ONTAE.....	82
Figura 34: Relacionamentos entre classes.....	83

Figura 35: Classe laboratório em OWL	86
Figura 36: Relacionamento (<i>object property</i>) ministra em OWL.....	87
Figura 37: Tipo de dado (<i>data property</i>) “ <i>tem título</i> ”	88
Figura 38: Proposta de Arquitetura de IAU	89
Figura 39: Hierarquia da ONTAE e seus relacionamentos	92
Figura 40: Formulário de cadastro de dados: renderização das subclasses de atividade acadêmica	92
Figura 41: JSON com as subclasses da classe atividade acadêmica	94
Figura 42: Formulário de cadastro de dados das subclasses de evento acadêmico.....	95
Figura 43: JSON com retorno do chamado da rota <i>/get_class_details</i>	96
Figura 44: Resultado de extração de dados simplificada	97
Figura 45: Formulário de cadastro de dados: renderizando os campos de preenchimento de dados.	98
Figura 46: Formulário de cadastro de dados: renderização de mensagens de erros.....	100
Figura 47: Interface do usuário preenchida para envio de dados.....	101
Figura 48: Interface do usuário com JSON salvo	102
Figura 49: JSON resultante do preenchimento e persistência dos dados.	102
Figura 50: Formulário de consulta de atividades de acadêmicas no modulo externo do SIGAA.....	119
Figura 51: Tela inicial de cadastro de Ações de Extensão no SIGAA	120
Figura 52: Formulário de cadastro de Curso 1 no SIGAA	121
Figura 53: Formulário de cadastro de Curso 2 no SIGAA	121
Figura 54: Formulário de cadastro de Curso 3 no SIGAA	122
Figura 55: Formulário de cadastro de Evento 1 no SIGAA	122
Figura 56: Formulário de cadastro de Evento 2 no SIGAA	123
Figura 57: Formulário de cadastro de Evento 3 no SIGAA	123
Figura 58: Formulário de consulta de ações de extensão no SIGAA estudantil.....	124
Figura 59: Formulário de consulta de atividades no modulo externo do SIGAA.....	124
Figura 60: Resposta completa em JSON da rota <i>get_class_details</i> para a classe palestra.	125

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Distinções de ontologia por área do conhecimento.	29
Quadro 2: Elementos da ontologia.....	36
Quadro 3: Elementos da experiência de usuário adaptada	63
Quadro 4: Propriedades da Ontologia ONTAE	81
Quadro 5: Lista de <i>data properties</i> da ONTAE com as classes de domínio e seus tipos de dados	82
Quadro 6: Classes da Ontologia ONTAE.....	84
Quadro 7: Relação das rotas, seus parâmetros e suas funcionalidades	94
Quadro 8: Mapeamento dos elementos do OWL para as tags e atributos HTML	99

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
BFO	Basic Formal Ontology
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CI	Ciência da Informação
CRUD	Create, Read, Update, Delete
DSR	Design Science Research
FCI	Faculdade de Ciência da Informação
IAO	Information Artifact Ontology
IAU	Interface Adaptativa do Usuário
IAUOO	Interface Adaptativa do Usuário Orientada a Ontologia
ICBO	Congresso Internacional de Ontologias Biomédicas
IHC	Interação Humano Computador
IUOO	Interface do Usuário Orientada por Ontologia
JSON	JavaScript Object Notation
LAI	Lei de Acesso à Informação
MIREOT	Minimum Information to Reference an External Ontology Term
MVC	Modelo-Visão-Controlador
NeON	Networked Ontologies
OBI	Ontologia de Investigações Biomédicas
OBO	Open Biological and Biomedical Ontology Foundry
OntONeo	Obstetric and Neonatal Ontology
OWL	Ontology Web Language
PoC	Prova de Conceito
ReBORM	Realism-Based Ontology Reengineering Methodology
RDF	Resource Description Framework
RDFS	Resource Description Framework Schema
RO	Relation Ontology
RUP	Rational Unified Process
SABiO	Systematic Approach for Building Ontologies
SciELO	Scientific Electronic Library Online
SI	Sistema de Informação
SIGAA	Sistema Integrado de Gerenciamento de Atividades Acadêmicas

SGBD	Sistemas de gerenciamento de banco de dados
SOC	Sistemas de Organização do Conhecimento
TOVE	Toronto Virtual Enterprise
UFO	Unified Foundational Ontology
UPON	Unified Process for Ontology Building
UnB	Universidade de Brasília
WOS	Web of Science
XML	Extensible Markup Language

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	Problema	23
1.2	Objetivos	23
1.2.1	Objetivo geral	24
1.2.2	Objetivos específicos	24
1.3	Justificativa.....	24
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	25
2.1	Representação da Informação e do Conhecimento.....	25
2.2	Organização do conhecimento	25
2.3	Sistemas de Organização do Conhecimento	27
2.4	Fundamentos de Ontologia.....	28
2.4.1	Classificação das ontologias.....	30
2.4.2	Elementos da ontologia	36
2.4.3	Ontology Web Language	41
2.4.4	Basic Formal Ontology	48
2.4.5	Metodologia para construção de ontologias.....	49
2.4.6	Minimum Information to Reference an External Ontology Term.....	54
2.5	Sistemas de Informação	55
2.6	Interface Humano-computador.....	58
2.6.1	Interfaces Gráficas do Usuário (GUI).....	59
2.6.2	Interface Adaptativa do Usuário (IAU)	61
2.6.3	Interfaces do Usuário Orientadas por Ontologias.....	62
2.7	Arquitetura de Sistemas de Informação	64
2.8	Design Science Research	66
3	METODOLOGIA DA PESQUISA	69
3.1	Classificação da pesquisa	69
3.2	Procedimentos e etapas de pesquisa	69
3.2.1	Pesquisa Bibliográfica	70
3.2.2	Aplicação da DSR.....	71
3.2.3	Metodologia para Construção da Ontologia.....	72
3.2.4	O Ciclo de DSR	73
4	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	76

4.1	O domínio de conhecimento de Atividades Acadêmicas.....	76
4.2	A Ontologia de Eventos Acadêmicos	79
4.2.1	Formalização da ONTAE em OWL	87
4.3	Arquitetura para IAU	89
4.4	A prova de conceito	92
5	DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	104
5.1	A ontologia como estrutura para a interface de cadastro de informações.....	104
5.2	O papel do bibliotecário e cientista da informação na modelagem ontológica.....	105
5.3	Avaliação da Ontologia de Eventos Acadêmicos	106
5.4	Impacto da Arquitetura Proposta.....	107
5.5	Camada de persistência de dados: instâncias	108
5.6	Desafios da proposta	109
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	111
6.1	Objetivos e resultados principais	111
6.2	Limitações da Pesquisa	113
6.3	Trabalhos futuros	113
6.4	Considerações Finais e Implicações	114
	REFERÊNCIAS	115
	BIBLIOGRAFIA	119
	ANEXO 1	120
	APÊNDICE 1	126

1 INTRODUÇÃO

A inconsistência semântica é um dos principais desafios enfrentados pelos sistemas de informação, especialmente no que diz respeito à recuperação de informações. Esse problema surge quando o significado dos dados não é mantido de forma consistente em todo o sistema, o que pode resultar em interpretações errôneas ou na recuperação de informações irrelevantes para os usuários. A falta de padronização na entrada de dados, o uso inadequado de termos e as diferentes interpretações de conceitos-chave por usuários distintos são algumas das principais fontes desses problemas. Além disso, a heterogeneidade dos sistemas, em que diferentes sistemas adotam esquemas de dados e terminologias variados, intensifica essa questão, dificultando a integração e a correta interpretação dos dados em um ambiente mais amplo. Uma abordagem mais padronizada e integrada poderia minimizar essas inconsistências, melhorando a eficácia da recuperação de informações.

Como um exemplo, temos o ambiente acadêmico da Universidade de Brasília (UnB), onde existem diversas oportunidades de ampliar o conhecimento, como palestras, simpósios, conferências, ou a realização de atividades que melhorem a qualidade de vida, como clubes de leitura, oficinas práticas de artesanato, ou atividades de longa duração, como projetos de iniciação científica, projetos de iniciação à docência e projetos de extensão. Entretanto, nem todas essas atividades ofertadas alcançam seus públicos, e nem sempre o público encontra a informação sobre a atividade. Essa dificuldade em alcançar o público-alvo pode estar diretamente ligada à falta de padronização na inserção de informações nos sistemas de gerenciamento usado na instituição.

Atualmente, as atividades acadêmicas da UnB são divulgadas em diferentes locais, como o site de oportunidades de PIBIC, o Sistema Integrado de Gerenciamento de Atividades Acadêmicas (SIGAA) e os sites das próprias unidades da UnB. A divulgação fragmentada e os diferentes formatos adotados pelos departamentos e setores da UnB dificultam o acesso dos discentes a essas informações, gerando um cenário em que muitas oportunidades valiosas acabam passando despercebidas. Se essa divulgação fosse centralizada em uma única plataforma, a comunicação seria mais eficiente e alcançaria um maior número de discentes. Desse modo, a padronização dos processos de divulgação pode ser um fator chave para otimizar a comunicação entre a instituição e a comunidade acadêmica, promovendo maior visibilidade das atividades e ampliando a participação estudantil.

A questão semântica também desempenha um papel fundamental nas interfaces gráficas de usuário (GUI) dos sistemas de informação, tanto na etapa de cadastro de dados

quanto na recuperação dessas informações. Ao longo desta seção, ao nos referirmos às "interfaces de cadastro e de consulta," estamos tratando especificamente das interfaces gráficas de usuário dentro do sistema. Essas interfaces são os meios pelos quais os usuários interagem diretamente com o sistema de informação, tanto para inserir quanto para buscar dados. A qualidade dessas GUIs é determinante para garantir uma experiência de uso eficiente e intuitiva, refletindo diretamente na precisão e na relevância das informações cadastradas e recuperadas.

Em um sistema de informação, a interface de cadastro deve ser projetada para garantir que os dados necessários sejam inseridos de maneira padronizada e clara, promovendo a integridade semântica desde o início. A interface de cadastramento precisa guiar o usuário na inserção das informações corretas, utilizando campos de entrada bem definidos e descrições claras, de forma que não restem dúvidas quanto ao que é necessário preencher. Com isso, é possível evitar a introdução de dados ambíguos ou inconsistentes, assegurando que a informação registrada tenha um significado claro e preciso para todos os usuários.

Já as interfaces de consulta, por outro lado, devem ser intuitivas e facilitar o acesso dos usuários às informações relevantes. A apresentação de filtros, critérios de busca e opções de refinamento precisa ser cuidadosamente planejada, de modo que os termos utilizados sejam compreensíveis e consistentes com o modo como os dados foram registrados no sistema.

Seguindo o exemplo da UnB, pode ser observado no formulário de busca de atividades acadêmicas do SIGAA (ANEXO 1, Figura 50) uma série de desafios que muitas vezes dificultam a recuperação eficiente das atividades cadastradas, que pode refletir a falta de coerência semântica entre o cadastro e a recuperação das atividades cadastradas. Um dos principais problemas observados é a falta de padronização nas categorias de classificação das atividades. Neste formulário nota-se que o campo "Tipo de Ação", por exemplo, apresenta opções genéricas como "*curso*", "*evento*", "*prestação de serviços*" e "*produto*". Esta falta de padronização gera uma dificuldade de enquadramento para os responsáveis pelo cadastro, que podem não saber onde exatamente suas atividades se encaixam. Uma oficina de curta duração, por exemplo, poderia ser cadastrada como "*Curso*" ou como "*Evento*", dependendo da interpretação de quem está fazendo o registro. Essa falta de clareza resulta em inconsistências e prejudica a busca posterior, pois o usuário que está procurando por "*Oficina*" pode não conseguir encontrar a atividade caso ela tenha sido cadastrada em outra categoria. Esse problema revela uma falta de alinhamento entre o entendimento semântico sobre o que é cadastrado, de quem cadastra e de quem realiza a busca, prejudicando a eficiência do sistema.

Outro aspecto que contribui para a inconsistência semântica é o excesso de campos obrigatórios no formulário de cadastro, como “*Centro/Unidade Acadêmica*”, “*Área do CNPq*” e “*Área Temática*”. Esses campos exigem informações que, muitas vezes, não são intuitivas para os responsáveis pelo cadastro, especialmente quando se trata de atividades que são multidisciplinares ou que não se encaixam claramente em uma única área de conhecimento. Esse cenário pode levar ao preenchimento incorreto ou à inserção de informações genéricas, comprometendo a precisão dos dados cadastrados. Além dos desafios enfrentados por quem realiza o cadastro, os usuários que consultam as atividades acadêmicas no SIGAA também podem encontrar dificuldades, especialmente quando não estão familiarizados com informações específicas como “*Centro/Unidade Acadêmica*”, “*Área do CNPq*” e “*Área Temática*”. Esses campos, muitas vezes técnicos e próprios do universo acadêmico, podem confundir os estudantes e demais usuários que buscam atividades, dificultando a definição dos critérios corretos para realizar suas buscas.

Um responsável pelo registro de uma atividade pode, por exemplo, inserir uma área do CNPq de forma imprecisa, simplesmente para preencher o campo obrigatório. Resultando as vezes em registros pouco descritivos, que prejudicam a capacidade de recuperação de informações específicas pelos usuários do sistema. Alunos e pesquisadores que buscam por atividades em áreas específicas podem enfrentar dificuldade em encontrar as informações desejadas, mesmo que elas estejam cadastradas, devido à falta de uma classificação mais padronizada e clara no momento do registro. Um aluno que esteja procurando uma atividade de extensão pode não saber exatamente a que unidade acadêmica ela está vinculada, ou qual seria a classificação apropriada dentro das áreas do CNPq. Essa falta de familiaridade com os termos e classificações pode levar à realização de buscas menos precisas, resultando em um número reduzido de resultados relevantes ou, em alguns casos, na ausência de resultados que atendam às expectativas do usuário.

A qualidade das interfaces de cadastro e de consulta é fundamental para garantir a consistência e a eficácia dos sistemas de informação. Uma interface de cadastro bem planejada deve assegurar que os dados sejam registrados de forma precisa e padronizada, guiando o usuário na inserção correta das informações e evitando ambiguidades. Isso é essencial para que o registro de dados reflita com exatidão o significado e a intenção original do que está sendo cadastrado, permitindo que as informações sejam compreendidas de forma consistente por todos os usuários do sistema.

Por outro lado, uma interface gráfica de consulta bem projetada deve ser capaz de traduzir as intenções dos usuários em consultas eficazes, refletindo a estrutura semântica dos dados cadastrados. Ela deve apresentar termos claros e intuitivos, além de permitir que os usuários façam buscas de forma natural, sem a necessidade de conhecimento prévio de terminologias técnicas. Quando as interfaces de consulta são coerentes nos termos utilizados e na maneira como as informações são apresentadas, a eficiência na recuperação dos dados aumenta significativamente, permitindo que os usuários encontrem de forma mais precisa as informações de que necessitam.

Durante a disciplina optativa de Sistemas de Informação, no curso de Biblioteconomia, oferecida pelo Departamento de Ciência da Computação, foi realizado um projeto em grupo para a elaboração e implementação de um sistema chamado “Palestrinha”. Este sistema no qual as atividades acadêmicas realizadas na UnB fossem acessadas mais facilmente pelos discentes, tendo assim, um alcance maior. Planejava-se que os usuários desse sistema encontrassem os eventos das suas áreas do conhecimento de interesse, exercendo assim a ideia de “Universidade Aberta” de Darcy Ribeiro. No entanto, surgiu outro desafio: Como melhor representar, conceituar e modelar as atividades acadêmicas? Que princípios poderiam ser utilizados para que as inserções de dados nos cadastros de atividades acadêmicas possam ser mais estruturadas?

Uma possível solução seria propor um artefato de representação do domínio de conhecimento na qual o sistema de informação opera. Por exemplo, no caso de um sistema que gerencia eventos acadêmicos, é essencial entender as diferenças entre os termos “atividades”, “eventos” e “ações” acadêmicas, além de suas características. Isso inclui discernir a que tipo de acontecimento se referem os congressos ou distingui-los entre um simpósio e uma palestra, por exemplo. Para mitigar problemas de consistência semântica, é essencial a utilização de ontologias e vocabulários controlados, que padronizam os termos e definem claramente as relações entre eles. As ontologias ajudam a garantir que todos os usuários e componentes do sistema compartilhem um entendimento comum dos dados, o que facilita a consistência semântica na representação e recuperação da informação. Além disso, técnicas como a validação de dados e a integração semântica são fundamentais para assegurar que os dados mantêm seu significado ao longo de todo o ciclo de vida do sistema.

Esta constatação se deu ao cursar a disciplina optativa “Tópicos Especiais em Biblioteconomia: Fundamentos em Ontologia”. Percebeu-se a aplicabilidade de inserir uma ontologia de domínio dentro de um sistema de informação. A ontologia poderia definir regras

claras para a inserção de dados no sistema, garantindo uma representação mais precisa e consistente das informações.

Neste contexto, a Ciência da Informação (CI) contribui por meio dos Sistemas de Organização do Conhecimento (SOC), que são artefatos que “abrange todos os tipos de esquemas que organizam e representam o conhecimento, por exemplo, as classificações, taxonomias, tesouros e ontologias” (Carlan; Medeiros, 2011, p. 54), que ajudam a estruturar e organizar o conhecimento de forma eficiente. Uma ontologia pode ser vista como um tipo específico de SOC, oferecendo uma estrutura formal para a definição e inter-relação de conceitos dentro de um domínio.

Fujita e Tolare (2019) apresentam uma classificação dos Sistemas de Organização do Conhecimento (SOCs) em bibliotecas digitais, baseada no estudo pioneiro de Hodge (2000) e em contribuições posteriores de Hill et al. (2002), Zeng e Chan (2004), entre outros. Segundo Fujita apud Hodge (2000), os SOCs podem ser categorizados em duas grandes classes: (1) sistemas de classificação e categorização, como taxonomias e cabeçalhos de assunto, e (2) modelos de relacionamento, como ontologias, redes semânticas e tesouros.

A falta de padronização no registro de informações compromete a recuperação eficiente dos dados, podendo gerar perda de integridade em diferentes sistemas, sendo particularmente problemático em contextos em que os desenvolvedores não possuem domínio específico do conhecimento da área para a qual estão criando os sistemas. Por exemplo, considere um sistema de registro médico, onde as enfermidades possam ser cadastradas. Idealmente, o sistema teria um seletor que permite ao usuário escolher entre categorias amplas de enfermidades, como infecções ou doenças crônicas, e, com base nessa escolha, um formulário específico seria gerado para o cadastramento detalhado da enfermidade. No entanto, sem o conhecimento adequado da área médica, os desenvolvedores podem criar formulários genéricos e insuficientes, que não capturam informações importantes e específicas, resultando em registros incompletos ou inconsistentes, dificultando a análise e recuperação eficiente dos dados.

Da mesma forma, ocorre com o cadastramento e a recuperação de informações sobre atividades acadêmicas no SIGAA. A consistência semântica entre as Interfaces Gráficas do Usuário (GUI, do inglês *Graphical User Interface*) é, portanto, essencial. Ela assegura que os dados inseridos sejam registrados de forma clara e estruturada, e que possam ser recuperados de forma igualmente clara, promovendo a utilidade e a acessibilidade das informações mantidas pelo sistema. Essa integração harmoniosa entre o cadastro e a consulta possibilita

que as informações sejam não apenas armazenadas de forma eficiente, mas também recuperadas de maneira relevante e significativa para os usuários.

As GUI são componentes visuais que facilitam a interação entre o usuário e sistemas de informação. Elas utilizam elementos como janelas, botões, ícones e menus para permitir que usuários executem tarefas de forma intuitiva, sem a necessidade de comandos complexos ou conhecimento técnico avançado. A eficácia de uma GUI depende não apenas de sua aparência ou facilidade de uso, mas também da sua capacidade de representar e recuperar informações de maneira que faça sentido dentro do domínio específico do sistema em que é aplicada. Para que uma GUI atenda plenamente às necessidades dos usuários, é fundamental que seu design seja fundamentado na semântica do domínio de conhecimento específico para o qual o sistema foi desenvolvido. Isso significa que a interface deve ser projetada levando em consideração os conceitos, termos e relações inerentes ao campo de aplicação do sistema, proporcionando uma interação que seja relevante e alinhada ao contexto dos usuários.

1.1 Problema

Diante desse cenário, surge a questão fundamental: *Como a modelagem ontológica pode ser utilizada para desenvolver interfaces gráficas de usuário dinâmicas e adaptáveis que melhorem a consistência semântica e a recuperação da informação em sistemas de informação?* Para responder esta questão é importante entender quais são os principais passos e estratégias necessários para desenvolver uma interface gráfica adaptativa que utilize uma ontologia de domínio.

Como um estudo de caso, este trabalho propõe uma prova de conceito para uma arquitetura de sistemas de informação de um sistema adaptativo de interface orientado por ontologia de domínio focada no *Sistema Palestrinha*. O *Palestrinha* visa a inserção e a recuperação de atividades acadêmicas. O foco principal, recai na construção de uma ontologia de domínio que representa o conhecimento sobre os eventos acadêmicos da UnB e na elaboração de proposta de arquitetura de sistemas de informação que utiliza a ontologia como alicerce para a geração automática de interfaces de usuário para o cadastro destes eventos.

1.2 Objetivos

De acordo com o tema apresentado, segue-se o objetivo geral e os objetivos específicos deste estudo.

1.2.1 Objetivo geral

Investigar quais as características mínimas necessárias de um modelo ontológico para orientar o desenvolvimento de uma interface gráfica adaptativa.

1.2.2 Objetivos específicos

- Representar e organizar o domínio a partir de categorizações, relações e propriedades por meio de uma ontologia de domínio.
- Identificar as características da modelagem ontológica que oriente na geração automática de uma interface de usuário dinâmica e adaptativa.
- Verificar a modelagem proposta na geração da interface de usuário a partir de uma prova de conceito.

1.3 Justificativa

A construção de GUIs fundamentadas em modelos semânticos, como ontologias, visa aprimorar a representação e recuperação da informação de forma mais alinhada ao domínio específico do sistema. Ontologias fornecem uma estrutura conceitual que define os termos, relações e regras do domínio de conhecimento, permitindo que a GUI seja projetada de maneira contextualizada e semântica.

Este estudo promove a simplificação e melhoria na inserção de dados ao oferecer uma interface gráfica de cadastro de dados e informações gerada automaticamente, seguindo regras previamente definidas em uma ontologia. Trata-se de uma abordagem que permite não apenas a personalização na inserção de dados, mas também, na recuperação desses dados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste trabalho, é apresentado o referencial teórico que embasa a pesquisa, abrangendo os fundamentos em ontologia, interface humano-computador (IHC), interface adaptativa do usuário (IAU), arquitetura de sistemas de informação e os fundamentos sobre Prova de Conceito (PoC).

2.1 Representação da Informação e do Conhecimento

Gonzalez e Lima (2003) discutem a representação do conhecimento e da informação como um processo essencial para melhorar a recuperação da informação em sistemas. Estes autores destacam que a representação do conhecimento envolve a utilização de modelos semânticos, como ontologias, para estruturar e organizar informações de forma que sejam facilmente acessíveis e compreensíveis pelos sistemas de recuperação de informação. Essa abordagem vai além da simples correspondência de palavras, focando em capturar o significado e as relações conceituais, o que contribui para uma recuperação de dados mais precisa e relevante.

2.2 Organização do conhecimento

Ingetraut Dahlberg é uma das principais figuras no campo da organização do conhecimento, sendo amplamente reconhecida por suas contribuições teóricas e práticas. Para Dahlberg (1978a), a organização do conhecimento é o processo de sistematizar, ordenar e estruturar informações de modo que sejam acessíveis e compreensíveis para os usuários. Envolve o desenvolvimento de sistemas de classificação, taxonomias, tesouros e ontologias que facilitem a recuperação e o uso eficiente das informações. Dahlberg (1978a, 2006) defende ainda que a organização do conhecimento não é apenas uma prática técnica, mas também um campo científico que requer uma base conceitual sólida para ser eficaz.

Um dos pilares do pensamento de Dahlberg é a teoria do conceito, na qual ela argumenta que cada conceito deve ser definido de forma clara e precisa, evitando ambiguidades que possam prejudicar a recuperação da informação. Ela enfatiza que a correta definição dos conceitos e a estruturação hierárquica são fundamentais para a criação de sistemas de organização do conhecimento que sejam intuitivos e úteis para os usuários (Dahlberg, 1978b).

Para Dahlberg (1978b) um conceito é uma unidade básica de pensamento que representa uma ideia, objeto ou fenômeno específico no mundo. Conceitos são os blocos fundamentais que formam o conhecimento e, por isso, precisam ser claramente definidos e diferenciados uns dos outros. A clareza e precisão na definição dos conceitos são essenciais para evitar ambiguidades e melhorar a comunicação e recuperação da informação. Dahlberg (1978b) defendia uma abordagem orientada ao referente, ou seja, cada conceito deve estar diretamente relacionado ao seu objeto de referência no mundo real. Nesta abordagem os conceitos devem ser construídos de modo que reflitam a natureza real do que representam, evitando distorções ou generalizações excessivas.

Dahlberg (1978a) propõe o Triângulo do Conceito como um modelo teórico desenvolvido para explicar a estrutura fundamental dos conceitos e suas relações no processo de organização do conhecimento. Esse triângulo (Figura X) é composto por três componentes principais que ajudam a entender como os conceitos são formados, definidos e utilizados em diferentes contextos. Ele é amplamente utilizado em biblioteconomia, ciência da informação e áreas afins para descrever como o conhecimento pode ser estruturado e representado.

O Triângulo do Conceito (Figura 1) é composto por três vértices fundamentais: o Termo (ou forma verbal), Características (ou Conceito) e o Referente. O Termo é o signo linguístico, ou seja, a palavra ou expressão que representa um conceito em uma linguagem específica, como o termo “gato” para designar um felino doméstico. O Conceito é a unidade de pensamento abstrata que conecta o termo ao significado, representando a essência do objeto, ideia ou fenômeno. Já o Referente é o objeto real ou abstrato que o conceito descreve; por exemplo, o referente de “gato” seria o próprio animal, seja ele um específico ou a ideia geral de gatos. As setas entre esses vértices indicam as relações semânticas: a Predicação conecta o Conceito (ou Características) ao Referente, a Denotação relaciona o Referente ao Termo, e a Designação liga o Termo às Características. As relações entre os elementos do triângulo são essenciais para a comunicação do conhecimento. A conexão Termo-Características é semântica, pois o termo expressa o conceito linguisticamente, facilitando a compreensão. A relação Características-Referente é ontológica, conectando a ideia abstrata do conceito ao objeto real que ele descreve, assegurando a aplicabilidade dos conceitos. Por fim, a relação Referente-Termo é indireta, mediada pelo conceito, traduzindo o entendimento do objeto no mundo real em uma forma comunicável pela linguagem. Esse modelo demonstra como os conceitos são formados, comunicados e compreendidos, destacando a interdependência entre

o que nomeamos (termo), o que pensamos (conceito) e o que existe (referente) (Dahlberg; 1978a, 1978b).

Figura 1: Triângulo do Conceito de Dahlberg.



Fonte: Traduzido de Dahlberg (1978a, p. 144).

O Triângulo do Conceito, é uma ferramenta teórica fundamental para compreender a estruturação do conhecimento em sistemas de informação. Esse modelo estabelece a relação entre os termos utilizados para nomear conceitos, os próprios conceitos enquanto entidades abstratas, e os objetos concretos ou abstratos aos quais esses conceitos se referem. Essa abordagem é diretamente relevante para o desenvolvimento de Sistemas de Organização do Conhecimento (SOC), como taxonomias, ontologias e tesouros, que buscam estruturar e representar o conhecimento de forma sistemática. Ao utilizar o Triângulo do Conceito, os SOC podem garantir uma representação mais precisa e consistente dos termos e conceitos, promovendo a padronização necessária para melhorar a recuperação e o compartilhamento de informações. Dessa forma, o Triângulo do Conceito serve como uma base teórica que orienta a organização e a classificação do conhecimento nos SOC, permitindo que a complexidade dos conceitos e suas inter-relações sejam adequadamente mapeadas e aplicadas nos sistemas de informação.

2.3 Sistemas de Organização do Conhecimento

Os sistemas de organização do conhecimento (SOC) servem para padronizar a terminologia, o que é vital para a indexação, classificação e a recuperação de informações. Estes sistemas desempenham várias funções, incluindo a eliminação da ambiguidade, o controle de sinônimos e homônimos, e a capacidade de estruturar semanticamente os

relacionamentos entre conceitos. Os SOCs são definidos por Carlan e Medeiros (2011) como sendo:

“Sistemas conceituais semanticamente estruturados que contemplam termos, definições, relacionamentos e propriedades dos conceitos. Na organização e recuperação da informação, os SOC cumprem o objetivo de padronização terminológica para facilitar e orientar a indexação e os usuários. Quanto à estrutura variam de um esquema simples até o multidimensional, enquanto suas funções incluem a eliminação da ambiguidade, controle de sinônimos ou equivalentes e estabelecimento de relacionamentos semânticos entre conceitos (Carlan; Medeiros, 2011, p.54).”

Os SOCs podem variar de esquemas simples a estruturas multidimensionais complexas, cada uma adaptada às necessidades específicas de diferentes domínios de conhecimento. Os principais tipos citados por Carlan e Medeiros (2011) incluem:

- Listas de Termos: Listagens simples de termos usados em um domínio específico.
- Tesouros: Estruturas mais complexas que mostram relações hierárquicas e associativas entre termos.
- Taxonomias: Estruturas hierárquicas que organizam termos em categorias.
- Ontologias: Modelos formais que representam um conjunto de conceitos dentro de um domínio e os relacionamentos entre eles.

Cada tipo de SOC, oferece diferentes níveis de complexidade e funcionalidades, desde a simples listagem de termos até representações semânticas ricas que permitem inferências automáticas. Tanto a função de controle de sinônimos, homônimos e a capacidade estruturar semanticamente relacionamentos entre as propriedades. Apesar de existirem diversos SOCs, para este trabalho, é necessário se aprofundar em uma SOC específica, isto é, as ontologias.

A compreensão dos SOC estabelece uma base essencial para a próxima seção, que aborda os fundamentos de ontologia, uma vez que as ontologias representam um tipo de SOC, permitindo a definição mais detalhada e formal das relações entre conceitos dentro de um domínio específico.

2.4 Fundamentos de Ontologia

O conceito de ontologia tem sido debatido e utilizado em diversas disciplinas, assumindo significados e aplicações distintas conforme o campo de estudo. Almeida (2013) oferece uma abordagem abrangente sobre os fundamentos das ontologias, com o intuito de esclarecer o emprego do termo em distintos domínios de pesquisa. O autor explora as definições e aplicações da ontologia, enfocando particularmente sua relevância na Filosofia,

na Ciência da Computação e na CI, ressaltando tanto as convergências quanto as distinções presentes entre essas áreas.

Na Filosofia, o termo “ontologia” está relacionado ao estudo do ser e das categorias de existência. Almeida (2013) revisita as contribuições de pensadores como Aristóteles, Kant e Husserl, discutindo seus sistemas de categorias e como eles moldaram o entendimento das ontologias na Filosofia. Ele explica como esses sistemas filosóficos são estruturados para explicar a natureza da realidade, categorizando entidades e suas relações.

A Ontologia, originada na Filosofia a partir da classificação aristotélica no âmbito da metafísica, surgiu com o objetivo de descrever e categorizar tudo o que existe. Com o tempo, o conceito expandiu-se para outras áreas do conhecimento. No campo da ciência da computação, Almeida (2013) explora como as ontologias são usadas como ferramentas para modelar domínios de conhecimento, particularmente na representação de sistemas de conhecimento e na *Web Semântica*. Aqui, as ontologias são vistas como artefatos que permitem a formalização e organização de conceitos para facilitar o raciocínio automático e a inferência. Já na CI, o autor destaca como as ontologias têm sido usadas principalmente para classificar e organizar o conhecimento, especialmente em Biblioteconomia. Por fim, ele discute como os princípios ontológicos podem ajudar a representar conteúdos documentais de maneira estruturada, facilitando a busca e recuperação de informações em diferentes domínios.

Em um trabalho mais recente, Almeida (2020) detalha que a ontologia:

“Assumi outros sentidos além da Filosofia. Um sentido distinto surgiu em campos científicos de natureza aplicada, sobremaneira, naqueles que se prestam a manipular dados, informação e conhecimento. Em Ciência da Informação – em disciplinas como Teoria da Classificação e Organização do Conhecimento – bem como em Ciência da Computação e Sistemas da Informação – em disciplinas como Representação do Conhecimento e Modelagem Conceitual (Almeida, 2020, p. 22).”

O **Quadro 1** sintetiza as distinções do conceito de ontologia conforme a área de conhecimento, destacando as diferenças nas definições, objetivos e aplicações em campos como a Filosofia, a Ciência da Computação e a CI.

Quadro 1: Distinções de ontologia por área do conhecimento.

Distinção	Campo	O que é?	Propósito	Exemplo
Ontologia como uma disciplina	Filosofia	Ontologia como um sistema de categorias	Entender a realidade, as coisas que existem e suas características	Sistemas de Aristóteles, Kant, Husserl

Ontologia como artefato	Ciência da Computação	Ontologia como uma teoria baseada em lógica	Entender um domínio e reduzi-lo a modelos	<i>Basic Formal Ontology (BFO), Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering (DOLCE)</i> (genéricas)
		Ontologia como um artefato de <i>software</i>	Criar um vocabulário para representação em sistemas e para gerar inferências	<i>Ontology Web Language (OWL)</i> (linguagem de RC)
	Ciência da Informação	Ontologia como uma teoria (informal)	Entender um domínio e classificar termos	Sistema de classificação de Ranganathan
		Ontologia como um sistema conceitual informal	Criar vocabulários controlados para recuperação da informação a partir de documentos	Um catálogo, um glossário, um tesouro

Fonte: (Farinelli; Almeida, 2019)

A ontologia é um artefato de RC, seguindo a escala de “Dados > Informação > Conhecimento”, podendo descrever objetos, tanto concretos quanto abstratos, e relacioná-los através de propriedades. A ontologia, define as regras de combinação entre os termos e seus relacionamentos, estes relacionamentos são criados por especialistas, os usuários formulam consultas usando os conceitos especificados (Almeida; Bax, 2003).

Diante dessa diversidade de definições e aplicações do conceito de ontologia em diferentes áreas do conhecimento, torna-se essencial explorar as formas como as ontologias podem ser classificadas, o que será abordado na próxima subseção.

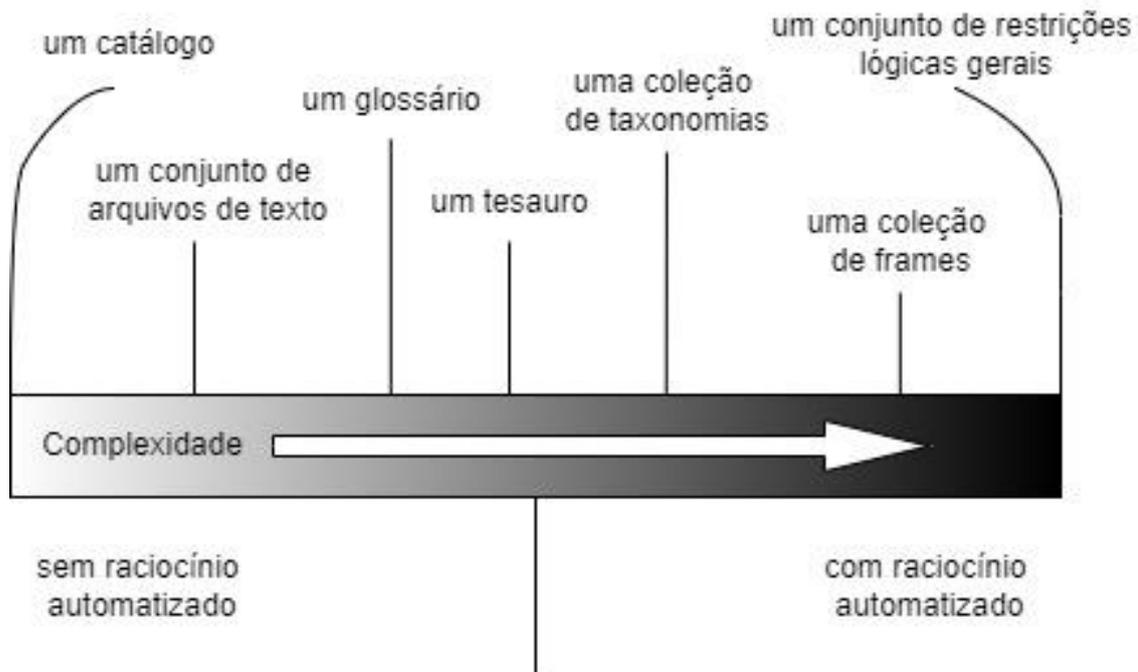
2.4.1 Classificação das ontologias

Existem diferentes tipos de ontologias, cada uma desenvolvida para atender a propósitos específicos, dependendo do contexto e da aplicação em que são utilizadas. Podem variar em termos de abrangência, granularidade e complexidade, refletindo as necessidades e os objetivos do domínio de conhecimento em questão.

Smith e Welty (2001) realizam uma síntese do trabalho de Welty, Lehmann, Gruninger e Uschold (1999), destacando que o espectro de artefatos de informação classificados como ontologias é vasto e diversificado. Essa diversidade, reflete não apenas a ampla gama de aplicações das ontologias, mas também, a complexidade inerente ao campo da CI.

Os autores, apresentam uma visão abrangente da classificação e aplicação das ontologias, enfatizando a importância de escolher a abordagem apropriada conforme o contexto e as necessidades específicas de cada aplicação. Conforme ilustrado na **Figura 2**, esses artefatos variam significativamente em termos de detalhamento e especificidade.

Figura 2: Espectro de Artefatos Classificados como Ontologias.



Fonte: Traduzido de Smith e Welty (2001, p. 6).

No nível mais básico, encontram-se os **catálogos**, que são essencialmente, listas de itens acompanhadas de identificadores únicos. Esses catálogos, representam uma forma inicial de organização de informação, oferecendo uma maneira simples de identificar e referenciar objetos ou conceitos. Um passo adiante nessa evolução são os **glossários**, que além de listar itens, fornecem descrições em linguagem natural, tornando-os mais informativos e acessíveis para aqueles que procuram entender os termos. Prosseguindo no espectro, estão os **tesauros**, que não apenas fornecem descrições, mas também estabelecem relações hierárquicas entre termos.

Essas relações, ajudam a organizar o conhecimento de forma mais estruturada, facilitando a navegação entre conceitos relacionados e permitindo uma compreensão mais profunda das relações semânticas subjacentes. No ápice dessa evolução, estão as **taxonomias**, que representam uma organização ainda mais sofisticada. Nessas estruturas, as propriedades são herdadas de classes gerais para classes mais específicas, criando uma rede hierárquica de conceitos que permite uma organização detalhada e lógica do conhecimento. Essa progressão,

do simples ao complexo, conforme mostrado na **Figura 2**, ilustra como as ontologias podem ser construídas com diferentes níveis de rigor e estrutura.

A partir dessa variação, Smith e Welty (2001) propõem uma classificação das ontologias em **formais** e **informais**, baseada no grau de formalismo empregado na sua construção e representação. As ontologias formais, utilizam linguagens formais, como a lógica matemática, para descrever conceitos e relações de forma precisa e inequívoca. Esse rigor, permite que tais ontologias suportem inferências automáticas e assegurem a interoperabilidade entre diferentes sistemas, como exemplificado pelo uso da *Ontology Web Language (OWL)*.

Por outro lado, as ontologias informais são representadas em linguagem natural ou em formatos semiestruturados, como glossários ou diagramas. Embora, sejam mais acessíveis para a comunicação e o entendimento entre humanos, essas ontologias podem levar a ambiguidades e inconsistências devido à falta de rigor formal. Essas características, tornam as ontologias informais adequadas para situações em que a comunicação entre pessoas é prioritária, mas menos eficazes em contextos que exigem precisão e clareza absolutas (Smith e Welty, 2001).

Em suma, as ontologias, quando **formais**, “permitem tal representação sem ambiguidades promovendo assim a interoperabilidade semântica de dados e suportando raciocínio/inferências sobre o conhecimento representado” (Farinelli e Almeida, 2021, p. 176).

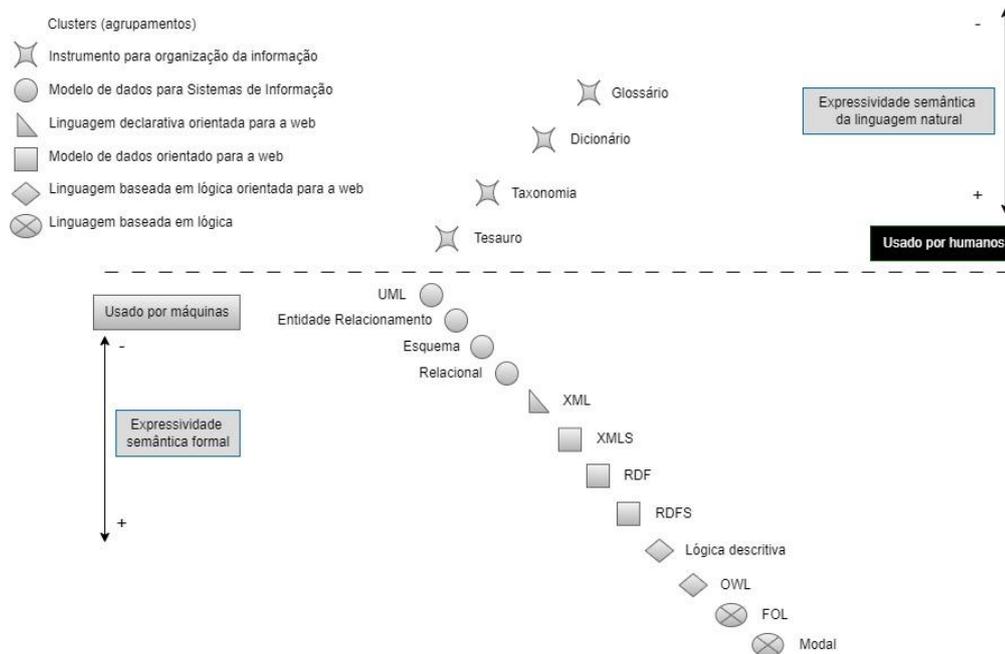
Almeida, Souza e Fonseca (2011) propõem um novo espectro para a avaliação da semântica na *Web*, organizando os instrumentos em grupos distintos com base em seu uso e expressividade semântica. Esse novo espectro, divide os instrumentos em quatro categorias principais:

- Instrumentos Orientados para Humanos: Incluem glossários, dicionários, taxonomias e tesouros, que são projetados principalmente para a interpretação humana e a organização da informação.
- Sistemas Orientados a Procedimentos: Instrumentos como o Modelo de Entidade-Relacionamento (ER) e a Linguagem de Modelagem Unificada (UML) enquadram-se nesta categoria. Eles são usados para modelar dados e relações dentro de sistemas de informação procedimentais.

- **Sistemas Declarativos Baseados na Web:** Este grupo inclui linguagens como *Extensible Markup Language* (XML), *XML Schema* (XMLS), *Resource Description Framework Schema* (RDF) e *RDF Schema* (RDFS), que são usadas para estruturar e definir dados para aplicações *web*.
- **Sistemas Baseados em Lógica:** Esta categoria é composta por linguagens e *frameworks* usados para lógica formal e raciocínio, como a Lógica Descritiva (DL) e a Lógica de Primeira Ordem (FOL), além de linguagens de lógica baseadas na *web*, como OWL.

A **Figura 3** ilustra o espectro de ontologias e modelos de dados, categorizados pelo uso e expressividade semântica.

Figura 3: Espectro de artefatos de organização da informação por expressividade.



Fonte: Traduzido de Almeida; Souza; Fonseca, (2011; p. 14).

A área superior da **Figura 3** representa a **expressividade semântica em linguagem natural**, onde instrumentos que possuem alta expressividade semântica em linguagem natural, como glossários, dicionários, taxonomias e tesouros, estão posicionados no topo. Por outro lado, aqueles com baixa expressividade semântica em linguagem natural ocupam posições mais abaixo.

A área inferior desta figura destaca a **expressividade semântica formal**, onde os instrumentos que possuem baixa expressividade semântica formal, como UML e ER, estão à

esquerda, enquanto aqueles com alta expressividade semântica formal, como XML, XMLS, RDF, RDFS, OWL, DL, FOL e lógica modal, estão à direita.

A **Figura 3** ainda evidencia a transição gradual de ferramentas orientadas para humanos, mais intuitivas e menos formais, para ferramentas orientadas para máquinas, que são mais complexas e oferecem maior formalismo semântico. Na parte inferior, é possível observar que os instrumentos mais próximos do topo tendem a ser menos formais, focados na clareza e na facilidade de uso por humanos. Mais abaixo se encontram instrumentos que, apesar de menos intuitivos para os humanos, oferecem uma maior expressividade formal, essencial para o raciocínio automatizado e para a integração de sistemas (Almeida; Souza; Fonseca, 2011).

Além da formalidade dos artefatos de RC, é relevante observar que as ontologias podem ser classificadas em diferentes tipos, principalmente com base no nível de detalhe e na dependência do domínio. Guarino (1998) propõe uma classificação das ontologias considerando duas perspectivas principais: o grau de detalhamento e a dependência em relação ao domínio. No que diz respeito ao detalhamento, o autor distingue entre ontologias de referência e ontologias compartilháveis. Quanto à dependência do domínio, o autor identifica quatro tipos principais: ontologias de nível superior, ontologias de domínio, ontologias de tarefa e ontologias de aplicação. De forma semelhante, Arp, Smith e Spear (2015) reconhecem as ontologias de domínio e as ontologias de nível superior com base na profundidade do detalhamento do domínio. Além disso, eles destacam as ontologias de referência e as ontologias de aplicação com base no objetivo para o qual a ontologia é criada.

De acordo com a norma ISO/IEC 21838-1:2021, as **ontologias de alto nível** são ontologias formais que abrangem termos ou entidades extremamente gerais, comuns a todos os domínios e independentes de contextos específicos (ISO; IEC, 2021a). Essas ontologias, oferecem uma base essencial para a interoperabilidade semântica entre diferentes ontologias de domínio, promovendo a integração e reutilização do conhecimento. Definem conceitos abstratos como objetos, processos, eventos e qualidades, criando uma estrutura ontológica comum que facilita a comunicação e minimiza erros semânticos durante o desenvolvimento de novas ontologias (Farinelli; Souza, 2021). Exemplos de ontologias de nível superior incluem a BFO, a DOLCE, *Unified Foundational Ontology* (UFO) entre outras. (ISO; IEC, 2021b, 2021a)

Ontologias de referência são modelos conceituais que fornecem um *framework* comum para descrever e categorizar entidades gerais dentro de um domínio específico. Essas

ontologias, não estão restritas a um único contexto, mas têm como objetivo estabelecer definições e relações que sejam amplamente aplicáveis, facilitando a interoperabilidade entre diferentes domínios. São especialmente úteis para garantir que diversos sistemas de informação possam entender e utilizar dados de forma consistente, reduzindo ambiguidades e melhorando a precisão semântica (Arp; Smith; Spear, 2015; Farinelli; Souza, 2021; Guarino, 1998). Exemplos de ontologias de referência incluem o *The CIDOC Conceptual Reference Model* (CRM), a *Information Artifact Ontology* (IAO) e o *Library Reference Model* (LRM) da *International Federation of Library* (IFLA).

O CIDOC CRM é utilizado em patrimônio cultural, também na Museologia para descrever documentos e coleções, facilitando a integração de informações entre instituições culturais. A IAO é usada para modelar e representar artefatos de informação, como documentos, bancos de dados, e outros tipos de artefatos de informações. O *IFLA Library Reference Model* é aplicado em Biblioteconomia e CI, unificando modelos conceituais para descrição bibliográfica e promovendo a interoperabilidade entre sistemas de catalogação. Essas ontologias, padronizam informações complexas, garantindo consistência e interoperabilidade em seus respectivos domínios.

Ontologias de domínio são estruturas conceituais que detalham os conceitos e as relações específicos dentro de um campo de conhecimento particular. São desenhadas para capturar e organizar informações detalhadas em um domínio específico, como Medicina, Biblioteconomia ou Direito, fornecendo um vocabulário compartilhado que facilita a comunicação, integração de dados e interoperabilidade entre domínios de conhecimento especializados (Arp; Smith; Spear, 2015; Farinelli; Souza, 2021; Guarino, 1998). Um exemplo de ontologia de domínio é a OntONeo (Ontologia do domínio Obstétrico e Neonatal), que foi desenvolvida para organizar e padronizar o conhecimento específico das áreas de obstetrícia e neonatologia, facilitando a comunicação e a interoperabilidade dentro desses campos médicos.

Em contrapartida, as ontologias de aplicação são desenvolvidas para solucionar problemas específicos ou apoiar tarefas concretas dentro de um determinado domínio. É um tipo que se baseia nas ontologias de domínio para fornecer contextos detalhados e precisos, mas têm um foco maior em aspectos práticos e operacionais, descrevendo os termos e as relações necessárias para a execução de atividades específicas (Arp; Smith; Spear, 2015; Farinelli; Souza, 2021; Guarino, 1998).

2.4.2 Elementos da ontologia

Segundo Farinelli (2017), uma ontologia é composta por diversos elementos fundamentais para a RC em um domínio específico. Entre esses elementos estão conceitos, relações, axiomas, instâncias e funções, além de taxonomias, propriedades e classes. As propriedades podem ser utilizadas para estabelecer relações binárias, conectando indivíduos entre si ou associando indivíduos a valores de dados, como previsto na OWL. O **Quadro 2** sintetiza esses elementos, baseando-se nas contribuições de diferentes autores conforme compilado por Farinelli (2017).

Quadro 2: Elementos da ontologia

Elemento	Descrição	Exemplo
Entidade	Coisas ou objetos do mundo real que não são artificiais.	Pessoas, árvores, pedras, entre outros.
Classes	Representam categorias de coisas que não existem na natureza.	Shows, estacionamentos, estradas, entre outros.
Relacionamentos	Definem como os conceitos e instâncias estão conectados entre si, capturando a interdependência dos elementos dentro da ontologia.	Papel (Classe) é exercido por (relacionamento) Pessoa (Classe).
Axiomas	Declarações expressas por um tipo de lógica, utilizadas para conectar classes, propriedades e indivíduos. No OWL, essas são chamadas de propriedades.	Os axiomas da classe pessoa seriam: possui data de nascimento, possui nome, possui país de nascimento.
Anotações	Informações adicionais ou metadados associados aos elementos da ontologia. Na prática de ontologias, as anotações podem ser padronizadas por <i>frameworks</i> existentes, como o <i>RDF Schema</i> e o <i>Dublin Core</i> .	Uso dos metadados "Creator" e "Date" do <i>Dublin Core</i> .
Cardinalidade	Define quantos elementos de uma entidade/classe estão relacionados a outra entidade/classe em um relacionamento	No relacionamento "Possui" entre "Pessoa" e "Livro", a cardinalidade pode ser "1 para muitos", indicando que uma pessoa pode possuir vários livros. O relacionamento "Pessoa" e "CPF" a cardinalidade é exatamente "1".
Instâncias	Exemplos concretos de entidades e classe, representando elementos específicos.	João é uma instância de pessoa. Laika é uma instância de cachorro.

Fonte: baseado em Farinelli (2017, p. 45).

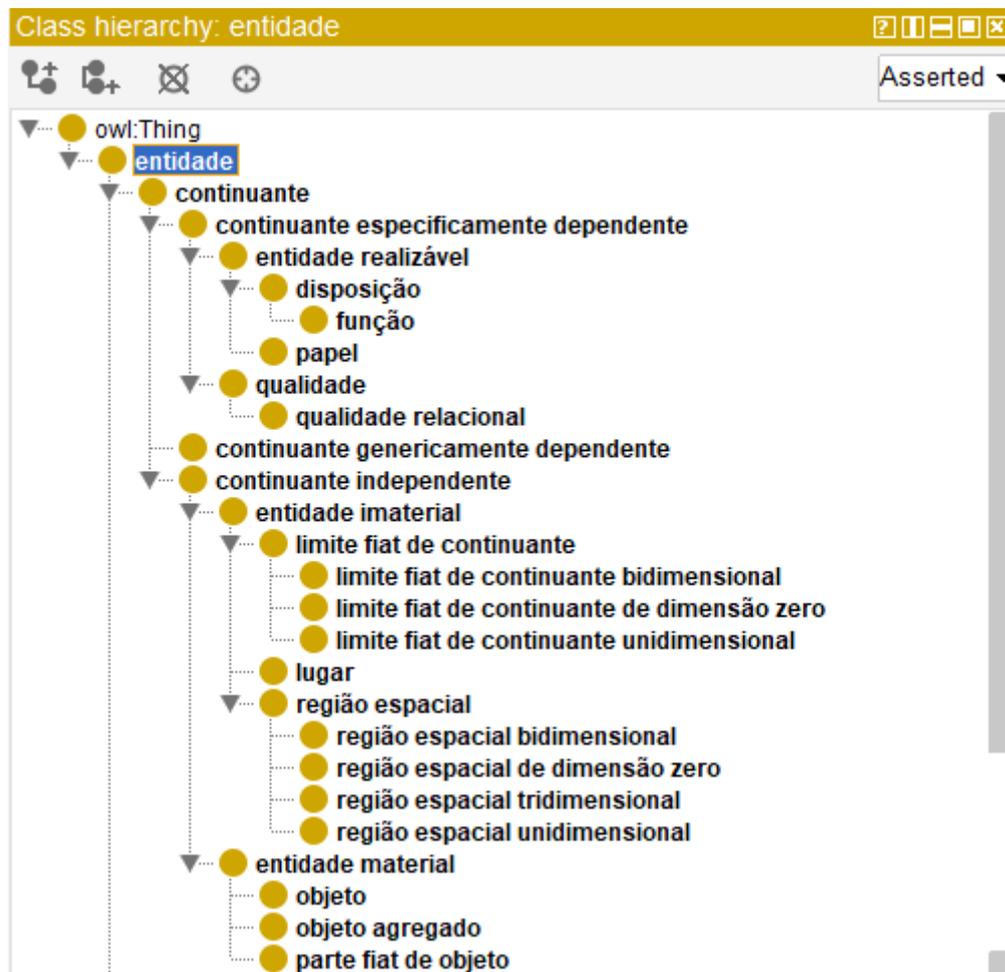
O conjunto de declaração desses elementos em linguagem formal, como a OWL, podem ser interpretadas por máquinas, tendo a capacidade de gerar conhecimento através de conclusões e inferências (Almeida, 2021, p. 72).

Para otimizar a criação, edição e visualização de ontologias, o ontologista ou engenheiro de ontologia pode utilizar a ferramenta Protégé, que atua como uma interface gráfica, evitando a necessidade de escrever código diretamente em OWL. Esta ferramenta

facilita o trabalho ao permitir que a ontologia seja exportada no formato de preferência do usuário, como RDFS, *Turtle* (TTL) ou OWL, conforme a necessidade do projeto.

A seguir, são exemplificados os elementos de ontologias na ferramenta Protégé. A **Figura 4** a seguir apresenta a hierarquia de entidades e classes definidas pela ontologia BFO, é possível observar que os *labels* (rótulos) das entidades são renderizados em português. A partir desse momento, adotou-se a formatação **negrito** para identificar classes e entidades e *itálico* para identificar as relações.

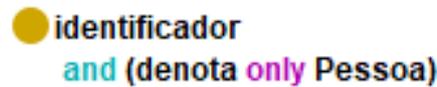
Figura 4: Exemplos de classes da BFO v2.0 na Ferramenta Protégé



Fonte: do autor (2024)

A combinação dos elementos de ontologias pode ser expressa conforme o exemplo da **Figura 5**, onde são expressos os relacionamentos entre a classe “**identificador**” e “**Pessoa**” ligados pelo relacionamento “*denota*” com a cardinalidade “*apenas*”, no inglês *only*. A expressão resultante é “Identificador denota apenas 1 pessoa”.

Figura 5: Relacionamento da classe Identificador com a Classe Pessoa no Protégé



Fonte: do autor (2024)

A **Figura 6** apresenta as anotações associadas à entidade “**ocorrente**” no recorte da ontologia apresentado. Essas anotações incluem o rótulo e a elucidação, tanto em português quanto em inglês, além da anotação <rdfs:isDefinedBy>, que identifica a ontologia onde o termo “ocorrente” foi originalmente definido, neste caso, na ontologia BFO disponível no endereço indicado na anotação.

Figura 6: Exemplo de Anotações na classe ocorrente no Protégé

Annotations: ocorrente

Annotations +

rótulo [language: pt]
ocorrente

rótulo [language: en]
occurent

rdfs:isDefinedBy
<http://purl.obolibrary.org/obo/bfo.owl>

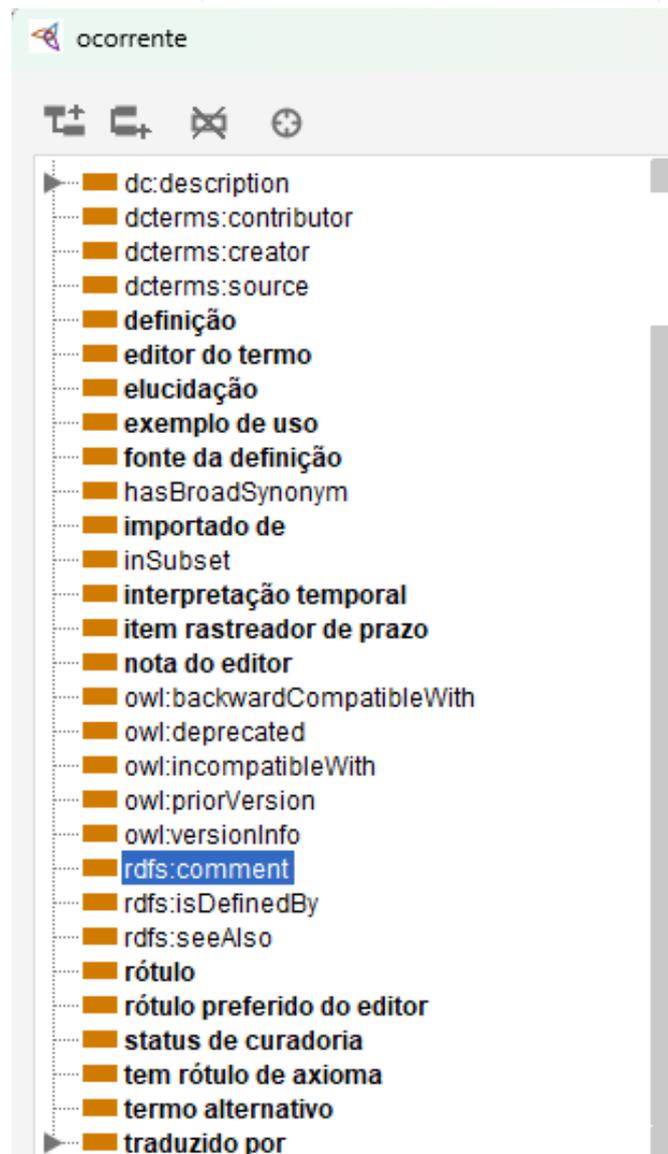
elucidação [language: pt]
Um ocorrente é uma entidade que se desdobra no tempo ou é o limite instantâneo dessa entidade (por exemplo, um começar ou um finalizar) ou é uma região temporal ou espaço-temporal a qual tal entidade que ocupa uma região temporal (occupies_temporal_region) ou ocupa uma região espaço temporal (occupies_spatiotemporal_region). (Rótulo axioma em Referência da BFO2 : [077-002])

elucidação [language: en]
An occurrent is an entity that unfolds itself in time or it is the instantaneous boundary of such an entity (for example a beginning or an ending) or it is a temporal or spatiotemporal region which such an entity occupies_temporal_region or occupies_spatiotemporal_region. (axiom label in BFO2 Reference: [077-002])

Fonte: do autor (2024)

Na sequência, a **Figura 7**, apresenta uma lista de opções de anotações que podem ser associadas aos elementos da ontologia. Entre elas, estão propriedades como definição, elucidação, exemplo de uso entre. Essas propriedades ajudam a detalhar o contexto semântico do elemento, abrangendo suas descrições, referências e metadados relevantes.

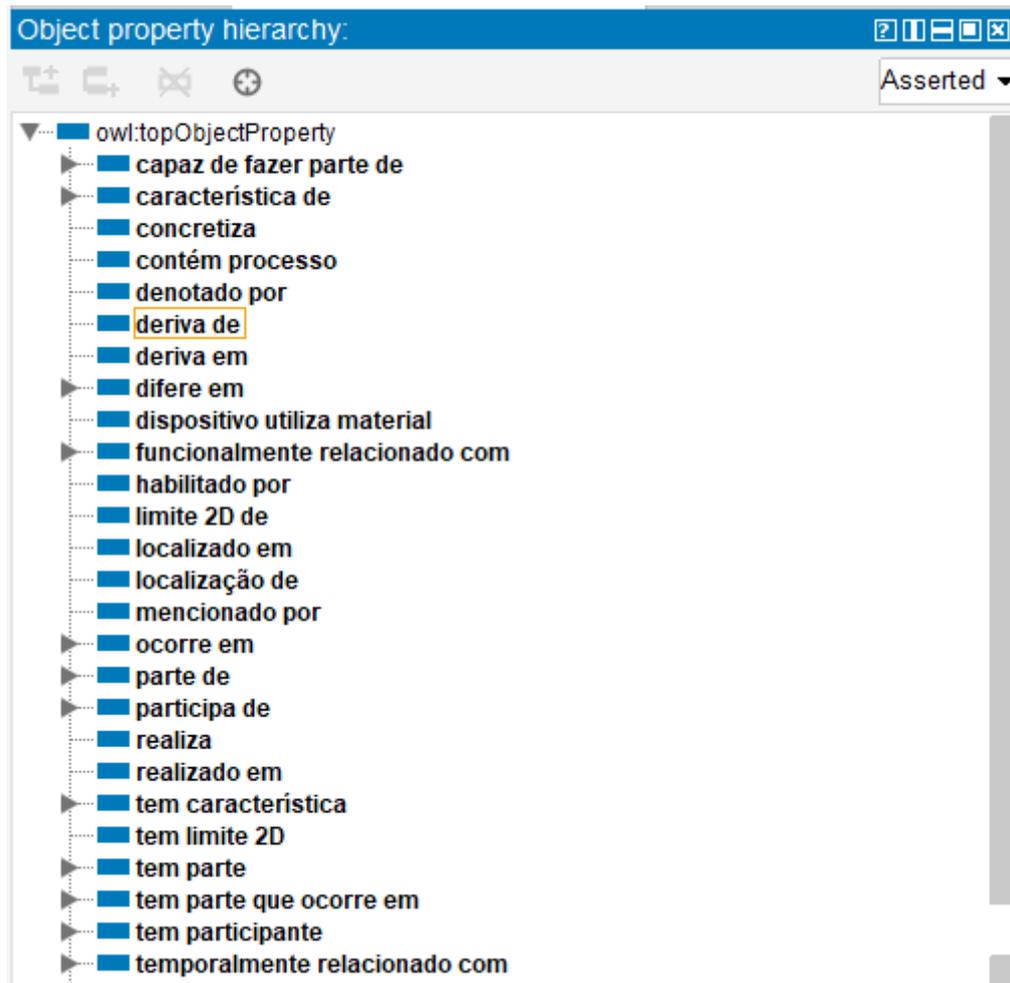
Figura 7: Listagem de *annotation properties* no Protégé



Fonte: do autor (2024)

A **Figura 8** a seguir apresenta uma listagem de relacionamentos (*object properties*) da ontologia apresentada. Entre elas, encontram-se propriedades como *deriva de*, *participa de*, *realiza*, *parte de* e *tem participante*. Essas propriedades representam relacionamentos entre classes e indivíduos dentro da ontologia, organizadas hierarquicamente, facilitando a navegação e entendimento das conexões semânticas entre os termos.

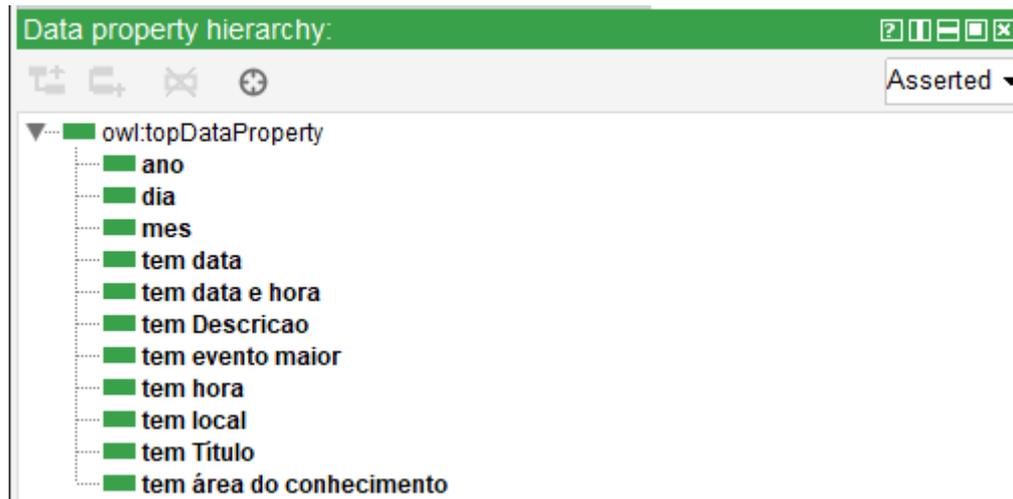
Figura 8: Listagem de *object properties* no Protégé



Fonte: do autor (2024)

A **Figura 9** demonstra uma listagem de *data properties*, estas que são usadas para associar classes da ontologia a tipos de dados específicos, como `<xsd:integer>`, `<xsd:string>`, `<xsd:date>`, entre outros. Essas propriedades estabelecem os valores dos dados relacionados aos eventos, como datas, descrições, locais e títulos, garantindo que o sistema possa validar e processar essas informações corretamente com base no tipo de dado associado. Essas propriedades são essenciais para descrever características e atributos de instâncias de classes, adicionando detalhes que enriquecem a representação dos conceitos em um domínio. Por exemplo, uma *data property* é associada a um tipo de dado específico, como `xsd:string` para textos, `xsd:integer` para números inteiros, `xsd:date` para datas, entre outros. De forma a garantir que os valores associados a uma propriedade sejam do tipo esperado.

Figura 9: Listagem de *data properties* no Protégé



Fonte: do autor (2024)

As figuras apresentadas ao longo desta seção ilustraram visualmente a hierarquia, as propriedades e as relações definidas em uma modelagem ontológica dentro da ferramenta Protégé. Esses elementos foram formalizados usando a linguagem OWL, garantindo a consistência e a interoperabilidade dos dados representados. Além disso, as figuras evidenciaram como os termos e suas respectivas propriedades, como rótulos e definições, estão organizados, facilitando o entendimento das conexões semânticas entre as classes. Na subseção seguinte, é abordada em maior detalhe a formalização da ontologia utilizando o formato OWL e suas principais características.

2.4.3 *Ontology Web Language*

A *Ontology Web Language* (OWL) é uma linguagem de marcação desenvolvida para criar, publicar e compartilhar ontologias na web, sendo uma das principais tecnologias utilizadas para a construção de ontologias e a representação de conhecimento em ambientes semânticos, como a *Web Semântica*. OWL foi padronizada pelo W3C (World Wide Web Consortium) e é uma evolução das linguagens RDF (*Resource Description Framework*) e RDFS (RDF Schema), oferecendo uma maior expressividade para descrever relações complexas entre os conceitos de um domínio (W3C, 2012).

Na linguagem OWL, é possível utilizar elementos de padrões já estabelecidos e amplamente publicados na web, como o Dublin Core, RDFS (Resource Description Framework Schema) e XML Schema. Esses padrões fornecem vocabulários e estruturas úteis para enriquecer as ontologias, aproveitando definições já bem documentadas e amplamente aceitas. A integração desses padrões em uma ontologia é feita por meio de prefixos, que

simplificam a utilização de seus respectivos *namespaces* (W3C, 2012). Por exemplo, ao incluir o padrão Dublin Core em uma ontologia, podemos definir o prefixo dc para referenciar o *namespace* `http://purl.org/dc/elements/1.1/`. Isso nos permite utilizar termos do Dublin Core de forma mais simples e legível. Em vez de escrever o URI completo para cada elemento do Dublin Core, como `http://purl.org/dc/elements/1.1/title`, podemos usar `dc:title` para referenciar o título de um recurso. Essa abordagem torna a construção da ontologia mais prática e facilita a leitura e a manutenção do código, garantindo ao mesmo tempo que os elementos sejam referenciados de forma precisa e sem ambiguidade.

As ontologias como artefatos podem ser descritas em outros formatos, principalmente em contexto digital, no formato OWL a partir do XML (Almeida, 2021, p. 70). Por questões de simplicidade e seguindo o exemplo de Almeida, será utilizada a expressão “ontologia OWL” como equivalente a “ontologia como artefato”. A seguir, serão apresentados os elementos de ontologias em seu formato de representação formalizado, ou seja, em OWL.

As classes são os elementos centrais em uma ontologia OWL, representando conjuntos de indivíduos que compartilham características comuns na linguagem OWL, as classes são definidas usando o elemento `Class`. Esse elemento é utilizado para descrever e identificar a classe no contexto da ontologia. No exemplo da **Figura 10**, na linha 2835 temos o elemento `<owl:Class>`. Quando escrevemos `owl:Class`, estamos usando o prefixo `owl` para indicar que o elemento `Class` pertence ao padrão OWL. O URI completo do *namespace* OWL é `http://www.w3.org/2002/07/owl#`, e o prefixo `owl` é uma forma de abreviar isso. Assim, `owl:Class` é um atalho para o URI completo `http://www.w3.org/2002/07/owl#Class`.

Um dos atributos mais importantes do `<owl:Class>` é o `<rdf:about>`, que define o *Uniform Resource Identifier* (URI) da classe. O URI é um identificador único que garante que a classe possa ser referenciada de forma precisa e não ambígua em diferentes contextos e sistemas, especialmente quando a ontologia é compartilhada ou integrada com outras.

A **Figura 10** exibe um trecho de uma ontologia escrita em OWL, onde a classe “região espacial unidimensional” é definida. O elemento `<owl:Class>` declara a classe com o identificador `“http://purl.obolibrary.org/obo/BFO_0000026”`, e o elemento `<rdfs:subClassOf>` especifica que essa classe é uma subclasse de `“http://purl.obolibrary.org/obo/BFO_0000006”`, vista na linha 2836. Esta definição implica que todas as propriedades e restrições aplicáveis à classe pai

“BFO_0000006”, também serão herdadas pela classe filha (subclasse), “BFO_0000026”. Além disso, o elemento `<owl:disjointWith>` define que essa classe é disjunta de outra.

As descrições textuais são atribuídas às *tags* `<obo:IAO_0000116>`, que correspondem às “**anotações de elucidação**”. Elas possuem o atributo *lang* do padrão XML para indicar o idioma da descrição. Por exemplo, em `<xml:lang="pt">`, temos a descrição em português: “A região espacial unidimensional é uma linha ou um agregado de linhas que se estendem de um ponto a outro no espaço”. Já o valor em `<xml:lang="en">` oferece a mesma descrição em inglês.

A *tag* `<rdfs:isDefinedBy>` refere-se à ontologia de alto nível usada, neste caso a BFO, enquanto a *tag* `<rdfs:label>` define os rótulos da classe em inglês e português como “**one-dimensional spatial region**” e “**região espacial unidimensional**”, respectivamente. Este código em linguagem OWL demonstra como diferentes propriedades de uma ontologia são organizadas, incluindo definições, idiomas e relações, garantindo a formalização correta do modelo ontológico.

Figura 10: Código OWL/XML da classe região espacial unidimensional

```

2832
2833 <!-- http://purl.obolibrary.org/obo/BFO\_0000026 -->
2834
2835 <owl:Class rdf:about="http://purl.obolibrary.org/obo/BFO_0000026">
2836 <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://purl.obolibrary.org/obo/BFO_0000006"/>
2837 <owl:disjointWith rdf:resource="http://purl.obolibrary.org/obo/BFO_0000028"/>
2838 <obo:IAO_0000112 xml:lang="en">an edge of a cube-shaped portion of space.</obo:IAO_0000112>
2839 <obo:IAO_0000112 xml:lang="pt">uma borda de uma porção do espaço em forma de cubo.</obo:IAO_0000112>
2840 <obo:IAO_0000412>http://www.exemplo.com/ontologia/2.0/bfo-pt.owl</obo:IAO_0000412>
2841 <obo:IAO_0000600 xml:lang="en">A one-dimensional spatial region is a line or aggregate of lines
2842 stretching from one point in space to another.
2843 (axiom label in BFO2 Reference: [038-001])</obo:IAO_0000600>
2844 <obo:IAO_0000600 xml:lang="pt">A região espacial unidimensional é uma linha ou
2845 um agregado de linhas que se estendem de um ponto a outro no espaço.
2846 (Rótulo axioma em Referência da BFO2 : [038-001])</obo:IAO_0000600>
2847 <rdfs:isDefinedBy rdf:resource="http://purl.obolibrary.org/obo/bfo.owl"/>
2848 <rdfs:label xml:lang="en">one-dimensional spatial region</rdfs:label>
2849 <rdfs:label xml:lang="pt">região espacial unidimensional</rdfs:label>
2850 </owl:Class>

```

Fonte: do autor (2024)

Na **Figura 10** ainda é possível ver um exemplo de *subclassificação* na classe **região espacial unidimensional**, sendo definida como uma subclasse da classe “BFO_0000006”, vista na linha 2836, com a *tag* `<rdfs:subClassOf>`. Isto é, todas as propriedades e restrições aplicáveis à classe pai (superclasse) também serão herdadas pela classe filha (subclasse).

As *restrições* em OWL especificam condições que devem ser atendidas para que um indivíduo pertença a uma determinada classe. Essas restrições permitem criar descrições mais precisas e detalhadas sobre os membros de uma classe, estabelecendo critérios que as instâncias precisam cumprir. Existem diferentes tipos de restrições em OWL que são aplicadas a propriedades (tanto *object properties* quanto *data properties*), e elas são amplamente utilizadas para modelar relacionamentos complexos entre classes e suas instâncias (W3C, 2012).

A **Figura 11** exibe uma restrição OWL definida no código da ontologia. O elemento `<owl:Restriction>` contém dois elementos principais. O primeiro é `<owl:onProperty>`, especifica a propriedade sobre a qual a restrição se aplica. No exemplo, a propriedade referenciada é identificada pelo URI “http://purl.obolibrary.org/obo/IAO_0000136”, indicando que a restrição se aplica a essa propriedade específica. O segundo é `<owl:someValuesFrom>`, Este elemento define que alguns valores da propriedade especificada em `<owl:onProperty>` devem pertencer à classe ou instância referenciada pelo URI “http://purl.obolibrary.org/obo/BFO_0000001”, o que define uma restrição de cardinalidade, exigindo que a propriedade tenha algum valor dessa classe. Em outras palavras, a restrição exige que, para um indivíduo estar na classe que possui essa restrição, ele deve ter pelo menos um valor para a propriedade [IAO_0000136](http://purl.obolibrary.org/obo/IAO_0000136) que esteja associado a um indivíduo da classe [BFO_0000001](http://purl.obolibrary.org/obo/BFO_0000001).

Figura 11: Trecho de OWL - Restrições na classe **entidade de conteúdo de informação**

```

3485 <owl:Restriction>
3486   <owl:onProperty rdf:resource="http://purl.obolibrary.org/obo/IAO_0000136"/>
3487   <owl:someValuesFrom rdf:resource="http://purl.obolibrary.org/obo/BFO_0000001"/>
3488 </owl:Restriction>

```

Fonte: do autor (2024)

A **Figura 12**, especifica uma **restrição de cardinalidade** a partir do elemento `<owl:minQualifiedCardinality>`. Nesse caso, a restrição é aplicada à propriedade “[RO_0001015](http://purl.obolibrary.org/obo/RO_0001015)”, que está associada à classe “[ONTAE_00000000](http://purl.obolibrary.org/obo/ONTAE_00000000)”. A restrição indicada na figura é que, para a propriedade “[RO_0001015](http://purl.obolibrary.org/obo/RO_0001015)”, não é exigido que existam instâncias da classe “[ONTAE_00000000](http://purl.obolibrary.org/obo/ONTAE_00000000)” associadas a essa relação. Em outras palavras, a cardinalidade mínima é zero, o que significa que a propriedade pode estar presente ou não..

O elemento `<owl:minQualifiedCardinality>` usado para definir a quantidade mínima de instâncias que uma propriedade deve ter quando associada a uma determinada classe. Adicionalmente, o elemento `<owl:maxQualifiedCardinality>` é outro elemento disponível em OWL que permite definir restrições de cardinalidade, mas neste caso, ele especifica o número máximo de instâncias que uma determinada propriedade pode estar associada a instâncias de uma classe específica (W3C, 2012).

Figura 12: Trecho de OWL - Restrições de cardinalidade

```

4307 <owl:Restriction>
4308   <owl:onProperty rdf:resource="http://purl.obolibrary.org/obo/RO_0001015"/>
4309   <owl:minQualifiedCardinality rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">
4310     0
4311   </owl:minQualifiedCardinality>
4312   <owl:onClass rdf:resource="http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_00000000"/>
4313 </owl:Restriction>

```

Fonte: do autor (2024)

As *Annotation Properties* ou propriedades de anotações são utilizadas para adicionar metadados ou informações adicionais a elementos da ontologia, como rótulos, descrições ou informações de autoria. Na linguagem OWL, essas propriedades ajudam a documentar a ontologia e os seus elementos, facilitando a compreensão e o uso por humanos e sistemas (W3C, 2012). A **Figura 13** ilustra a anotação “Definição”, definida pelo elemento `<owl:AnnotationProperty>`, e referenciada pelo atributo `rdf:about` que neste caso é definido pela URI “`http://purl.obolibrary.org/obo/IAO_0000115`”. Esse URI garante que a propriedade de anotação seja referenciada de forma única e precisa.

Figura 13: Trecho de OWL – *Annotation Property*

```

75 <owl:AnnotationProperty rdf:about="http://purl.obolibrary.org/obo/IAO_0000115">
76   <obo:ONTONEO_10000002 xml:lang="pt-br">Fernanda Farinelli</obo:ONTONEO_10000002>
77   <rdfs:isDefinedBy rdf:resource="http://purl.obolibrary.org/obo/iao.owl"/>
78   <rdfs:label>definition</rdfs:label>
79   <rdfs:label xml:lang="en">definition</rdfs:label>
80   <rdfs:label xml:lang="pt-br">definição</rdfs:label>
81   <rdfs:label>textual definition</rdfs:label>
82 </owl:AnnotationProperty>

```

Fonte: do autor (2024)

Ainda é possível que uma anotação seja anotada por outras anotações, criando um nível adicional de metadados conforme exemplo da **Figura 13**. A anotação definida no trecho

apresentado possui outras anotações, por exemplo o elemento `<obo:ONTONEO_10000002>`¹ que usa um *namespace* `obo`, relacionado a uma anotação específica da ontologia `ONTONEO`, com um valor em português brasileiro (`xml:lang="pt-br"`). Neste caso, o valor da anotação é associado ao texto "Fernanda Farinelli". Tal exemplo sugere que a anotação pode estar descrevendo uma contribuição ou autoria associada à propriedade ou definição em questão.

Adicionalmente, os *labels* (ou rótulos) são um tipo de anotação utilizada para fornecer nomes legíveis e descritivos para humanos às classes e propriedades. São úteis para **documentação** e para facilitar a compreensão da ontologia. Na **Figura 14**, o rótulo usado é a anotação `rdfs:label` do padrão RDF Schema. Neste exemplo, o `rdfs:label` é fornecido em português e inglês respectivamente identificando a classe como “**participante**” e “**participant**”. O atributo `xml:lang` é utilizado para especificar o idioma de uma anotação ou texto em XML. Para indicar que o texto associado está em inglês o valor do atributo é `xml:lang="en"` e `xml:lang="pt-br"` para indicar que o texto está em português brasileiro.

Figura 14: Trecho de OWL – *Label* de Definição

```
80 <rdfs:label xml:lang="en">definition</rdfs:label>
81 <rdfs:label xml:lang="pt-br">definição</rdfs:label>
```

Fonte: do autor (2024)

As *Object properties* em OWL são utilizadas para estabelecer relações entre dois indivíduos (instâncias de classes), ou seja, são os relacionamentos. São propriedades declaradas com o elemento `<owl:ObjectProperty>` e são essenciais para criar vínculos entre classes dentro da ontologia. A **Figura 15** ilustra a propriedade “*é a duração de*”, que pode ser usada, por exemplo, para ligar a classe **hora** e **atividade acadêmica**.

¹ A anotação `<obo:ONTONEO_10000002>` faz parte da ontologia `Ontoneo`, disponível em <http://purl.obolibrary.org/obo/ontoneo/ontoneo.owl>. O rótulo (*label*) desta anotação em português é "traduzido para o português por" e sua definição é: "Uma pessoa responsável por traduzir as anotações das entidades do inglês para o português". Essa anotação é utilizada para documentar quem realizou a tradução das referências textuais de um elemento da ontologia, atribuindo o crédito de tradução.

Figura 15: Trecho de OWL – *Object property* “é a duração de”

```

889 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://purl.obolibrary.org/obo/IAO_0000413">
890   <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://purl.obolibrary.org/obo/IAO_0000136"/>
891   <obo:IAO_0000114 rdf:resource="http://purl.obolibrary.org/obo/IAO_0000120"/>
892   <obo:IAO_0000115 xml:lang="en">
893     relates a process to a time-measurement-datum that
894     represents the duration of the process
895   </obo:IAO_0000115>
896   <obo:IAO_0000117 xml:lang="en">Person:Alan Ruttenberg</obo:IAO_0000117>
897   <obo:IAO_0000412>http://purl.obolibrary.org/obo/iao/2022-11-07/iao.owl</obo:IAO_0000412>
898   <obo:ONTONEO_10000002 xml:lang="pt-br">Fernanda Farinelli</obo:ONTONEO_10000002>
899   <rdfs:label xml:lang="en">is duration of</rdfs:label>
900   <rdfs:label xml:lang="pt">é a duração de</rdfs:label>
901 </owl:ObjectProperty>

```

Fonte: do autor (2024)

As *Data properties*, ligam uma instância de classe a um valor literal, como números ou sequências de caracteres alfanuméricos (*strings*). São definidas com o elemento `<owl:DatatypeProperty>`. A **Figura 16**, ilustra um exemplo de *data property*. O tipo de dado dessa *data property* é especificado dentro o elemento `<rdfs:range>` como `<XMLSchema#dateTime>`. É importante ressaltar que, na *data property* é o elemento `<rdfs:domain>` que liga a *data property* a uma classe específica que vai ter o tipo descrito no *range*.

Figura 16: Trecho de OWL – *Data property* “tem data e hora”

```

2188 <owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_00000513">
2189   <rdfs:domain rdf:resource="http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_00000530"/>
2190   <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#dateTime"/>
2191   <dc:creator>Fernanda Farinelli</dc:creator>
2192   <dc:date rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#dateTime">
2193     2024-08-15T00:58:16Z</dc:date>
2194   <rdfs:label xml:lang="pt">tem data e hora</rdfs:label>
2195 </owl:DatatypeProperty>

```

Fonte: do autor (2024)

Conclui-se que a linguagem OWL oferece um conjunto de características para a definição de ontologias e seus respectivos elementos, permitindo especificar a semântica dos conceitos de forma precisa. A arquitetura proposta neste trabalho depende diretamente da construção da ontologia seguindo as capacidades da OWL, garantindo uma representação clara e consistente dos conceitos envolvidos.

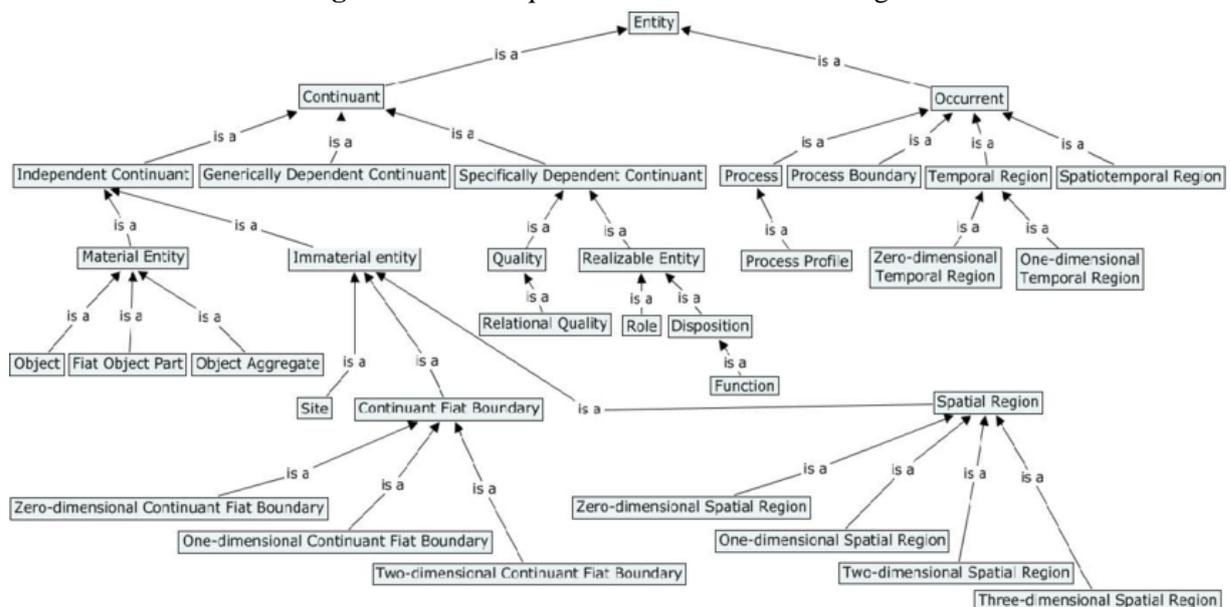
2.4.4 Basic Formal Ontology

A BFO é uma ontologia de alto nível que se baseia em princípios filosóficos de Aristóteles e Husserl, projetada para ser neutra em relação a domínios específicos e amplamente aplicável. A BFO é projetada para fornecer uma base comum para o desenvolvimento de ontologias em diversos domínios, particularmente nas ciências biomédicas, garantindo a coerência e a interoperabilidade entre ontologias desenvolvidas separadamente. Ao contrário de ontologias de domínio, que se concentram em representar entidades específicas de uma área (por exemplo, doenças ou medicamentos), a BFO foca em categorias amplas e universais que são aplicáveis em qualquer contexto (Arp; Smith; Spear, 2015).

A BFO foi oficialmente reconhecida como uma norma ISO sob o número ISO/IEC 21838-2. Esta norma foi publicada em 2021 e faz parte de uma série que define ontologias formais (ISO; IEC, 2021b)

A BFO divide todas as entidades em duas categorias principais: **continuantes** e **ocorrentes**. Continuantes são entidades que existem de forma contínua no tempo, como objetos físicos, enquanto ocorrentes são processos ou eventos que acontecem ao longo do tempo, como atividades ou mudanças. A **Figura 17** apresenta as classes e entidades definidas na BFO, organizadas em uma hierarquia “*is_a*” ou de “*subtipo_de*”.

Figura 17: Hierarquia da BFO versão 2.0 em Inglês.



Fonte: Smith *et. al.* (2015)

Essa divisão básica entre, continuantes e ocorrentes, fornece a estrutura fundamental do BFO para garantir a modelagem coerente de dados em diferentes domínios, como Biologia

e Engenharia, promovendo a interoperabilidade e a consistência dos dados. O uso da BFO permite uma padronização de conceitos e relações, promovendo a integração de diferentes sistemas, através de uma “linguagem comum” que representa a realidade.

2.4.5 Metodologia para construção de ontologias

A construção de ontologias é um processo fundamental na modelagem do conhecimento, essencial para organizar e integrar informações em vários domínios. Diversas metodologias foram desenvolvidas para guiar esse processo, cada uma oferecendo abordagens específicas para enfrentar os desafios de criação de ontologias. As metodologias de construção de ontologias fornecem estruturas distintas para guiar a construção, conceitualização e validação de ontologias. Oferecendo características e estágios únicos (FARINELLI, 2017).

O *Realismo Ontológico*, baseado nos princípios filosóficos do realismo, é uma metodologia desenvolvida para a criação e evolução coordenada de ontologias científicas. Essa abordagem enfatiza a representação fiel da realidade, buscando garantir que as ontologias sejam consistentes com os universais ou tipos presentes na realidade descrita pela ciência. O principal objetivo é assegurar que as ontologias representem entidades como universais ou tipos reais, em vez de conceitos abstratos, proporcionando uma base sólida para a integração de dados científicos de diferentes disciplinas (Smith; Ceusters, 2010).

Propõem-se que as ontologias sejam vistas como representações da realidade, e não apenas de conceitos arbitrários. É um método que busca minimizar a criação de ontologias fragmentadas e não interoperáveis, as quais podem gerar problemas de integração e redundância de dados. O *Realismo Ontológico* defende a construção de ontologias que sejam universais, ou seja, que possam ser utilizadas amplamente para descrever fenômenos reais de maneira consistente (Smith; Ceusters, 2010). As principais etapas para a construção de ontologias sob a perspectiva do *Realismo Ontológico* incluem:

- Delimitação do escopo e domínio: Definição clara do campo de aplicação da ontologia, determinando quais fenômenos ou entidades reais serão representados.
- Coleta de informações: Obtenção de dados empíricos e científicos para fundamentar a construção da ontologia, garantindo que as entidades representadas tenham correspondentes na realidade.

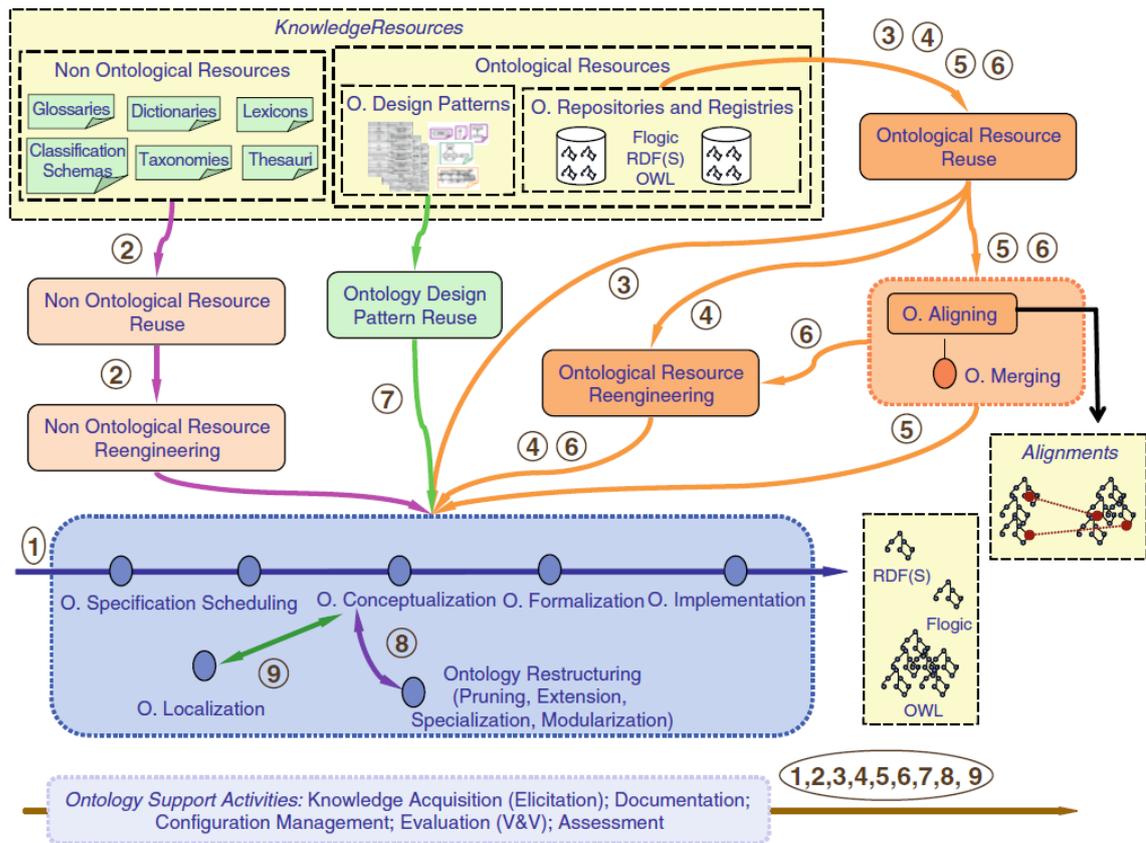
- Organização hierárquica de termos: Estruturação dos conceitos e termos em uma hierarquia baseada em tipos e universais, de modo a evitar ambiguidades e redundâncias.
- Formalização: A formalização consiste em representar as entidades e suas relações usando linguagens ontológicas formais, como OWL ou RDF, para garantir interoperabilidade e consistência.

Essa metodologia tem sido amplamente aplicada em ontologias nas áreas das Ciências Biológicas e Biomédicas, como parte da iniciativa *Open Biological and Biomedical Ontologies (OBO) Foundry*, que visa desenvolver ontologias padronizadas e interoperáveis em diversos domínios científicos (Smith; Ceusters, 2010). Dessa forma, o *Realismo Ontológico* propõe uma abordagem rigorosa, orientada pela realidade, na criação de ontologias, o que permite uma integração mais eficaz dos dados científicos e uma maior consistência no uso de termos e conceitos dentro da comunidade científica.

A metodologia *Networked Ontologies (NeOn)* é um *framework* que foca na criação, manutenção e evolução de ontologias em rede, enfatizando a reutilização de recursos de conhecimento existentes, o desenvolvimento colaborativo e a construção de ontologias interconectadas. A metodologia foi projetada para abordar desafios encontrados na criação de ontologias em ambientes complexos e distribuídos, com a intenção de facilitar o trabalho colaborativo e a integração de múltiplos domínios do conhecimento. A NeOn é conhecida por sua flexibilidade e adaptação a diferentes cenários de desenvolvimento de ontologias (Suárez-Figueroa, 2010).

A NeOn define nove cenários principais que orientam o desenvolvimento, evolução e integração de ontologias em redes colaborativas. Esses cenários (Figura 18) abordam diferentes situações e contextos em que a criação de ontologias pode ocorrer, abrangendo desde a etapa de construção até a sua reengenharia e a reutilização de ontologias existentes (Suárez-Figueroa, 2010).

Figura 18: Cenários propostos pela Metodologia NeOn para construção de ontologias



Fonte: (Suárez-Figueroa, 2010).

A metodologia ReBORM (*Realism-Based Ontology Reengineering Methodology*), proposta por Farinelli (2017), é aplicada no desenvolvimento da ontologia do domínio obstétrico e neonatal, conhecida como a já citada OntONEo. ReBORM combina os princípios do *Realismo Ontológico* com as melhores práticas da metodologia NeOn, garantindo coerência semântica tanto para humanos quanto para computadores. Na prática, a metodologia integra os cinco passos do realismo ontológico com os cenários e atividades da NeOn, adotando um ciclo de desenvolvimento iterativo-incremental, ideal para ontologias que seguem a premissa do falibilismo², refletindo a natureza evolutiva da ciência. Além disso, ReBORM se fundamenta em iniciativas consolidadas, como a *OBO Foundry*, e tem como principal objetivo a reengenharia de ontologias existentes e a construção de novas ontologias, assegurando uma representação fiel da realidade com base nos princípios do realismo filosófico. A metodologia também define de forma clara “o que fazer”, “quando fazer” e “como fazer” no processo de construção de ontologias, servindo como um guia para

²O falibilismo é a doutrina filosófica que defende que todo conhecimento humano é, em princípio, falível e, portanto, suscetível a revisão (Arp; Smith; Spear, 2015)..

aprimorar o conhecimento e as habilidades de pesquisadores iniciantes e futuros ontologistas (Farinelli, 2017, 2020; Farinelli; Elkin, 2017).

A metodologia *OntoForInfoScience* proposta por Mendonça e Almeida (2016) é um *framework* que integra aspectos teóricos e práticos da Ciência da Informação para a construção de ontologias. Essa abordagem visa proporcionar uma estrutura sistemática para a criação de ontologias, especialmente em áreas que envolvem a gestão e organização do conhecimento, abordando tanto questões técnicas quanto filosóficas e lógicas. A metodologia é composta por diversas etapas, que cobrem desde o levantamento de necessidades até a publicação da ontologia final. Essas etapas são descritas a seguir:

- Avaliação de necessidades: Identificação dos requisitos e objetivos da ontologia, considerando o contexto e o público-alvo. Esta etapa envolve entender quais problemas a ontologia deve resolver ou quais lacunas de conhecimento ela precisa preencher.
- Especificação: Definição clara dos objetivos, escopo e propósitos da ontologia, estabelecendo o domínio de aplicação e as questões que devem ser respondidas. Aqui, delinea-se o que a ontologia deve cobrir e seus limites.
- Aquisição e extração de conhecimento: Recolha de informações e dados, tanto de fontes documentais quanto de especialistas no domínio. Esta etapa inclui a coleta e organização de conceitos relevantes e suas inter-relações.
- Conceitualização: Estruturação dos dados e informações adquiridos em forma de conceitos, relacionamentos e categorias. Nesta fase, organiza-se o conhecimento para transformá-lo em um modelo que será usado na construção da ontologia.
- Fundamentação ontológica: Consideração de teorias filosóficas e lógicas que servem de base para a ontologia. Envolve a adoção de princípios ontológicos (como ontologias de alto nível) que garantem consistência e validade dos conceitos representados.
- Formalização: Transformação do modelo conceitual em uma representação formal, utilizando uma linguagem específica de ontologia, como OWL, RDF, ou outras linguagens adequadas para a representação e inferência de ontologias.
- Avaliação: Verificação da ontologia quanto à sua coerência, completude e aplicabilidade. Esta etapa envolve a validação da ontologia através de testes e revisões por especialistas para garantir que ela atenda aos objetivos estabelecidos.

- Documentação e publicação: Registro detalhado do processo de construção da ontologia, bem como dos seus resultados. A ontologia, juntamente com sua documentação, deve ser disponibilizada para que outros possam utilizar e, eventualmente, aprimorar.

A *OntoForInfoScience* diferencia-se de outras metodologias ao incorporar uma perspectiva mais ampla, que integra aspectos filosóficos sobre a natureza do conhecimento e da realidade. Ao adotar essa abordagem, a metodologia promove uma modelagem conceitual mais precisa e consistente, o que contribui para a confiabilidade das ontologias desenvolvidas (Mendonça; Almeida, 2016). Assim, a metodologia *OntoForInfoScience* oferece um *framework* robusto para a construção de ontologias, sendo especialmente útil para o contexto da Ciência da Informação. Ao fornecer um processo estruturado que combina tanto elementos técnicos quanto filosóficos, ela permite o desenvolvimento de ontologias que atendem às complexas demandas da organização e representação do conhecimento em diversos domínios.

Além das metodologias já mencionadas, a literatura identifica diversas outras abordagens para a construção de ontologias, cada uma com características e objetivos específicos. A seguir, são sintetizadas algumas delas:

A metodologia *Methontology*, desenvolvida a partir da experiência dos autores na construção de ontologias, possui fases estruturadas e documentação contínua. As etapas incluem especificação, aquisição de conhecimento, conceitualização, formalização, integração, implementação e avaliação (Fernández-López *et al.*, 1997).

O *On-To-Knowledge*, originado de um projeto europeu *Information Society Technologies* (IST), foca no processamento semântico de informações e no acesso do usuário. Suas etapas são estudo de viabilidade, início, refinamento, avaliação, aplicação e evolução (Sure *et al.*, 2004). O *Ontology 101* é um guia básico para iniciantes na construção de ontologias. Ele utiliza uma abordagem interativa para avaliação e refinamento, com etapas que incluem determinação do domínio e escopo, consideração de ontologias existentes, enumeração de termos, definição de classes e hierarquia, e definição de propriedades e facetas (Noy; McGuinness, 2001).

O *Toronto Virtual Enterprise* (TOVE) foca no *design* e avaliação de ontologias com perguntas de competência formais e formalização em lógica de primeira ordem. Suas etapas incluem cenários de motivação, perguntas informais de competência, especificação de terminologia, formalização das perguntas de competência, axiomatização e teste de competência (Gruninger, 1995).

O método de Uschold e Gruninger, derivado da Engenharia de Conhecimento, propõe etapas para o design e avaliação de ontologias. Estas incluem a identificação do propósito e escopo, captura e codificação de conceitos, integração com ontologias existentes, avaliação e documentação (Uschold; Gruninger, 1996). O método de Uschold e King oferece diretrizes para projetos de construção de ontologias, enfatizando a colaboração e integração de conhecimento. As etapas são identificação do propósito, construção da ontologia, captura e codificação da ontologia, integração, avaliação e documentação (Uschold e King, 1995).

A Abordagem Sistemática para Construção de Ontologias (SABiO - *Systematic Approach for Building Ontologies*) foca no desenvolvimento de ontologias de domínio usando metodologias de Engenharia de Software, organizadas em processos de desenvolvimento e suporte. Suas etapas são identificação do propósito e elicitação de requisitos, captura e formalização da ontologia, *design*, implementação e teste para ontologias operacionais (Falbo, 2014). O Processo Unificado para Construção de Ontologias (UPON - *Unified Process for Ontology Building*), inspirado no *Rational Unified Process* (RUP), tem um caráter incremental e iterativo orientado para casos de uso. Suas etapas são concepção (análise de requisitos e conceitual), elaboração (análise conceitual e estruturação), construção (design e implementação) e transição (teste e lançamento) (De Nicola, 2005).

2.4.6 *Minimum Information to Reference an External Ontology Term*

No contexto de modelagem do conhecimento, a integração de ontologias externas é um desafio relevante. Courtot *et al.* (2009) discutem as limitações das ferramentas de edição de OWL, como o Protégé, que enfrentam dificuldades ao lidar com ontologias grandes ou com princípios de *design* divergentes. Para mitigar esses problemas, foi desenvolvida a diretriz *Minimum Information to Reference an External Ontology Term* (MIREOT), que permite a importação seletiva de termos de ontologias externas. Segundo Courtot *et al.* (2009), o MIREOT propõe uma abordagem pragmática para importar apenas os termos necessários, evitando a incorporação total de ontologias externas, o que pode levar a inconsistências ou inferências não intencionais. Isso é particularmente útil em projetos como a Ontologia de Investigações Biomédicas (OBI), onde o foco está em reutilizar recursos já existentes sem sobrecarregar o sistema com informações irrelevantes ou redundantes.

A aplicação das diretrizes MIREOT se baseia em um conjunto mínimo de informações necessárias para referenciar um termo externo: o URI da ontologia de origem, o URI do termo e o URI da superclasse direta no alvo. Courtot *et al.* (2009) destacam que essa abordagem

também permite que informações adicionais, como rótulos e definições, sejam obtidas de forma programática, proporcionando uma integração mais eficiente e flexível. A capacidade de reutilizar termos de ontologias maduras, como a Taxonomia *National Center for Biotechnology Information* (NCBI), facilita consultas complexas, como a identificação de experimentos envolvendo mamíferos, sem a necessidade de recriar estruturas já estabelecidas.

Dessa forma, a abordagem MIREOT equilibra a necessidade de consistência e flexibilidade, permitindo o desenvolvimento contínuo de ontologias sem a sobrecarga de importar ontologias inteiras (Courtot *et al.*, 2009).

2.5 Sistemas de Informação

De acordo com Laudon e Laudon (2016, p. 13) um Sistema de Informação (SI) pode ser definido de forma técnica como um “conjunto de componentes inter-relacionados que coletam (ou recuperam), processam, armazenam e distribuem informações destinadas a apoiar a tomada de decisões, a coordenação e o controle em uma organização.” Os autores, analisam os SI sob um ponto de vista administrativo, como ferramentas de apoio às decisões em empresas para que elas alcancem alguma vantagem no mercado.

Contudo, Laudon e Laudon (2016) defendem que um SI essencialmente deve tratar suas entradas de dados de forma que eles se tornem informações compreensíveis e úteis. Para tanto, os SI devem possuir as etapas de Entrada de Dados, Processamento e Saída de informações. Desta forma, o SI não é apenas um programa de computador, ele “opera em um contexto de pessoas, infraestrutura de tecnologia, estrutura e processos” (Stair; Reynolds 2017, p. 5).

A **Figura 19** retrata os três componentes principais de um sistema de informação conforme descrito por Laudon e Laudon (2016). Esses componentes são tecnologia, pessoas e organizações. A tecnologia abrange o *hardware* e o *software* utilizados para processar e armazenar informações. As pessoas (*peopleware*), incluem os indivíduos que utilizam e gerenciam esses sistemas, enquanto as organizações representam o contexto organizacional no qual esses sistemas são implementados e operam. A integração desses três componentes é essencial para o funcionamento eficaz dos SI.

Figura 19: Composição de Sistemas de Informação.

Fonte: Laudon; Laudon, 2016.

Quanto a *organização*, os SI são uma parte integral das organizações. Embora, a tecnologia da informação (TI) possa alterar as organizações e empresas, a relação é bidirecional, sendo a história e a cultura das empresas fatores determinantes de como a tecnologia é utilizada. Para compreender como uma organização específica usa SI, é necessário conhecer sua estrutura, história e cultura (Laudon; Laudon, 2016).

As organizações, têm uma estrutura hierárquica composta por diferentes níveis e especializações, revelando uma divisão clara do trabalho, com níveis superiores ocupados pelo administrativo, profissional e técnico, enquanto os níveis inferiores são ocupados pelo operacional. Os especialistas são treinados para diversas funções organizacionais, como vendas, marketing, manufatura, produção, finanças, contabilidade e recursos humanos. As empresas desenvolvem SI para atender a essas diferentes especializações e níveis (Laudon; Laudon, 2016).

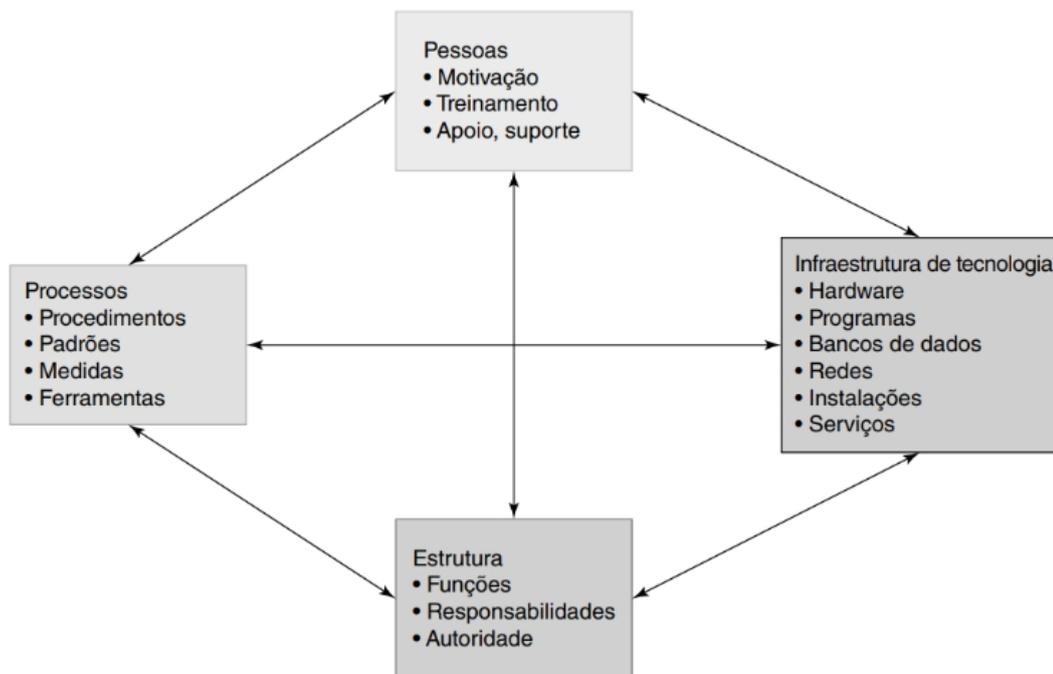
Na instância *pessoas*, a eficácia dos SI depende das pessoas que os desenvolvem, mantêm e utilizam. Um SI não tem utilidade sem pessoas qualificadas para operá-lo. Por exemplo, um *call center* equipado com um avançado sistema de relacionamento com clientes será inútil se os funcionários não forem adequadamente treinados para lidar com pessoas e resolver seus problemas (Laudon; Laudon, 2016).

Os administradores desempenham um papel crucial na gestão de SI, entendendo a lógica das situações enfrentadas pela organização, tomando decisões, formulando planos de ação e desenvolvendo soluções inovadoras. A TI, ajuda os gestores a enfrentar desafios e criar produtos e serviços (Laudon; Laudon, 2016). A TI, compreende *hardware*, *software* e redes. O *hardware*, inclui equipamentos físicos usados para entrada, processamento e saída de

informações, como computadores, dispositivos de entrada/saída e dispositivos de telecomunicações. O *software*, consiste em instruções detalhadas que controlam e coordenam os componentes de *hardware*. A tecnologia de armazenamento de dados, organiza os dados em meios físicos, enquanto a tecnologia de comunicações e redes interliga diversos equipamentos de computação e transfere dados entre diferentes locais (Laudon; Laudon, 2016, p. 17).

Outros autores, defendem a mesma ideia, entretanto, com nomenclaturas um pouco distintas, como Stair e Reynolds ao interpretarem o Diamante de Leavitt, ilustrado na **Figura 20**.

Figura 20: Diamante de Leavitt



Fonte: Stair e Reynolds, 2017, baseado em Leavitt (1965)

Ao abordar a composição dos sistemas de informação, que envolvem pessoas, sistemas e a organização, fica claro que esses elementos precisam interagir de maneira eficiente para que o sistema funcione corretamente. Porém, essa interação não ocorre de forma isolada; ela depende fortemente da forma como o usuário se comunica e interage com o sistema. É nesse ponto que entramos no campo de IHC, onde o foco está justamente na criação de interfaces que permitam uma interação intuitiva, eficaz e produtiva entre os usuários e as tecnologias que utilizam. Agora, vamos explorar como as IHCs desempenham um papel central em garantir que essa comunicação seja fluida e funcional.

2.6 Interface Humano-computador

A IHC é uma área de estudo interdisciplinar que se concentra na interação entre os seres humanos e os computadores. A IHC, está diretamente relacionada ao surgimento de “interfaces de usuário (IU) modernas, muitas vezes chamadas de IU Inteligente ou Interface Adaptativa do Usuário, resultado de novas tecnologias emergentes, como Ontologias, Inteligência Artificial, Computação em Nuvem e IoT” (Zouhaier *et al.*, 2022).

Interface é um ponto de interação ou meio de comunicação entre dois sistemas ou entidades diferentes, logo, ela está presente em diversas áreas. No contexto da tecnologia, uma interface é especialmente relevante, pois, se trata do meio pelo qual os seres humanos interagem com os dispositivos e sistemas digitais. Conforme explica Preece *et al.* (2015), uma interface é “o ponto de comunicação entre um usuário e um sistema, onde ocorrem entradas e saídas de dados”.

A evolução das interfaces de usuário tem sido impulsionada pela necessidade de tornar a interação com os sistemas computacionais mais intuitiva e eficiente. Segundo Shneiderman e Plaisant (2010), o design de interfaces deve focar na usabilidade, ou seja, na facilidade com que os usuários podem aprender a usar um sistema e a sua eficiência durante o uso. Isso implica desenvolver interfaces que não apenas funcionem corretamente, mas que também proporcionem uma experiência agradável e produtiva para o usuário.

A IHC, não se limita apenas ao aspecto técnico das interfaces, mas envolve também, a compreensão dos fatores humanos, cognitivos e sociais que influenciam a interação. Como argumenta Norman (2013), o design centrado no usuário é crucial para criar interfaces que sejam realmente eficazes, uma vez que leva em consideração as necessidades, limitações e preferências dos usuários. Isso requer uma abordagem multidisciplinar, combinando conhecimentos de Psicologia, Ergonomia, *Design Gráfico* e Engenharia de *Software*.

Além disso, a pesquisa em IHC tem explorado novas formas de interação que vão além dos dispositivos tradicionais, como teclados e *mouses*. A introdução de tecnologias como interfaces de toque, realidade aumentada e assistentes de voz, está transformando a maneira como ocorrem as interações com os sistemas digitais. Conforme apontam Dix *et al.* (2004), as interfaces multimodais, que combinam diferentes formas de entrada e saída, têm o potencial de proporcionar uma experiência de usuário mais rica e imersiva. Entretanto, mesmo com o foco nas necessidades dos usuários, os desenvolvedores de interfaces podem falhar em atender necessidades de grupos pequenos de usuários, como usuários com daltonismo (discromatopsia), baixa visão e outros problemas que possam interferir na usabilidade do

sistema. Para solucionar este problema de forma automatizada é possível a implementação de sistemas com interfaces adaptativas.

Na CI, é discutido que a IHC pode contribuir com a inclusão digital de modo que recursos de informação digitais sejam acessíveis a todos os usuários, independentemente de suas habilidades ou condições socioeconômicas. Isso pode ser refletido na busca de que a informação seja inserida também em formatos que sejam acessadas por outros sentidos que não só a visão (Carvalho, 2003).

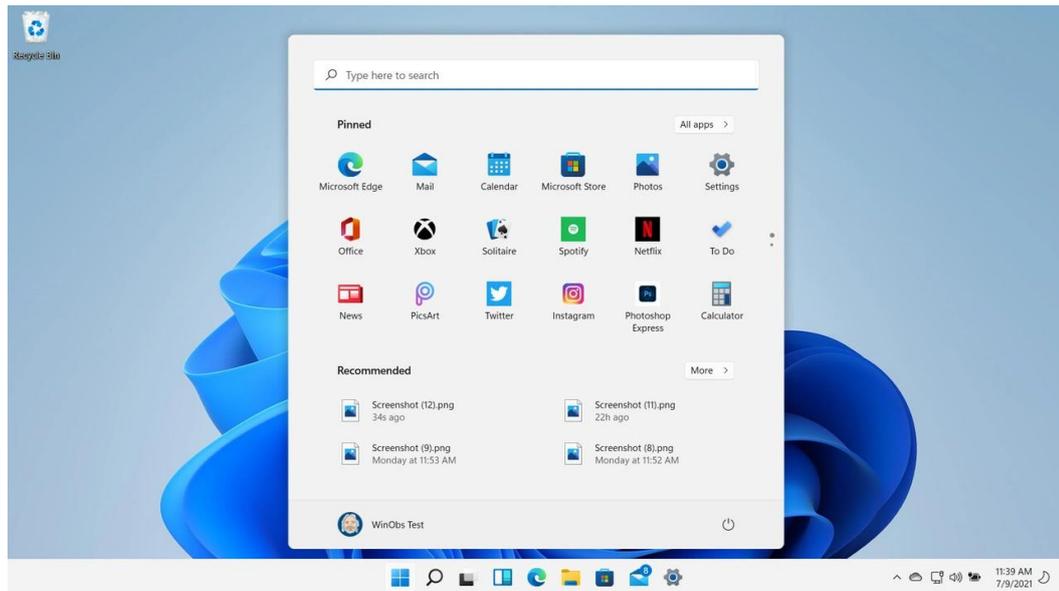
2.6.1 Interfaces Gráficas do Usuário (GUI)

Como discutido anteriormente, uma interface conecta duas entidades diferentes de modo que haja comunicação entre ambas. Em um sistema, a interface gráfica do usuário é aquela que liga o ser humano com a máquina, computadores, *smartphones* e outros (LEMES, 2018). Elas possuem noções de *design* e interação focadas em seus usuários, buscando que os mesmos tenham o uso mais orgânico possível com a máquina. Sendo que muitas vezes a interface e os produtos de mídias digitais podem até se misturar na percepção de alguns usuários das mídias conforme diz Lemes (2018):

“No universo das mídias digitais, é o ambiente gráfico do produto digital, o canal de comunicação do usuário final com o conteúdo de forma geral. É na interface gráfica que acontece a relação do usuário com o sistema, sendo a interface o elemento que faz a transição entre o real e o digital (LEMES, 2018, p. 39).”

A seguir, são apresentados exemplos de GUI amplamente utilizadas na atualidade. A **Error! Reference source not found.** ilustra a GUI do sistema operacional Windows na versão 11, que é mais atual, sendo esta GUI uma das mais usadas no mundo dada a popularidade do sistema.

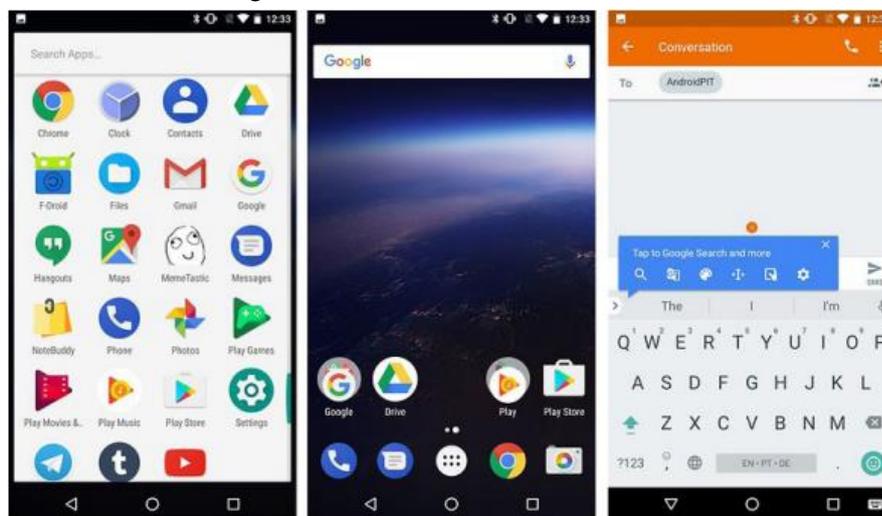
Figura 21: GUI do sistema operacional Windows 11.



Fonte: Recuperado pelo autor em <https://www.itprotoday.com/windows-11/windows-11-interface-and-visual-changes-for-enterprise-users>. Acesso em: 23 set 2024.

A Figura 22 apresenta exemplos de GUIs do sistema operacional Android 8 amplamente usando em dispositivo móvel.

Figura 22: GUI do sistema Android 8.



Fonte: Lemes (2018).

Dentre os vários tipos de GUIs em sistemas, existem os formulários de entrada de dados, aos quais apresentam a possibilidade de o usuário inserir dados com a finalidade que os mesmos sejam cadastrados. Um exemplo comum deste tipo de interface gráfica, é a tela de cadastro de usuário apresentada ao criar uma conta em algum site ou rede social (**Error! Reference source not found.**).

Figura 23: Página de cadastro de usuário no Facebook

facebook

Criar uma nova conta
É rápido e fácil.

Nome Sobrenome

Data de nascimento [?]

Gênero [?]
 Feminino Masculino Personalizado

Celular ou email

Nova senha

As pessoas que usam nosso serviço podem ter enviado suas informações de contato para o Facebook. Saiba mais

Ao clicar em Cadastre-se, você concorda com nossos Termos, Política de Privacidade e Política de Cookies. Você poderá receber notificações por SMS e cancelar isso quando quiser.

Cadastre-se

[Já tem uma conta?](#)

Fonte: Recuperado pelo autor em Facebook. Acesso em: 23 set 2024.

Conforme Symmonds (2003), durante a criação de GUI, o desenvolvedor precisa considerar tanto a usabilidade quanto as restrições dos tipos de dados que podem ser inseridos. Isso envolve pensar se o usuário conseguirá realizar as ações necessárias na tela de forma intuitiva, ao mesmo tempo em que limita o que pode ser digitado nos campos, garantindo que apenas os dados corretos sejam inseridos.

O desenvolvedor define o tipo de dados adequado para cada campo. Por exemplo, um campo destinado à inserção de data de nascimento deve ser configurado para aceitar apenas números válidos, rejeitando letras ou números fora do intervalo possível para meses ou dias, como "80". Já em campos de texto, como o nome do usuário, o limite de caracteres é uma preocupação comum, evitando entradas excessivamente longas ou inadequadas.

Além disso, a escolha do tipo de campo de entrada é fundamental para melhorar a experiência do usuário. Em casos como a seleção de gênero, um campo do tipo *select* pode ser utilizado para oferecer opções pré-definidas. Já para perguntas de sim ou não, o uso de campos de marcar (*checkbox* ou *radio buttons*) simplifica a interação e evita erros de digitação.

2.6.2 Interface Adaptativa do Usuário (IAU)

A Interface Adaptativa do Usuário (IAU) é um subcampo da interação humano-computador (HCI) focado no design de interfaces que se ajustam automaticamente às

necessidades e preferências dos usuários. Esse ajuste é realizado em tempo real, utilizando dados contextuais e informações comportamentais, proporcionando uma experiência de interação mais eficiente e personalizada. A IAU é baseada em princípios como a modificação espacial e visual, onde a interface adapta sua disposição e elementos visuais de acordo com o comportamento e as características cognitivas do usuário, como sua memória espacial e a previsibilidade na interface (DEUSCHEL, 2018).

Além disso, fatores humanos, como capacidades intelectuais e limitações físicas dos usuários, devem ser considerados ao projetar interfaces adaptativas. Estudos indicam que essas interfaces devem ajustar elementos como a disposição dos componentes visuais para garantir a usabilidade e atender às expectativas de navegação dos usuários (DEUSCHEL, 2018). Exemplos práticos de IAU incluem assistentes virtuais, sistemas educacionais personalizados e aplicativos móveis que alteram sua interface com base no contexto de uso e nas interações anteriores do usuário. Entre os desafios, destacam-se a necessidade de garantir a privacidade dos dados dos usuários e equilibrar a complexidade do sistema com a usabilidade (DEUSCHEL, 2018).

2.6.3 Interfaces do Usuário Orientadas por Ontologias

A área de Interfaces do Usuário Orientadas por Ontologias (IUOO) foca na adaptação da interface baseada no conhecimento representado no domínio da ontologia, a fim de garantir que as interações do usuário estejam alinhadas com a estrutura semântica e as restrições do domínio, melhorando a usabilidade e a qualidade dos dados.

As Interfaces de Usuário Orientadas por Ontologias (IUOO) permitem que a informação na interface do usuário seja organizada de forma estruturada, integrando a interface gráfica ao domínio de conhecimento descrito pela ontologia. Isso é possível porque as IUOO oferecem uma representação computacional precisa e consistente dos componentes da interface e dos dados relacionados, assegurando que os conceitos do domínio sejam corretamente transmitidos ao usuário (Shahzad, 2011). Dessa forma, as ontologias definem as relações entre os conceitos e seus subconceitos, resultando em uma organização hierárquica clara da informação na interface.

O **Quadro 3** ilustra como diferentes níveis de experiência do usuário podem ser integrados com a implementação ontológica, destacando a relação entre os conceitos abstratos e suas representações concretas na interface. O quadro é dividido em quatro níveis de experiência do usuário: *superfície*, *esqueleto*, *estrutura*, *escopo* e *estratégia*.

No nível denominado *superfície*, diz respeito à implementação gráfica da interface, onde, as propriedades da interface do usuário são traduzidas em elementos visuais, como botões e caixas de texto, utilizando bibliotecas gráficas. O nível *esqueleto* refere-se à camada intermediária entre a estrutura lógica e a interface gráfica visível. Nesse nível, são definidos os elementos interativos e suas disposições na interface, como caixas de texto, botões, e listas de seleção, que facilitam a interação do usuário com os conceitos definidos na estrutura. O esqueleto transforma as relações definidas no nível de estrutura em componentes tangíveis e manipuláveis, alinhando-se com a ontologia de domínio utilizada para gerar a interface adaptativa. O objetivo principal do esqueleto é garantir que os elementos visuais da interface reflitam as conexões e relações lógicas definidas pela ontologia de domínio, permitindo uma transição fluida para a implementação gráfica no nível de superfície.

No nível *estrutura*, utiliza-se a ontologia de domínio, que especifica as relações entre os atributos. A estrutura da interface, é organizada com base em como os conceitos são agrupados e relacionados, utilizando ontologias de domínio para definir a taxonomia da informação. O conceito de *escopo* refere-se ao que existe dentro dos limites do domínio. Neste nível, são abordados os detalhes dos conceitos e sub-conceitos, focando no vocabulário utilizado, não em sua estrutura. No nível *estratégia*, são representados objetivos e necessidades do usuário em um nível abstrato. Não há uma formulação ontológica explícita, mas é fundamental para guiar o desenvolvimento da interface (Shazad, 2011).

Quadro 3: Elementos da experiência de usuário adaptada

Nível de Experiência do Usuário	Implementação Ontológica	Exemplo de aplicação usando <i>framework</i> Ontológico
Superfície	Gráficos olhar e sensação	Implementação UIOO em Biblioteca Gráfica <i>Standard Widget Toolkit</i> ³ , <i>Open Graphics Library</i> ⁴ , <i>GIMP Toolkit</i> ⁵ , <i>wxWidgets</i> ⁶ , <i>QT</i> ⁷
Esqueleto	Ontologia de interface do usuário	Caixa de texto personalizada, caixa de listagem, Caixa de

³ Standard Widget Toolkit: Biblioteca gráfica desenvolvida pela Eclipse Foundation, usada para criar interfaces gráficas (GUIs) com componentes nativos das plataformas.

⁴ OpenGL (Open Graphics Library): Interface padrão de software para renderização gráfica 2D e 3D. Usada principalmente em aplicativos que requerem gráficos avançados, como jogos e softwares de design.

⁵ GIMP Toolkit: Um toolkit multiplataforma para a criação de interfaces gráficas de usuário. Usado em ambientes de desktop como GNOME e em muitos softwares open-source.

⁶ wxWidgets: Biblioteca que permite a criação de aplicações GUI que são portáveis entre diferentes sistemas operacionais, incluindo Windows, macOS, e Linux.

⁷ QT: Toolkit de desenvolvimento de software utilizado principalmente para criar GUIs, mas que também inclui funcionalidades para desenvolvimento de aplicações não-GUI, como manipulação de arquivos, banco de dados, e redes.

		seleção, ferramenta Data/Hora, Recipientes, botões.
Estrutura	Ontologia de domínio	vCard, hCard.
Escopo	Vocabulários (para entidades e relações). Relações também representam funções.	Nome, Endereço, Data de Nascimento, <i>E-mail</i> , número de telefone, Sobrenome, Código de Endereçamento Postal (CEP).
Estratégia	-	Gerenciamento de informações pessoais.

Fonte: Shahzad (2011, p. 1080, tradução nossa).

Existem trabalhos na área de IUOO, com foco em adaptabilidade da interface, levando em conta nível de experiência do usuário, deficiências visuais, idade do usuário e gênero, para a automação de uma interface mais confortável, sendo um desses trabalhos o SNOPI (*Social Network with Ontology-based Adaptive Interface*)⁸, que usa ontologias de domínio em Interface Humano Computador (IHC) para definição do domínio de conhecimento e consequentemente, definição das regras da interface.

2.7 Arquitetura de Sistemas de Informação

A primeira etapa do desenvolvimento de *software* é a elaboração do projeto da arquitetura desse sistema, o qual compreende a maneira como os componentes da aplicação se comunicarão, se organizarão e serão estruturados (Sommerville, 2011). Exemplificando, a arquitetura de um SI demonstra onde está inserido cada componente da aplicação, sua comunicação e o fluxo da interação, podendo ser da interface gráfica onde o usuário interage, passando pelo processamento que recebe as requisições do usuário até o banco de dados, onde estão armazenadas as informações solicitadas.

A arquitetura de *software* desempenha dois papéis principais: primeiro, como um plano de projeto para a negociação de requisitos do sistema; e, segundo, como uma forma de estruturar as discussões entre clientes, desenvolvedores e gerentes. Além disso, a arquitetura é uma ferramenta essencial para o gerenciamento da complexidade, ocultando detalhes e permitindo que os projetistas se concentrem nas abstrações principais do sistema (Sommerville, 2011 *apud* Hofmeister *et al.*, 2000).

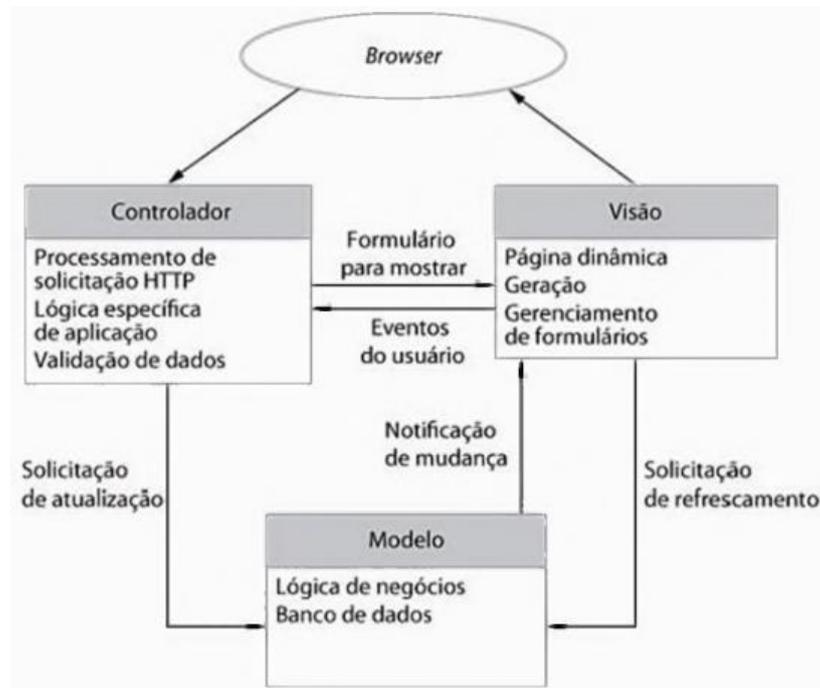
Tipicamente, as arquiteturas de sistemas são representadas por diagramas de blocos simples, os quais cada caixa representa um componente, com caixas dentro de caixas

⁸ SCALSER, Murilo Borghardt. **SNOPI**: Um Sistema de Interface Adaptativa Baseada em Ontologia. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2022.

indicando decomposições em subcomponentes. As setas nos diagramas, representam o fluxo de dados ou sinais de controle entre os componentes. Um catálogo exemplar desse tipo de modelo arquitetural pode ser encontrado no trabalho de (Sommerville, 2011 *apud* Booch, 2009).

Existem diferentes padrões de arquitetura, sendo um dos mais famosos o Modelo-Visão-Controlador (MVC) para desenvolvimento de aplicações *web*, como exemplificado na **Figura 24**:

Figura 24: Arquitetura de aplicações *web* usando o padrão MVC

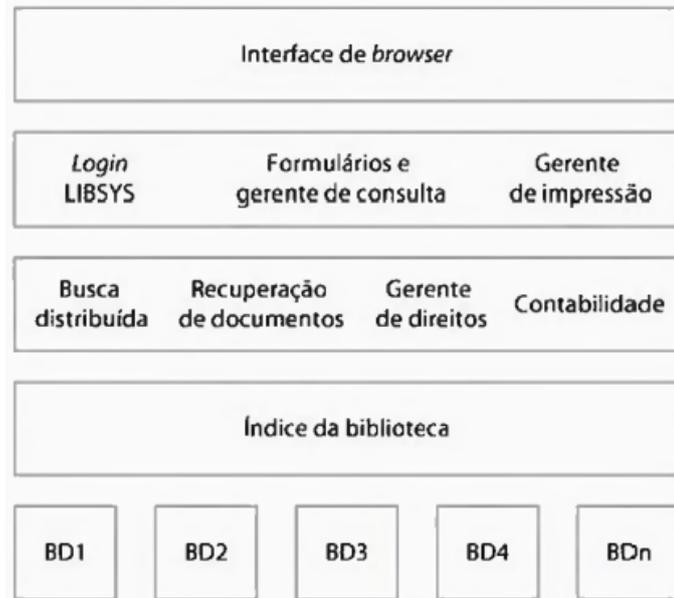


Fonte: (Sommerville, 2011)

A **Figura 25** apresenta um exemplo de arquitetura de *software* que foi proposta para o sistema *web* de gestão de bibliotecas LIBSYS (10), conforme descrita por Sommerville (2011), que ilustra a organização estrutural de um sistema de gerenciamento de bibliotecas. Nessa arquitetura, a interface de usuário é implementada via *browser*, permitindo interação com o sistema através de *login*, formulários e consultas, além de oferecer gerenciamento de impressão. A camada de serviços inclui funcionalidades essenciais, como busca distribuída em múltiplas bases de dados, recuperação de documentos, gerenciamento de direitos e contabilidade, garantindo a integração e eficiência no gerenciamento de recursos da biblioteca. A arquitetura centraliza o acesso às bases de dados por meio de um índice, que facilita a organização e recuperação da informação. Esta disposição modular e hierarquizada

evidencia o uso de boas práticas de arquitetura de *software*, permitindo escalabilidade e manutenção eficiente do sistema.

Figura 25: Arquitetura do sistema LIBSYS (10)



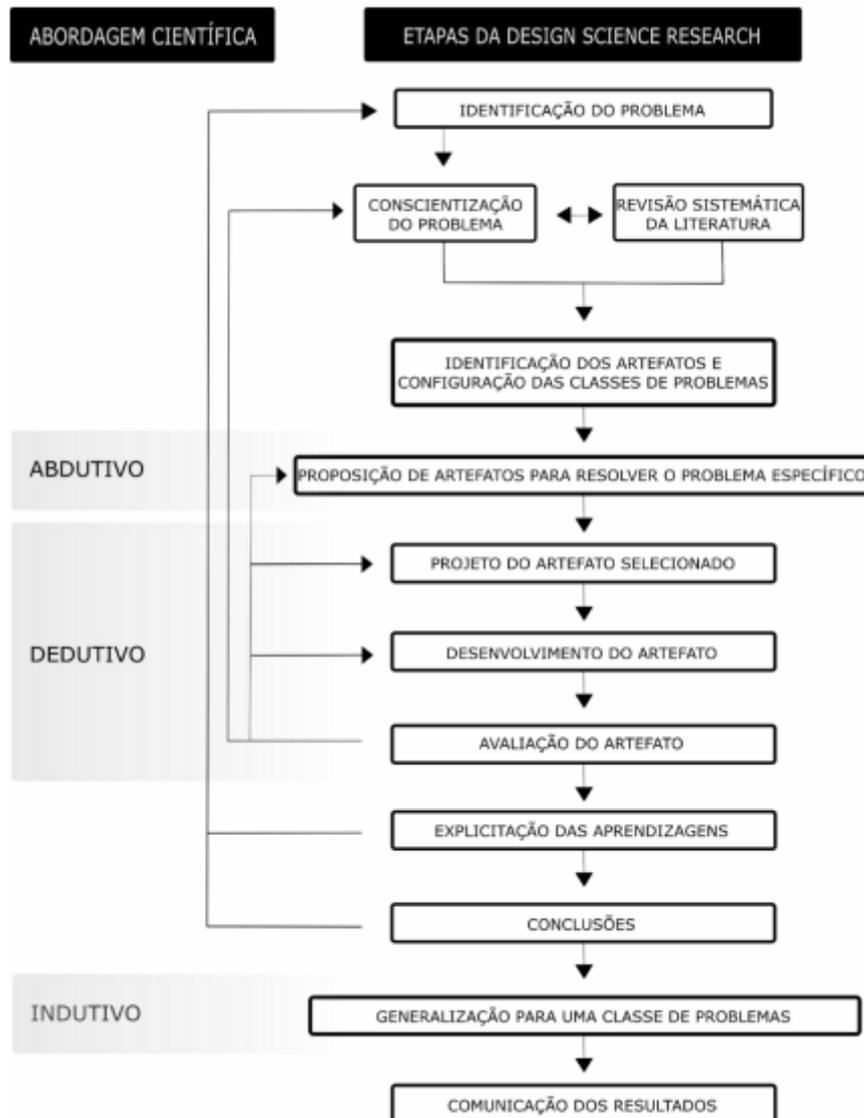
Fonte: (Sommerville, 2011).

A escolha de uma arquitetura adequada é um dos fatores mais críticos para o sucesso de um projeto de *software*. Uma arquitetura bem planejada define como os componentes do sistema interagem, se organizam e se comunicam, estabelecendo a base sobre a qual o *software* será construído, mantido e escalado.

2.8 Design Science Research

Conforme delineado por Bax (2013), a *Design Science Research* (DSR) enfatiza a criação e avaliação de artefatos tecnológicos destinados a resolver problemas práticos. A DSR, é particularmente relevante nas áreas de CI e Ciência da Computação, pois não só aborda desafios específicos por meio de soluções inovadoras, como também contribui para o avanço do conhecimento científico através da elaboração e teste de novos artefatos. A DSR define um ciclo sistemático e iterativo de análise, *design*, implementação e avaliação conforme ilustrado na **Figura 26**.

Figura 26: Ciclo regulador do DSR



Fonte: Angeluci *et al.*, (2020), adaptado de Dresch *et al.*, (2015)

A seguir, serão detalhadas as etapas do ciclo DSR. A *Identificação do Problema* envolve a percepção de uma questão relevante ou a solução para um problema específico (Dresch *et al.*, 2015). Na *Conscientização do Problema*, o pesquisador coleta informações para compreender o contexto do problema, considerando as funcionalidades e performances do artefato (Dresch *et al.*, 2015).

A *Revisão Sistemática da Literatura*, trata-se de uma revisão extensa de conhecimentos existentes para a solução do problema e geração do artefato, podendo incluir entrevistas com especialistas para definir o contexto da pesquisa (Dresch *et al.*, 2015). A *Identificação dos Artefatos e Configuração das Classes de Problema* relaciona artefatos e classes de problemas, assegurando que o novo artefato traga soluções superiores às existentes (Dresch *et al.*, 2015).

Na *Proposição do Artefato*, propõe-se o artefato, considerando sua viabilidade e o contexto de aplicação, além de suas melhorias ou alterações necessárias (Dresch *et al.*, 2015). No *Desenvolvimento do Artefato* ocorre a implementação das abordagens escolhidas, gerando conhecimento aplicável na resolução de problemas ou no desenvolvimento de novas soluções (Dresch *et al.*, 2015). Na *Avaliação do Artefato* há a implementação da avaliação em ambientes experimentais e reais, comparando os resultados com os requisitos iniciais.

Em caso de falhas, a pesquisa retorna à etapa correspondente (Dresch *et al.*, 2015). No que tange a *Explicitação das Aprendizagens e Conclusão*, a pesquisa gera conhecimento prático e teórico, podendo proporcionar novos *insights* e pesquisas (Dresch *et al.*, 2015). Em *Generalização e Comunicação dos Resultados*, explicita que o conhecimento deve ser compartilhado em revistas, seminários, congressos, entre outros, e todas as etapas da pesquisa documentadas em um protocolo (Dresch *et al.*, 2015).

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Nesta seção, detalham-se a classificação da pesquisa, bem como os procedimentos e etapas adotados, proporcionando uma visão clara do desenho metodológico utilizado para o desenvolvimento do estudo.

3.1 Classificação da pesquisa

Este trabalho, é primariamente caracterizado como uma pesquisa aplicada, visto que, seu principal intuito é gerar conhecimento prático destinado à solução de problemas concretos relacionados ao desenvolvimento de interfaces de usuário adaptativas orientadas por ontologias. O estudo é orientado para resultados que possuem aplicações diretas, em especial na elaboração de uma interface gráfica orientada por ontologias (Gil, 2002).

Trata-se de uma abordagem qualitativa, a fim de aprofundar a compreensão das complexidades e nuances associadas ao desenvolvimento e implementação de uma interface adaptativa baseada em ontologia. Esta abordagem, permite uma exploração das percepções e experiências dos usuários finais, essencial para o ajuste fino da interface do usuário. Com base nos objetivos, esta pesquisa se classifica como descritiva e exploratória, pois visa aumentar a compreensão sobre um determinado problema, facilitando sua explicitação ou contribuindo para a formulação de hipóteses, incluindo revisão de literatura e realização de entrevistas (Gil, 2002; p. 41). No contexto deste estudo, a exploração envolve a investigação dos conceitos de interfaces adaptativas e ontologias, bem como a análise de tecnologias e metodologias atuais utilizadas nessa área.

Além disso, a pesquisa é descritiva, pois tem como finalidade principal descrever as características de uma certa população ou fenômeno (Gil, 2002; p. 42). No presente caso, o fenômeno descrito é o processo de desenvolvimento e implementação de uma interface de usuário adaptativa orientada por ontologias no contexto de sistemas de informação acadêmicos. As descrições detalhadas dos procedimentos técnicos, metodológicos e das ferramentas utilizadas fornecem uma visão clara e abrangente das etapas envolvidas no desenvolvimento do protótipo.

3.2 Procedimentos e etapas de pesquisa

Nesta subseção, delinea-se os procedimentos e etapas metodológicas adotadas para conduzir a pesquisa. O objetivo é esclarecer como foram coletados e analisados os dados, bem como as técnicas utilizadas para garantir a validade e confiabilidade dos resultados.

3.2.1 Pesquisa Bibliográfica

Conforme Gil (2002), a pesquisa bibliográfica é realizada com base em materiais existentes, principalmente livros e artigos científicos. Uma das principais vantagens deste tipo de estudo é permitir ao pesquisador abordar uma variedade de fenômenos muito mais extensa do que seria possível através de investigação direta (Gil, 2002).

O objetivo, é familiarizar o investigador com o que já foi produzido e documentado sobre o tema de pesquisa. Essas vantagens, sublinham o compromisso com a qualidade da pesquisa. Portanto, a pesquisa bibliográfica, facilita o levantamento de estudos relacionados ao tema investigado. O período de pesquisa foi realizado durante todo o segundo semestre de 2023, com eventuais novas pesquisas sendo realizadas até o final do trabalho. As palavras chaves utilizadas foram: “*ontology-driven interface*”, “interface orientada por ontologias”, “*graphic user interface*”, “interação humano-computador”, “ontologias”, “*basic formal ontology*”, “*querying data in ontology*”,

Dessa forma, para a fundamentação teórica do projeto, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, consultou-se publicações de diversos autores que abordam as seguintes temáticas:

- Ontologias e suas aplicações;
- Linguagem OWL e suas características;
- IHC;
- IAU;
- SI nas áreas de Ciência da Computação e CI;
- Metodologias de construção de ontologias;
- Metodologias de provas de conceito.

As fontes consultadas incluíram materiais impressos e recursos digitais, como a *Scientific Electronic Library Online* – SciELO⁹, o Portal de Periódicos Capes¹⁰, IEEE

⁹ <http://scielo.br/>

¹⁰ <http://www.periodicos.capes.gov.br/>

*Explore*¹¹, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações – BDTD¹², *Web of Science* – WOS¹³ entre outras bases de dados. A seleção do material bibliográfico foi feita a partir da leitura de resumos, excluindo-se os textos nos quais os resumos não eram pertinentes aos temas.

3.2.2 Aplicação da DSR

Trata-se de um estudo com foco na descrição do processo de desenvolvimento de uma Prova de Conceito (PoC), uma proposta de arquitetura de SI que utiliza uma ontologia de eventos e atividades acadêmicas. A partir desta ontologia, o sistema é projetado para gerar dinamicamente um formulário de cadastro personalizado para o evento que o usuário deseja registrar. Esta abordagem, permite que o formulário se adapte especificamente às características do evento, promovendo assim, uma interface de usuário eficiente e contextualizada. Emprega-se o método de *DRS* para guiar o desenvolvimento dos artefatos desta pesquisa que são a ontologia, da arquitetura do sistema e a criação da PoC.

Projetar uma arquitetura de SI para um sistema adaptativo de interface orientado por ontologia de domínio, envolve a criação de um *framework* estrutural que integra componentes tecnológicos e metodológicos para desenvolver interfaces de usuário que são dinamicamente adaptadas com base em informações específicas armazenadas em uma ontologia. Uma ontologia, neste contexto, serve como uma estrutura de dados que captura o conhecimento sobre um determinado domínio — no caso, eventos e atividades acadêmicas — e organiza este conhecimento de forma que possa ser interpretado e utilizado por sistemas computacionais.

A arquitetura projetada, precisa suportar não apenas a integração e o processamento de dados da ontologia, mas também, a geração automática de componentes de interface que reflitam as particularidades e requisitos dos dados relacionados a eventos acadêmicos específicos. Ou seja, o sistema deve ser capaz de ler a ontologia e, com base nessa leitura, oferecer uma interface personalizada que possa, por exemplo, alterar formulários de cadastro conforme o tipo de evento a ser inserido, garantindo assim que todas as informações necessárias sejam coletadas e organizadas de forma eficaz.

¹¹ <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

¹² <https://bdtb.ibict.br/>

¹³ <https://www-webofscience-com.ez54.periodicos.capes.gov.br/wos/woscc/basic-search>

O desenvolvimento da PoC para testar e validar esta arquitetura é uma etapa crítica do processo. A PoC, funciona como um protótipo operacional que é implementado para demonstrar a viabilidade e eficácia da arquitetura proposta. Este protótipo, permite que os desenvolvedores e os *stakeholders* observem e avaliem como o sistema adaptativo de interface responde às variações nos dados de entrada providos pela ontologia e, como essas respostas impactam a experiência do usuário final.

No contexto da validação, a PoC é utilizada para realizar testes práticos que exploram a funcionalidade da interface adaptativa. Tais testes, podem incluir a inserção de múltiplos cenários de dados para verificar a adaptabilidade do sistema, e a consistência da interface para tratar os dados inseridos. Através desses testes, é possível identificar e corrigir falhas, fazer ajustes na arquitetura e refinar a integração entre a ontologia e a interface de usuário, assegurando que o sistema final seja não apenas funcional, mas também, intuitivo e eficiente para os usuários. No contexto deste projeto, a PoC busca demonstrar a aplicabilidade prática da ontologia de domínio para suportar a criação de formulários adaptativos.

3.2.3 Metodologia para Construção da Ontologia

Para a construção da ontologia interoperável, com a minimização de ambiguidades em termos e definições, além de promover a integração de ontologias, foi adotada a metodologia ReBORM proposta por Farinelli (2017) e apresentada em Farinelli e Elkin (2017, p. 126) e Farinelli (2020).

A primeira etapa na construção da ontologia é a *aquisição de conhecimento sobre o domínio* que a ontologia representará. Esta etapa garante que a ontologia capture com precisão o conhecimento do domínio e atenda às necessidades dos usuários. Para tanto, foi realizada uma pesquisa abrangente que incluiu consultas a especialistas, análise de documentos e outras fontes de informação. O objetivo era identificar os principais conceitos, termos, relacionamentos e restrições que seriam fundamentais na construção da ontologia. A pesquisa envolveu a análise de sistemas de cadastro de eventos acadêmicos existentes e documentos normativos, como o “Considerações sobre Classificação de Eventos da CAPES”, que descrevem os tipos de atividades e eventos acadêmicos reconhecidos.

A etapa de *especificação de requisitos* foca em definir o que a ontologia deve realizar e como deve ser estruturada. Durante esta fase, foram realizadas as seguintes atividades:

1. A identificação dos *stakeholders*, isto é, das partes interessadas, como especialistas do domínio, usuários da ontologia, desenvolvedores de software,

entre outros, para compreender as necessidades e perspectivas de cada grupo e garantir que a ontologia atendesse a todos os envolvidos.

2. O levantamento de requisitos funcionais envolveu a identificação das funcionalidades da ontologia, como detalhar características de diferentes eventos e auxiliar no preenchimento de formulários. Em relação aos requisitos não funcionais, foram identificados restrições e critérios de qualidade, como idioma e metadados, com referência à especificação da arquitetura. A priorização e documentação dos requisitos ocorreu com base na importância e dependências de cada um.
3. A identificação das questões de competência e a lista de termos ajudaram a delimitar o escopo da ontologia, com perguntas desenvolvidas para guiar esse escopo. Também foram identificadas e classificadas palavras-chave, estabelecendo uma hierarquia de generalização/especialização. A preparação conceitual consistiu na organização desses conceitos, destacando uma lista abrangente de termos relevantes e suas classificações hierárquicas. Foram procurados tesouros que abarcassem a temática de atividades acadêmicas, para a extração de termos úteis à ontologia, mas estes tesouros não foram encontrados.
4. A estruturação da ontologia envolveu o agrupamento de termos, a definição de um glossário, a identificação de relações hierárquicas e parte-todo, e a construção de um modelo conceitual. Para auxiliar nesse processo, foi utilizado ferramentas e buscadores de ontologias, visando otimizar a busca e definição dos termos e conceitos necessários. O buscador utilizado neste trabalho foi: *Ontobee*¹⁴, elaborado e disponibilizado pela OBO Foundry.

A formalização da ontologia foi realizada utilizando a ferramenta Protégé 5.5 e foi salva em linguagem OWL no formato RDF/XML, garantindo uma estrutura compatível com padrões amplamente utilizados para a representação de ontologias. Além disso, a ontologia está publicada e disponível no repositório *Github*¹⁵.

¹⁴ <http://www.ontobee.org/>

¹⁵ Acessível em: <https://purl.archive.org/ontologias/ONTAE/ONTAE.owl>

3.2.4 O Ciclo de DSR

Aplicar DSR para desenvolver a proposta de arquitetura e a PoC de um sistema de informação adaptativo orientado por ontologia segue um ciclo sistemático e iterativo de **análise, projeto, implementação e avaliação**. A seguir, apresenta-se a estratégia detalhada da aplicação de DSR neste trabalho:

Análise:

A análise envolveu o estudo do cadastro de eventos acadêmicos no SIGAA da UnB¹⁶, com foco na observação do formulário de cadastro de eventos, visando entender os campos utilizados para esses registros e o alcance da divulgação dos eventos. No contexto do problema, foi identificado que a categorização dos eventos no sistema SIGAA era ampla demais, resultando em um cadastro menos preciso e dificultando a busca e a divulgação adequadas.

Para enfrentar esse problema, foram levantados requisitos essenciais para a construção de uma ontologia que pudesse subcategorizar de maneira mais rica os diferentes tipos de eventos e cursos acadêmicos.

O levantamento de requisitos incluiu a necessidade de definir as classes de eventos acadêmicos e suas propriedades para melhorar a organização e a acessibilidade das informações. Para este fim, foram estudados documentos da CAPES relacionados à terminologia dos diferentes tipos de eventos acadêmicos, visando garantir a conformidade com os padrões educacionais nacionais.

Além disso, foi realizada uma investigação do estado da arte sobre a Integração de Dados de Usuários Dirigida por Ontologias, que ajudou a entender como as ontologias podem ser aplicadas para automatizar e aprimorar o processo de cadastro de eventos.

Também foram solicitadas informações adicionais por meio da Lei de Acesso à Informação (LAI), para obter mais detalhes sobre as práticas de cadastro de eventos acadêmicos em outras instituições. Essa etapa incluiu uma análise aprofundada de documentos e a observação participativa de sistemas de cadastro de eventos acadêmicos existentes, com o objetivo de compreender o domínio e identificar os requisitos necessários para a construção da ontologia e do sistema de cadastro orientado por ontologia.

¹⁶ Apresentados na seção 4.1 O domínio de conhecimento de Atividades Acadêmicas.

Projeto:

A partir do problema prático identificado, foi elaborada uma proposta de arquitetura para ler uma ontologia de eventos e atividades acadêmicas e criar automaticamente formulários de cadastro com base nas propriedades desses eventos. O primeiro passo foi estabelecer claramente o objetivo da PoC, que é validar a capacidade da arquitetura proposta em realizar essa tarefa.

Em seguida, preparou-se o ambiente de desenvolvimento e teste no *Visual Studio Code*, garantindo a disponibilidade de recursos e ferramentas necessárias, incluindo a instalação do *framework Flask*, bibliotecas *Python* como *RDFlib* para manipulação de ontologias OWL, e a configuração de um servidor de desenvolvimento.

Implementação:

Foi desenvolvida a lógica de leitura da ontologia (*parse*) e a geração dinâmica dos formulários de cadastro (*front-end*), e uma estrutura para persistência dos dados cadastrados de forma a garantir a possibilidade de futura integração com um banco de dados NoSQL para armazenamento dos dados.

Avaliação:

Na fase de avaliação, a aplicação foi executada utilizando o conjunto de dados criado. Os formulários de cadastro foram gerados dinamicamente com base nas classes e propriedades das ontologias de eventos acadêmicos, permitindo a inserção de dados pelos usuários.

Os resultados da PoC foram avaliados com base em métricas predefinidas, como precisão, eficiência e funcionalidade da aplicação. Esta avaliação incluiu a análise da capacidade da aplicação em gerar formulários corretos e completos, além da facilidade de uso para os usuários. Ressalta-se que não foi avaliada a facilidade de uso por múltiplos usuários, apenas pelo desenvolvedor da PoC. Por fim, os resultados obtidos foram analisados e interpretados, destacando as principais contribuições derivadas da execução da PoC, identificando pontos fortes e áreas de melhoria na aplicação desenvolvida.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

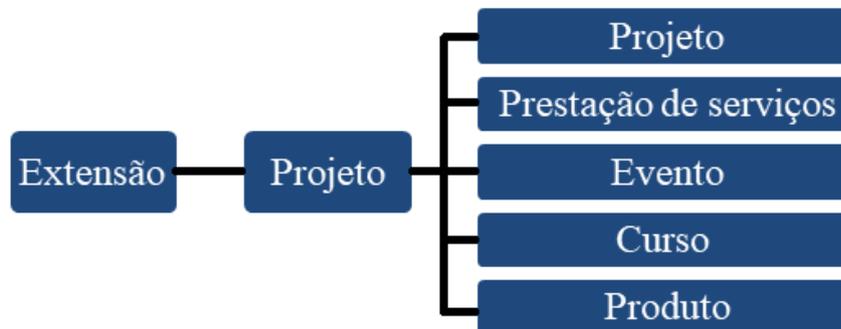
Nesta seção, apresentam-se os resultados obtidos na pesquisa, destacando as principais descobertas e implicações dos dados coletados.

4.1 O domínio de conhecimento de Atividades Acadêmicas

O domínio da ontologia elaborada para este trabalho é na área de atividades acadêmicas, que ocorrem dentro do escopo da Universidade, tanto em nível de graduação quanto em nível de pós-graduação, podendo ser relacionadas a diversas áreas e Departamentos.

No módulo de cadastro de atividades acadêmicas do SIGAA da UnB, observou-se que todas as atividades acadêmicas são genericamente denominadas como “Projeto”. Dentro dessa classificação, existe uma hierarquia (**Figura 27**), na qual o termo "Projeto" aparece duas vezes, em diferentes níveis hierárquicos e com significados distintos entre o “Projeto” de nível superior e o de nível inferior. Essa duplicidade de significados pode gerar confusão e dificultar a compreensão clara das atividades cadastradas.

Figura 27: Hierarquia de atividades acadêmicas do SIGAA.



Fonte: do autor (2024)

Os tipos de atividades no SIGAA da UnB são descritos conforme as definições a seguir, com acesso ao conteúdo específico restrito a professores e servidores das secretarias acadêmicas (**Figura 28**). Outras interfaces do SIGAA observadas estão ilustradas no ANEXO 1.

- **Projeto (superior na hierarquia):** Os Projetos são as ações de extensão, oferecidas nas modalidades Projeto, Curso, Evento, Produto e Prestação de Serviços, e que são executadas de forma isolada ou de forma vinculada, quando são elementos constituintes de um Programa de Extensão.

- **Projeto (inferior na hierarquia):** Os projetos de extensão são desenvolvidos por meio da interação com os diversos setores da sociedade, visando ao intercâmbio e ao aprimoramento do conhecimento, bem como à atuação da Universidade na realidade social por meio de ações de caráter educativo, social, artístico, cultural, científico e tecnológico.
- **Prestação de serviços:** Prestação de serviços é uma dimensão dentro dos projetos de extensão, que visa a execução de atividades através de servidores e estudantes da UnB com o objetivo de atender às necessidades e expectativas da comunidade externa, representada por pessoas físicas, entidades públicas, privadas e organizações da sociedade civil.
- **Evento:** São consideradas eventos as ações de extensão universitária que visem promover, mostrar e divulgar atividades de interesse técnico, social, científico, artístico e esportivo aberto à comunidade externa.
- **Curso:** Cursos de extensão universitária são ações com duração determinada de caráter educativo, social, cultural, artístico, esportivo, científico ou tecnológico, que permitam a relação teoria-prática.
- **Produto:** Os produtos acadêmicos caracterizam-se por serem decorrentes das ações de extensão, ensino e pesquisa para difusão e divulgação artística, cultural, científica ou tecnológica.

Para garantir uma categorização mais clara e adequada aos objetivos do projeto, foram realizadas as seguintes adaptações, por exemplo, substituição de “Projetos” por “Atividades acadêmicas” e Substituição de “Eventos” para “Eventos Acadêmicos”, proporcionando uma estrutura mais clara e alinhada à natureza ontológica do trabalho.

Para o propósito deste trabalho é importante salientar que as categorias “Prestação de Serviços”, “Produtos” e “Projetos” (inferior na hierarquia) não foram incluídas na ontologia. Essas atividades poderão ser incorporadas em trabalhos futuros, conforme a necessidade de expansão e refinamento da ontologia.

Figura 28: Página inicial de submissão de proposta de ações de extensão no SIGAA

EXTENSÃO > SUBMISSÃO DE PROPOSTA DE AÇÕES DE EXTENSÃO

PROGRAMA


PROGRAMA

Os programas de extensão têm caráter estruturante, regular e contínuo, envolvendo três ou mais ações de extensão definidas no art. 9º da Resolução 077/2017, com previsão de produtos acadêmicos durante seu desenvolvimento.

Importante: as ações citadas devem ser registradas e vinculadas ao Programa no SIGAA durante o seu período de execução. O não atendimento implicará em não aprovação dos relatórios até que a situação seja resolvida.

PROJETO

Os Projetos são as ações de extensão, oferecidas nas modalidades Projeto, Curso, Evento, Produto e Prestação de Serviços e que são executadas de forma isolada ou de forma vinculada, quando se tornam elementos constituintes de um Programa de Extensão.

<p> PROJETO</p> <p>Os projetos de extensão são desenvolvidos por meio da interação com os diversos setores da sociedade, visando ao intercâmbio e ao aprimoramento do conhecimento, bem como à atuação da Universidade na realidade social por meio de ações de caráter educativo, social, artístico, cultural, científico e tecnológico, tratando das temáticas detalhadas no Anexo I desta Resolução.</p>	<p> CURSO</p> <p>Cursos de extensão universitária são ações com duração determinada de caráter educativo, social, cultural, artístico, esportivo, científico ou tecnológico, que permitam a relação teoria-prática.</p>
<p> PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS</p> <p>Prestação de serviços é uma dimensão dentro dos projetos de extensão, que visa a execução de atividades através de servidores e estudantes da UNB com o objetivo de atender às necessidades e expectativas da comunidade externa representada por pessoas físicas, entidades públicas, privadas e organizações da sociedade civil.</p>	<p> PRODUTO</p> <p>Os produtos acadêmicos caracterizam-se por serem decorrentes das ações de extensão, ensino e pesquisa para difusão e divulgação artística, cultural, científica ou tecnológica. Parágrafo único. Os produtos são caracterizados por livros, anais, artigos, textos, revistas, manuais, cartilhas, jornais e relatórios, materiais didáticos, vídeos, filmes, programas de rádio e TV, softwares, jogos, modelos didáticos, partituras, arranjos musicais, peças teatrais, mídias informacionais, performances artísticas dentre outros.</p>
<p> EVENTO</p> <p>São considerados eventos, as ações de extensão universitária que visem promover, mostrar e divulgar atividades de interesse técnico, social, científico, artístico e esportivo aberto à comunidade externa.</p>	

Extensão

SIGAA | Secretaria de Tecnologia da Informação - STI - (61) 3107-0102 | Copyright © 2006-2024 - UFRN - app25_Prod.sigaa19 - v4.9.10.100

Fonte: recuperado pelo autor no sistema SIGAA. Acesso em: 28 maio 2024.

Logo, as atividades de interesse são as “Atividades Acadêmicas”, que se distribuem entre “Eventos Acadêmicos”, sendo elas “Palestras”, “Congressos”, “Simpósios”, “Workshops” e “Comunicações orais”, e “Cursos” que se distribuem em “Cursos de longa duração”, “Minicursos” e “Oficinas”.

Foi observado que os eventos acadêmicos, como Palestras, Congressos, Simpósios, Workshops e Comunicações Orais, tendem a ser ou possuir uma característica de não continuidade. Isso significa que, em geral, cada evento é independente dos outros, ou seja, uma palestra pode ser realizada isoladamente sem depender de outra para existir. Da mesma forma, em um congresso, embora possa haver várias palestras, a participação em uma delas não é necessariamente dependente das palestras anteriores ou subsequentes.

Essa característica contrasta com a dos cursos, onde normalmente há uma progressão de conteúdo, e cada etapa do curso depende do aprendizado adquirido na etapa anterior. Nos cursos, como os de longa duração, minicursos e oficinas, a continuidade e a conexão entre as sessões são essenciais para o entendimento completo do conteúdo oferecido.

O resultado da etapa de análise da DSR, na qual foi analisado o sistema de cadastro de eventos e cursos dentro do SIGAA da UnB, verificou-se que a categoria “evento” no sistema SIGAA é muito ampla. Isto no sentido que esta categoria contempla muitas subcategorias, porém usa o mesmo formulário de cadastro para elas. Por exemplo, uma palestra é considerada como “evento”, assim como um debate ou reunião de um clube do livro, mesmo essas subcategorias de eventos possuindo características muito diferentes entre si.

A generalização atual no cadastro das atividades limita a riqueza das informações registradas e, conseqüentemente, reduz o alcance e a eficácia na divulgação dos eventos. Determinar diferentes subtipos de eventos e cursos se mostra mais vantajoso, permitindo um cadastro mais detalhado e preciso. Essa abordagem, em tese, facilita a busca e a identificação de eventos específicos por docentes, discentes, e pela comunidade externa, melhorando a visibilidade e o acesso às informações relevantes.

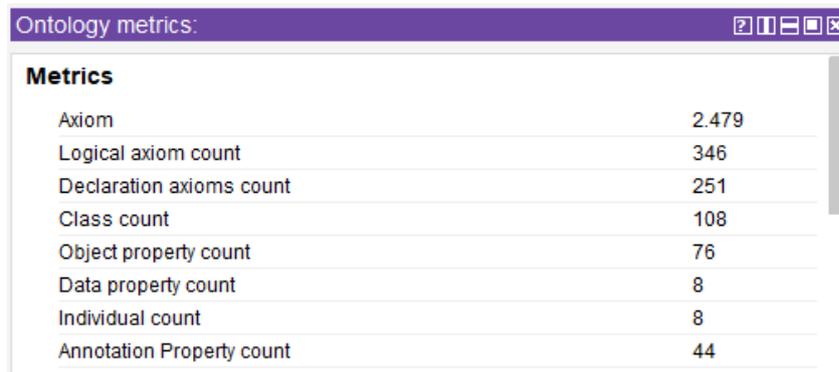
4.2 A Ontologia de Eventos Acadêmicos

O escopo da Ontologia de Eventos Acadêmicos (em inglês *Ontology of Academic Events* – ONTAE) possui termos referentes a atividades acadêmicas, que se destringem entre eventos acadêmicos como congressos, palestras, *workshop* e cursos como cursos de longa duração, minicursos, oficinas e outros. Na elaboração da ONTAE, foi realizada o reuso de classes de ontologias, sendo a BFO versão 2, traduzida para o Português¹⁷, a base da ONTAE. Também foram feitas importações de relações ou *object properties* da *Relation Ontology* (RO)¹⁸. Seguindo o conceito de reuso de ontologias, foram importados elementos de outras ontologias como a classe “pessoa” da ontologia OBI e a classe “documento” da IAO, dentre outras.

Atualmente, a ontologia ONTAE possui 2.479 axiomas, possuindo 108 classes, 76 relacionamentos (*object properties*), oito tipos de dados (*data properties*) e 44 anotações (*annotation properties*), conforme detalhado na **Figura 29** (extraída da ferramenta Protégé).

¹⁷ Disponível em <https://mba.eci.ufmg.br/legal/bfo-pt/>

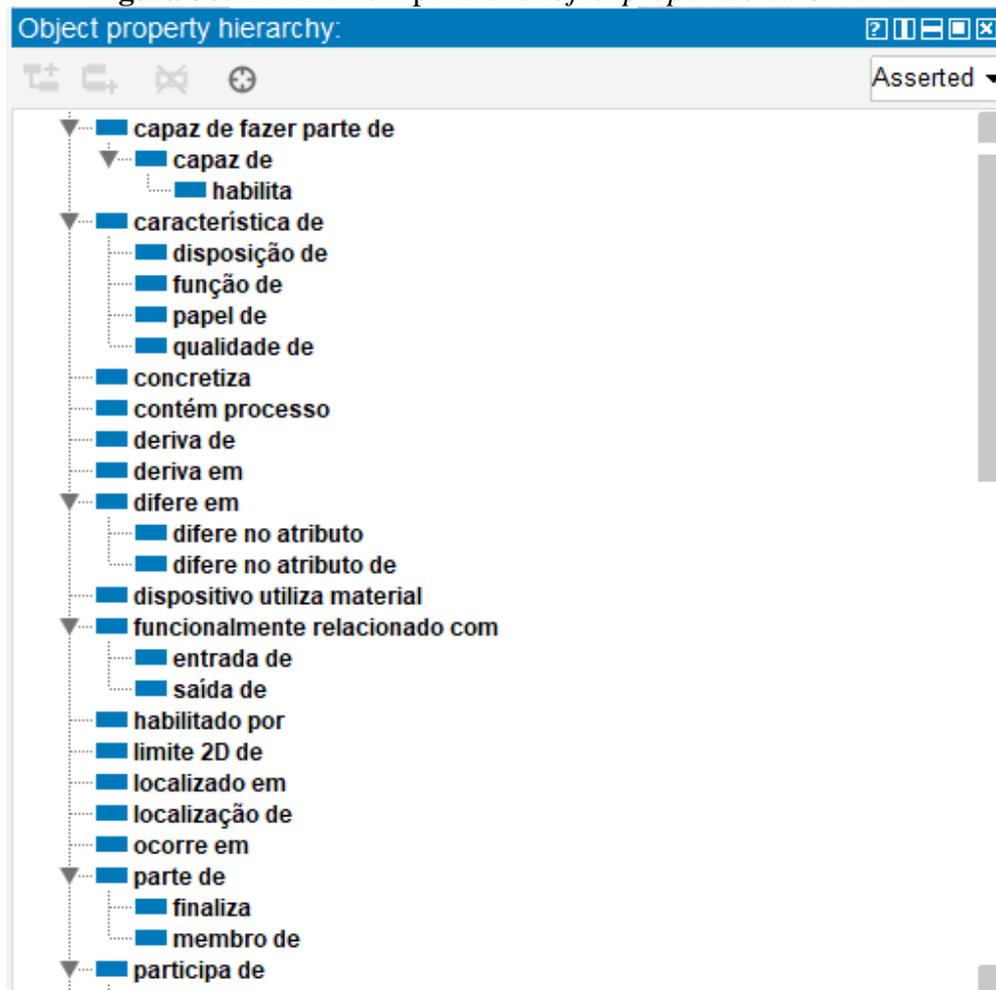
¹⁸ As relações importadas foram traduzidas para português no âmbito deste trabalho

Figura 29: Métricas da ontologia ONTAE


Metrics	
Axiom	2.479
Logical axiom count	346
Declaration axioms count	251
Class count	108
Object property count	76
Data property count	8
Individual count	8
Annotation Property count	44

Fonte: do autor (2024)

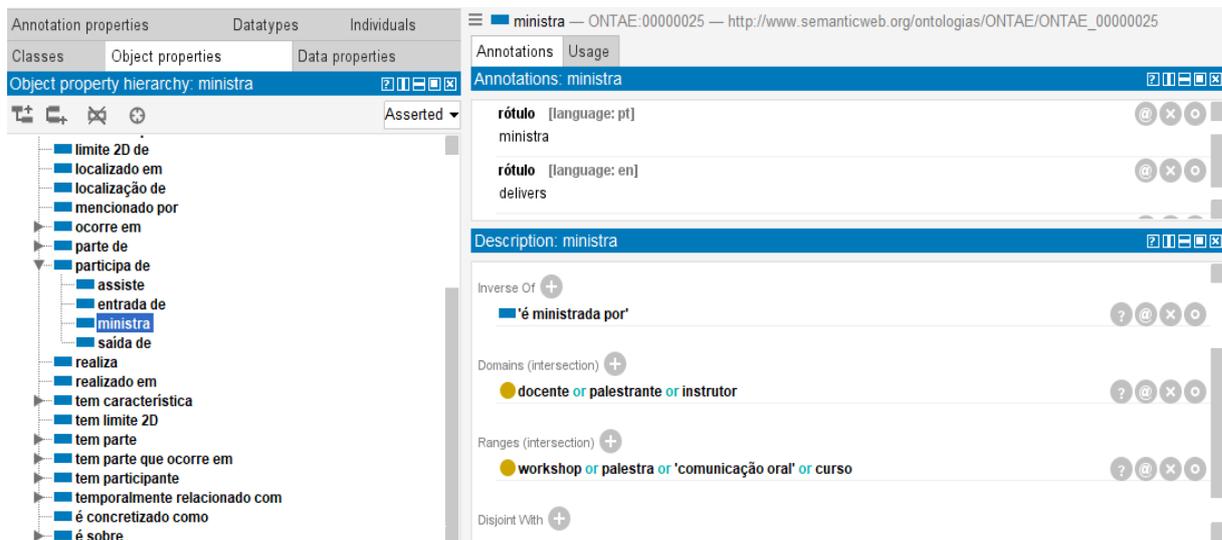
A **Figura 30** apresenta um recorte com parte dos relacionamentos que são usados na ONTAE. Do total de relacionamento, quatro foram criados no contexto da ontologia ONTAE. São as relações: “*ministra*”, “*é ministrada por*”, “*assiste*” e “*ocorre em data*”.

Figura 30: Detalhe com parte das *object properties* da ONTAE.

Fonte: do autor (2024)

Na **Figura 31**, é retratada a janela de propriedades da ontologia no Protégé, com a propriedade “ministra” selecionada. No canto esquerdo, é exibida a hierarquia das propriedades de objeto, onde “ministra” está posicionada. Logo acima, estão os rótulos (*labels*), sendo “ministra” em português e “delivers” em inglês. Mais abaixo, o relacionamento ONTAE_00000025, que define “ministra” como um subtipo da relação “participa de”.

Figura 31: Exemplo da relação “ministra” criada no Protégé.



Fonte: do autor (2024)

Essa relação tem como domínio a interseção das classes **docente**, **palestrante**, ou **instrutor**, o que indica que apenas indivíduos pertencentes a essas classes podem ser sujeitos dessa propriedade. O alcance (*range*) de “ministra” é a interseção das classes **workshop**, **palestra**, **comunicação oral**, ou **curso**, representando as atividades ministradas pelos indivíduos do domínio.

A relação inversa de “ministra” é, “é ministrada por”, o que permite visualizar essa propriedade de forma inversa, onde a **atividade acadêmica** se torna o sujeito, e o **docente** ou **palestrante** o objeto.

Quadro 4: Propriedades da Ontologia ONTAE

Propriedade	Inverso
ministra	é ministrado por
assiste	é assistido por
leciona	é lecionado por

Fonte: do autor (2024)

Figura 32: Recorte de todas as *data properties* da ontologia no Protégé

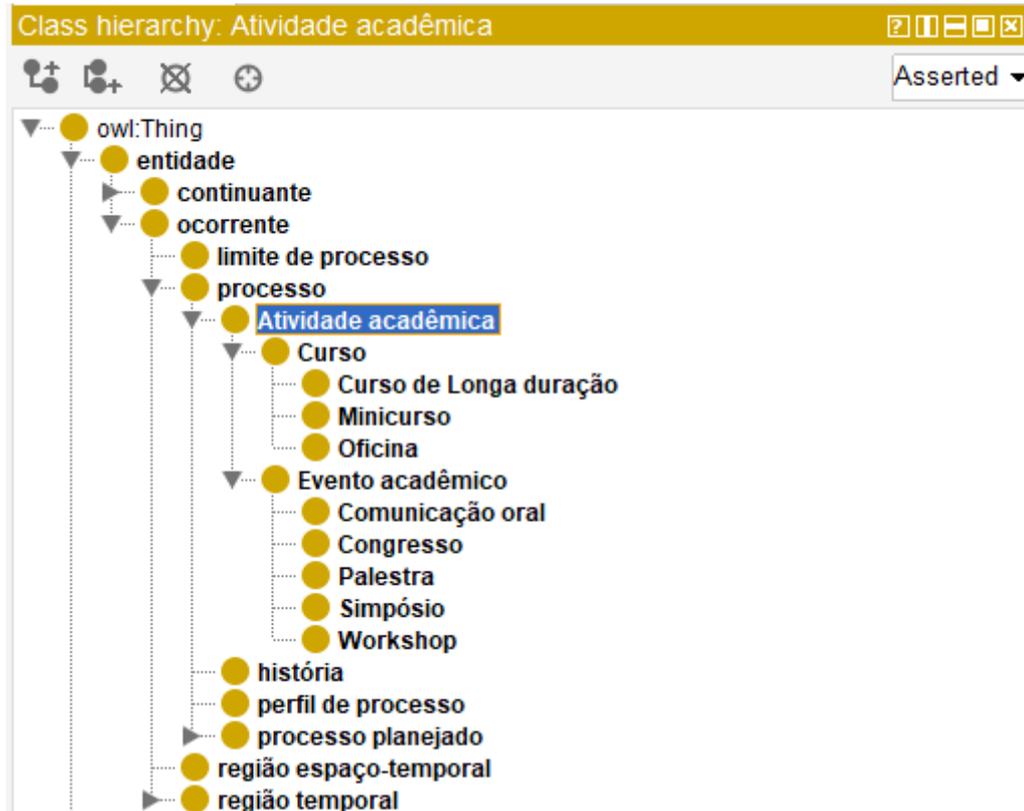
Fonte: do autor (2024)

Quadro 5: Lista de *data properties* da ONTAE com as classes de domínio e seus tipos de dados

<i>Data property</i>	<i>Classe de domínio (domain)</i>	<i>Tipo de dado (range)</i>
ano	data	xsd:gYear
dia	data	xsd:gDay
mes	data	xsd:gMonth
tem data	data da atividade acadêmica ou data inicial da atividade acadêmica ou data final da atividade acadêmica ou data	xsd:date
tem data e hora	data e hora	xsd:dateTime
tem hora	hora ou horário da atividade acadêmica ou horário de início da atividade acadêmica ou horário de fim da atividade acadêmica	xsd:time
temDescricao	descrição da atividade acadêmica	xsd:string[maxLength 250]
tem título	título da atividade acadêmica	xsd:string[maxLength 50]
tem área do conhecimento	área de conhecimento	xsd:string[maxLength 50]
tem local	espaço acadêmico, sala de aula, auditório, laboratório, laboratório de informática, laboratório de química, laboratório de áudio visual,	xsd:string[maxLength "250"]

Fonte: do autor (2024)

Figura 33: Recorte da hierarquia de Atividades Acadêmicas na ontologia ONTAE.



Fonte: do autor (2024)

As características dos eventos são definidas através dos relacionamentos, com outras classes, e profundadas por meio de suas cardinalidades máxima, mínima, exatamente, somente e algum (no Protégé foram identificadas respectivamente como *max*, *min*, *exactly*, *only*, *some*), conforme é exemplificado na **Figura 34**, na qual a classe **palestra** “é parte de” no mínimo “0” congressos ou simpósios. No caso, “parte de” é a *object property* e mínimo “0” é a cardinalidade.

Um outro ponto a ser observado na **Figura 34** é que uma palestra pode ocorrer independente de um congresso ou simpósio, mas também pode ocorrer como parte de evento acadêmico como os congressos e simpósios. A **palestra** também é “ministrada por” (*object property*) por uma pessoa que desempenha o papel de palestrante, sendo no mínimo “1” (cardinalidade) **palestrante** (classe).

Figura 34: Relacionamentos entre classes

Fonte: do autor (2024)

Quadro 6: Classes da Ontologia ONTAE

Classe	Descrição
papel acadêmico	Papel exercido por pessoas que integram o meio acadêmico.
coordenador	Papel exercido por uma pessoa responsável pela organização de uma atividade acadêmica.
discente	Papel exercido por uma pessoa regularmente vinculada a uma instituição de ensino superior.
discente de graduação	Discente regularmente vinculado a uma instituição de ensino superior no nível de graduação bacharelado ou licenciatura.
discente de pós-graduação	Discente regularmente vinculado a uma instituição de ensino superior no nível de pós-graduação, podendo ser em curso de especialização, mestrado, doutorado ou pós-doutorado.
docente	Papel exercido por uma pessoa que leciona em instituições de ensino superior.
instrutor	Papel exercido por uma pessoa que ministra cursos.
palestrante	Papel exercido por uma pessoa que ministra palestras.
participante	Papel exercido por uma pessoa que assiste a uma atividade acadêmica.
servidor	Papel exercido por uma pessoa que atua em função pública, prestando serviços ao governo e à sociedade.
patrocinador	Papel desempenhado por pessoa ou instituição. Descreve uma função temporária desempenhada por uma entidade (como uma empresa ou organização) dentro do contexto do evento.
atividade acadêmica	Processo que envolve a execução de tarefas e responsabilidades relacionadas ao ensino, pesquisa ou extensão no contexto acadêmico.
curso	Atividade acadêmica destinada a fornecer conhecimento e habilidades específicas através de um programa estruturado de ensino focado em atividades práticas.
curso de longa duração	Curso destinado a fornecer conhecimento e habilidades específicas através de um programa estruturado de ensino focado em atividades práticas, com uma duração estendida.
minicurso	Curso destinado a fornecer conhecimento e habilidades específicas através de um programa

	estruturado de ensino, focado em atividades práticas, com duração curta.
oficina	Curso prático e interativo, voltado para a aplicação de técnicas específicas ou desenvolvimento de habilidades através de atividades práticas guiadas. Geralmente, as oficinas têm uma abordagem mais manual e são realizadas em grupos menores, permitindo a interação direta entre os participantes e o facilitador.
evento acadêmico	Atividade acadêmica que reúne participantes para a apresentação, discussão e disseminação de conhecimento em uma área específica de estudo.
comunicação oral	Evento acadêmico no qual o pesquisador ou participante apresenta de forma verbal os resultados de suas pesquisas, trabalhos ou estudos para uma audiência.
congresso	Evento acadêmico de grande escala, caracterizado por sua abrangência temática e pela diversidade de eventos acadêmicos.
simpósio	Evento acadêmico que se concentra em um único tema ou tópico específico, com um formato mais restrito e focado.
palestra	Evento acadêmico no qual um tema específico é abordado por um palestrante, proporcionando uma exposição clara e detalhada sobre o assunto.
<i>workshop</i>	Evento acadêmico no qual são realizados debates e discussões abertas a respeito da temática do evento.
espaço acadêmico	É um lugar que é utilizado para a realização de atividades acadêmicas.
auditório	É um espaço acadêmico equipado com infraestrutura específica para a realização de atividades teóricas e expositivas de grande porte.
laboratório	É um espaço acadêmico equipado com infraestrutura específica para a realização de experimentos e atividades práticas.
laboratório de informática	É um laboratório equipado com estações de trabalho de <i>hardwares</i> e <i>softwares</i> para a realização de experimentos e atividades práticas relacionadas à informática.
laboratório de química	É um laboratório equipado com
laboratório de audiovisual	É um laboratório equipado com
sala de aula	É um espaço acadêmico equipado com infraestrutura específica para a realização de atividades teóricas e expositivas de pequeno porte com público de até 40 participantes.
área de conhecimento	Entidade textual que se refere à área ou áreas do conhecimento da atividade acadêmica.
título da atividade acadêmica	Entidade textual que se refere ao descritor único de cada atividade acadêmica, o qual as pessoas usam para se referir a esta.
descrição da atividade acadêmica	Entidade textual que descreve as principais características da atividade acadêmica.
carga horária	Região temporal que se refere à quantidade de tempo alocada para uma atividade acadêmica, como um curso, disciplina, ou atividade específica. A carga horária representa uma quantidade específica de tempo designada para um evento ou processo (como uma aula ou curso).

ementa da atividade acadêmica	Entidade textual
objetivo da atividade acadêmica	Entidade textual
conteúdo programático	Entidade textual, descreve o conteúdo a ser trabalhado na atividade acadêmica.
unidade acadêmica	Objeto agregado que se refere a uma entidade institucional, como um departamento, faculdade ou outra subdivisão de uma universidade. Mais especificamente, "unidade acadêmica" pode ser vista como uma <i>fiat object part</i> (parte de objeto definida por convenção), pois representa uma subdivisão de uma entidade maior (a universidade), cuja delimitação é baseada em uma convenção social e administrativa.
público-alvo	Parte <i>fiat</i> de objeto, refere-se a um grupo de pessoas para as quais o conteúdo, os objetivos e os resultados da atividade são especialmente relevantes, sendo projetados para atender suas necessidades e interesses específicos.
instituição de apoio	Papel exercido por instituição acadêmica ou científica que apoia a realização do evento.

Fonte: do autor (2024)

4.2.1 Formalização da ONTAE em OWL

A seguir serão apresentados trechos do código OWL da ONTAE. A **Figura 35** apresenta a classe **laboratório**, cuja IRI é ONTAE_00000012, dentro da *tag* `<owl:Class>`. Na linha 4280 é exibida a *tag* `<rdfs:subClassOf>` com o valor da URI da classe pai de **laboratório**, que é espaço acadêmico. Na linha 4281 é aberta uma nova *tag* `<rdfs:subClassOf>`, que abrange as *tags* de restrições, de propriedade e de união. Esta *subClassOf* apresenta as subclasses, restrições e propriedades das subclasses da classe **laboratório**, sendo essas as **classes** **laboratório de química**, **laboratório audiovisual** e **laboratório de informática**, presentes na figura nas linhas 4289, 4290 e 4290.

Logo, a partir de uma classe pai, dentro de sua expressão formal em OWL, é possível extrair diversas informações de suas subclasses. Isso facilita a elaboração de algoritmos de extração de dados relacionados.

Figura 35: Classe laboratório em OWL

```

4279 <owl:Class rdf:about="http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_0000012">
4280   <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_0000030"/>
4281   <rdfs:subClassOf>
4282     <owl:Restriction>
4283       <owl:onProperty rdf:resource="http://purl.obolibrary.org/obo/RO_0001015"/>
4284       <owl:minQualifiedCardinality rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">
4285         0</owl:minQualifiedCardinality>
4286       <owl:onClass>
4287         <owl:Class>
4288           <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
4289             <rdf:Description rdf:about="http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_0000018"/>
4290             <rdf:Description rdf:about="http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_0000021"/>
4291             <rdf:Description rdf:about="http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_0000024"/>
4292           </owl:unionOf>
4293         </owl:Class>
4294       </owl:onClass>
4295     </owl:Restriction>
4296   </rdfs:subClassOf>
4297   <obo:IAO_0000115 xml:lang="pt-br">
4298     É um espaço acadêmico equipado com infraestrutura específica para a realização de experimentos e
4299     atividades práticas.</obo:IAO_0000115>
4300   <rdfs:label xml:lang="en">laboratory</rdfs:label>
4301   <rdfs:label xml:lang="pt">laboratório</rdfs:label>
4302 </owl:Class>

```

Fonte: do autor (2024)

A **Figura 36** apresenta um trecho da ONTAE, onde é definida uma propriedade de objeto com a URI `http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_0000025`. Essa propriedade é uma subpropriedade de outra, indicada pela IRI `http://purl.obolibrary.org/obo/RO_0000056`, e tem uma propriedade inversa associada, identificada por `http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_0000026`.

O domínio dessa propriedade é especificado como uma união de várias classes, através do elemento `<owl:unionOf>`, que referencia diferentes classes da ontologia, como `ONTAE_0000001`, `ONTAE_0000006`, `ONTAE_0000007`, entre outras. Da mesma forma, a *tag* `<range>` da propriedade é definida como uma união de classes, incluindo referências como `ONTAE_0000018`, `ONTAE_0000019`.

Além disso, a propriedade possui rótulos em diferentes idiomas. Em inglês, o rótulo é “*delivers*”, enquanto em português, é “*ministra*”

Figura 36: Relacionamento (*object property*) **ministra** em OWL

```

2008 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_0000025">
2009   <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://purl.obolibrary.org/obo/RO_0000056"/>
2010   <owl:inverseOf rdf:resource="http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_0000026"/>
2011   <rdfs:domain>
2012     <owl:Class>
2013       <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
2014         <rdf:Description rdf:about="http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_0000001"/>
2015         <rdf:Description rdf:about="http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_0000006"/>
2016         <rdf:Description rdf:about="http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_0000008"/>
2017       </owl:unionOf>
2018     </owl:Class>
2019   </rdfs:domain>
2020   <rdfs:range>
2021     <owl:Class>
2022       <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
2023         <rdf:Description rdf:about="http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_0000018"/>
2024         <rdf:Description rdf:about="http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_0000019"/>
2025         <rdf:Description rdf:about="http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_0000020"/>
2026         <rdf:Description rdf:about="http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_0000021"/>
2027       </owl:unionOf>
2028     </owl:Class>
2029   </rdfs:range>
2030   <obo:IAO_0000115 xml:lang="pt"></obo:IAO_0000115>
2031   <rdfs:label xml:lang="en">delivers</rdfs:label>
2032   <rdfs:label xml:lang="pt">ministra</rdfs:label>
2033 </owl:ObjectProperty>

```

Fonte: do autor (2024)

A **Figura 37** mostra um trecho da ontologia, onde é definida uma propriedade de tipo de dados (*data property*) identificada pela URI `http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_00000531`. Essa propriedade tem como domínio a classe `http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_00000028`, e a *tag* `<range>` é associada ao tipo de dado `xsd:string`. Além disso, há uma restrição aplicada à propriedade que limita o comprimento máximo (`xsd:maxLength`) do valor inserido a 50 caracteres.

Figura 37: Tipo de dado (*data property*) “*tem título*”

```

2244 <owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_00000531">
2245   <rdfs:domain rdf:resource="http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_00000028"/>
2246   <rdfs:range>
2247     <rdfs:Datatype>
2248       <owl:onDatatype rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
2249       <owl:withRestrictions rdf:parseType="Collection">
2250         <rdfs:Description>
2251           <xsd:maxLength rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">
2252             50</xsd:maxLength>
2253         </rdfs:Description>
2254       </owl:withRestrictions>
2255     </rdfs:Datatype>
2256   </rdfs:range>
2257   <dc:creator>Fernanda Farinelli</dc:creator>
2258   <dc:date rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#dateTime">2024-08-16T21:50:55Z</dc:date>
2259   <rdfs:label xml:lang="en">has title</rdfs:label>
2260   <rdfs:label xml:lang="pt">tem Título</rdfs:label>
2261 </owl:DatatypeProperty>

```

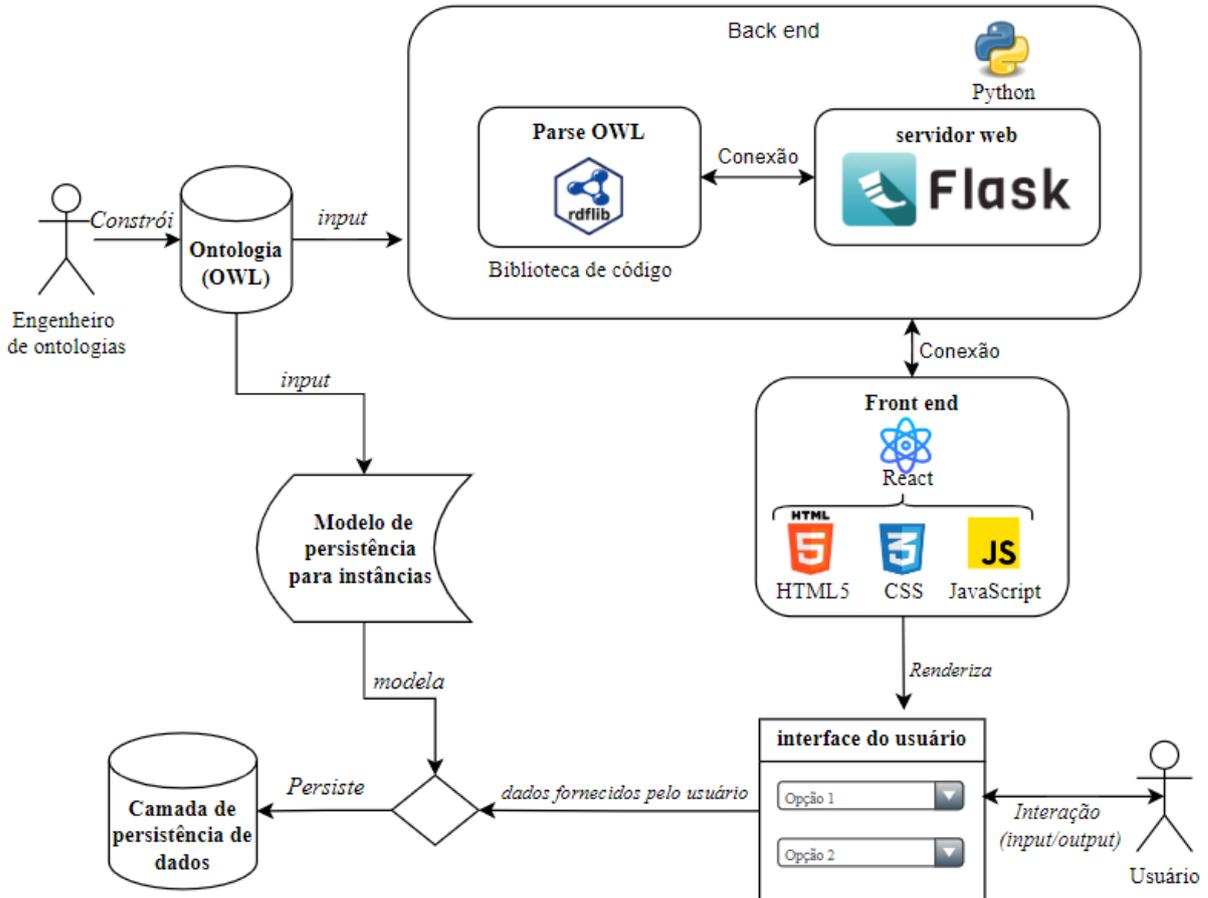
Fonte: do autor (2024)

O trecho também contém metadados sobre a propriedade, como “criador”, identificado como “Fernanda Farinelli”, e a data de criação no formato `XMLSchema#dateTime`, com o valor `2024-08-16T21:50:55Z`. A propriedade possui rótulos em dois idiomas: “*has title*” em inglês e “*tem título*” em português. Essa propriedade é usada para capturar o título de atividades acadêmicas, definindo sua limitação de caracteres e tipo de dado como *string*, para garantir consistência no preenchimento desses dados.

4.3 Arquitetura para IAU

Com base na etapa de *Design* da metodologia DSR, foi proposta uma arquitetura que permite que a ontologia formalizada no formato da linguagem OWL seja processado, gerando uma saída (*output*) com as informações necessárias para os campos de entrada (*input*) dos formulários. A arquitetura proposta é apresentada na **Figura 38**.

Figura 38: Proposta de Arquitetura de IAU



Fonte: do autor (2024)

Nessa arquitetura, a construção da ontologia é realizada por um engenheiro de ontologias, sendo obrigatória a formalização no formato OWL. Vale destacar que o engenheiro de ontologias pode ser um cientista da informação especializado na criação e desenvolvimento de ontologias. Na ferramenta Protégé o engenheiro de ontologias pode salvar a ontologia tanto no formato RDF/XML quanto OWL/XML. Uma vez que a ontologia esteja no formato OWL, ela será processada no *back-end*¹⁹ por um mecanismo chamado de “*parse OWL*”, que tem a função de ler e interpretar a estrutura da ontologia. Esse processamento é realizado com o uso da biblioteca *RDFlib*, escrita em *Python*. Basicamente, o *parse OWL* extrai as informações contidas na ontologia, como classes, propriedades e suas relações, para que possam ser utilizadas no sistema. Essas informações são, então, enviadas ao servidor *web*, que foi desenvolvido usando o *framework Flask*. Esse servidor é responsável

¹⁹ O *back-end* é a parte de um sistema que opera nos bastidores, gerenciando a lógica, o armazenamento de dados e a comunicação entre o sistema e os bancos de dados ou outros elementos da arquitetura do sistema.

por transmitir os dados ao *front-end*²⁰, desenvolvido em *React*, utilizando HTML5, CSS e *JavaScript*²¹.

A **Figura 38** ilustra esse fluxo de interação entre o usuário, o *front-end*, o *back-end*, e a camada de persistência de dados, destacando a dinâmica de troca de informações na aplicação.

A interação bidirecional entre o *back-end* (servidor *web*) e o *front-end* é necessária, pois em uma aplicação *web*, ocorre uma troca constante de requisições entre essas duas partes. No contexto desta aplicação, essa troca ocorre da seguinte maneira:

1. **Seleção da Classe Inicial:** O usuário escolhe uma subclasse da classe raiz, Atividade acadêmica, no *front-end*, como “Evento Acadêmico” ou “Curso”.
2. **Requisição ao *Back-end*:** O *Front-end* faz uma requisição ao *back-end* para que ele devolva um JSON contendo as subclasses da classe escolhida.
3. **Resposta do *Back-end*:** O *back-end* retorna um JSON²² com a listagem das subclasses ao *front-end*, que então renderiza esses dados para o usuário e solicita que ele escolha uma dessas subclasses para cadastro.
4. **Detalhamento da Classe:** Após a escolha da subclasse, o *front-end* envia uma nova requisição ao *back-end* pedindo os detalhes da classe selecionada.
5. **Persistência de dados:** Após o preenchimento dos dados pelo usuário, os dados inseridos no *front-end* são passados ao *back-end*, que os insere no banco de dados.

A primeira etapa na construção da arquitetura foi a definição das tecnologias a serem utilizadas. Considerando a necessidade de uma integração eficiente e o suporte a múltiplas ferramentas, optou-se por tecnologias que oferecem alto nível de abstração e facilidade de uso. O *Flask*, usado no *back-end*, permite a construção de aplicações robustas de maneira prática e eficiente, facilitando a integração com outras bibliotecas *Python* essenciais para o

²⁰ O *front-end* é a parte de um sistema ou aplicação que interage diretamente com o usuário, sendo responsável pela interface visual e pela experiência do usuário com o sistema. Ele comunica-se com o *back-end* para obter, exibir e manipular dados, proporcionando uma experiência interativa e intuitiva ao usuário.

²¹ *React* é uma biblioteca *JavaScript* usada para construir interfaces de usuário interativas. *HTML5* (*Hypertext Markup Language 5*) é a linguagem padrão para a estruturação de páginas web. *CSS* (*Cascading Style Sheets*) é utilizada para definir o estilo e a apresentação dessas páginas, como cores e layouts. *JavaScript* é uma linguagem de programação que permite criar funcionalidades dinâmicas e interativas nas páginas web.

²² *JSON* (*JavaScript Object Notation*) é um formato leve para intercâmbio de dados. Sendo um formato fácil de ler e escrever para humanos, e simples de interpretar e gerar para máquinas, sendo amplamente utilizado na comunicação entre servidores e aplicações web.

projeto. Entre as bibliotecas utilizadas, destaca-se o *RDFLib*, essencial para a extração de dados da ontologia em formato OWL. Por isso foi adotada na construção do *script* de *parse*.

Diversas outras opções foram testadas, como *Owlready2*, *OntoDeep* e até mesmo a *OWL-API* no Java²³. No entanto, nenhuma dessas alternativas foi capaz de extrair os relacionamentos de uma classe específica de forma satisfatória, pois apenas obtinham informações de todas as classes da ontologia, sem detalhar adequadamente seus relacionamentos. O *RDFLib*, com sua flexibilidade e suporte a RDF/XML, revelou-se a solução mais adequada para atender às necessidades do projeto.

Para a camada de apresentação (*front-end*), foi escolhido o *framework React*. Essa escolha foi baseada em sua facilidade de uso, ampla comunidade de suporte, e a vasta gama de bibliotecas que facilitam o desenvolvimento de interfaces dinâmicas e interativas. A capacidade de componentização²⁴ dos blocos da interface também foi um fator decisivo na escolha deste *framework*, permitindo a criação de interfaces modulares e reutilizáveis.

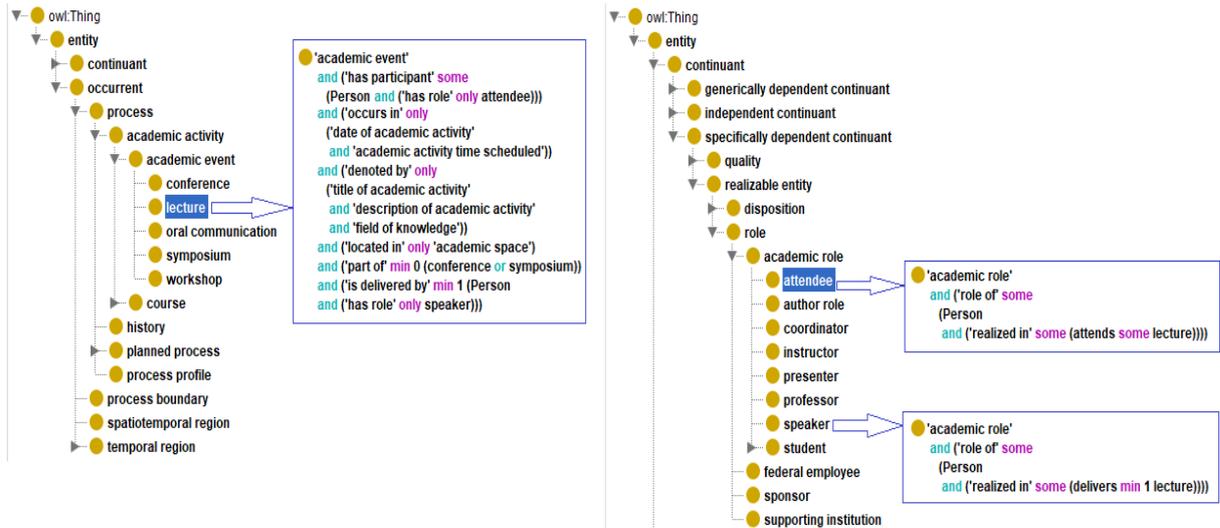
4.4 A prova de conceito

Esta seção é apresentada ilustrar a arquitetura proposta: para demonstrar o funcionamento foi selecionada a classe **palestra** e os relacionamentos definidos para ela. As características, relacionamentos e a hierarquia da classe **palestra** são representados na **Figura 39**.

²³ *Owlready2* é uma biblioteca *Python* para trabalhar com ontologias em formato OWL, permitindo manipular e consultar ontologias de forma programática. *OntoDeep* é uma plataforma para a construção e utilização de ontologias de forma automática. A *OWL-API* é uma *API* (Interface de Programação de Aplicações) desenvolvida em Java que facilita a manipulação e o processamento de ontologias no formato OWL.

²⁴ *Componentização* no desenvolvimento *front-end* é o processo de dividir a interface em pequenos blocos independentes, chamados *componentes*. Cada componente é responsável por uma parte específica da interface, como um botão ou um formulário, e pode ser reutilizado em diferentes partes da aplicação, facilitando a manutenção e a construção de interfaces mais organizadas.

Figura 39: Hierarquia da ONTAE e seus relacionamentos



Fonte: do autor (2024).

A primeira parte da fase de implementação da metodologia DSR, para a concepção da prova de conceito, foi a construção de um *script* de *parse* personalizado, por meio do qual foi possível extrair os detalhes que foram modelados na ontologia, e que irão ser processados pelo *flask* e encaminhados para o *front-end* para compor a interface do usuário.

A prova de conceito é demonstrada a partir do fluxo do usuário para cadastrar uma palestra.

Passo 1: O usuário começa na interface inicial, ilustrada pela **Figura 40**, onde para selecionar uma atividade acadêmica deve-se clicar na caixa de seleção (*dropdown*) e escolher uma opção. Caso o usuário não leia a língua portuguesa, mas leia inglês, pode-se clicar no botão “*Switch to English*”, onde toda a interface agora em diante será renderizada em inglês, inclusive, todos os dados vindos da ontologia cuja *label* possui o atributo “*lang*” com valor igual a “*En*”.

Figura 40: Formulário de cadastro de dados: renderização das subclasses de atividade acadêmica

The screenshot shows a web interface for a registration form titled "Palestrinha". At the top, there is a blue header with the title. Below it, there is a button labeled "Switch to English". The main content area is titled "Formulário Dinâmico de Cadastro" and contains a dropdown menu with the prompt "Selecione uma Atividade Acadêmica". The dropdown menu is open, showing options: "Selecione", "evento acadêmico", and "curso". At the bottom of the page, there is a copyright notice: "© 2024 Sistema Palestrinha - João Pedro Sousa Nunes - 190109831".

Fonte: do autor (2024).

Para criar essa caixa de seleção com as subclasses de atividade acadêmica, no *back-end*, dentro do servidor *web Flask*, que roda internamente na máquina na porta 5000 (URL – <http://127.0.0.1:5000/>), há a transmissão de dados ao *front-end* através de rotas de URL. A rota */get_subclasses*, acessível via http://127.0.0.1:5000/get_subclasses?class={URI de classe da ontologia}, entrega ao *front-end* uma listagem de todas as subclasses da classe especificada na URL, por meio de sua URI em formato JSON, conforme ilustra a **Figura 40**.

O **Quadro 8** demonstra todas as rotas existentes no *back-end* da aplicação, descrevendo suas URLs, seus parâmetros e seus retornos.

Quadro 7: Relação das rotas, seus parâmetros e suas funcionalidades

Rota (URL)	Parâmetro	Funcionalidade
<i>get_language</i>	Nenhum	Recupera o idioma selecionado atualmente
<i>set_language</i>	<i>String</i> com idioma	Altera o idioma atual para o novo idioma escolhido pelo usuário
<i>get_subclasses</i>	URI da classe	Lista as subclasses da classe cuja URI foi inserida como parâmetro. Recebe como retorno as URIs e labels de cada subclasse.
<i>get_class_details</i>	URI da classe	Devolve uma listagem de todos os detalhes dos relacionamentos da classe cuja URI foi inserida como parâmetro.

Fonte: do autor (2024)

Essa funcionalidade segue uma lógica de extração de dados em que o código é projetado para sempre buscar informações a partir do nó mais baixo possível na hierarquia do ramo da classe de *input*, ou seja, de uma classe que não possui subclasses.

Logo, *flask* pede para o *parse* a listagem de todas as subclasses da classe **atividade acadêmica**. A listagem é transformada em um JSON (**Figura 41**), que é transmitido para o *front-end*.

Figura 41: JSON com as subclasses da classe atividade acadêmica

```

{
  "subclasses": [
    {
      "label": "evento acadêmico",
      "uri": "http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_00000015"
    },
    {
      "label": "curso",
      "uri": "http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_00000021"
    }
  ]
}

```

Fonte: do autor (2024)

O *React* usa o *label* para renderizar os nomes das classes. A classe que o usuário escolher terá sua URI passada como parâmetro para a requisição de seus dados.

Passo 2: Após a seleção de uma das subclasses de **atividade acadêmica**, como exemplificado na **Figura 42**, uma nova caixa de seleção aparecerá. Essa nova caixa exibirá as subclasses da classe que foi selecionada. Para preencher essa nova lista, o *front-end* faz uma chamada à rota */get_subclasses* no *back-end* e recebe, em resposta, um arquivo no formato JSON contendo as subclasses correspondentes à classe escolhida.

Na versão atual da ontologia, esse processo se repete uma vez, até que se chegue a uma classe sem subclasses, ou seja, uma folha²⁵.

Passo 3: Após o usuário selecionar uma subclasse de **atividade acadêmica** — neste exemplo, a classe **evento acadêmico** —, suas respectivas subclasses serão carregadas em uma nova caixa de seleção, que aparecerá logo abaixo da caixa de seleção anterior (**Figura 42**).

²⁵ *Folha* é um termo utilizado em estruturas hierárquicas, como árvores ou ontologias, para se referir a um elemento final que não possui subdivisões ou subclasses. Ou seja, é o nível mais baixo da hierarquia.

Figura 42: Formulário de cadastro de dados das subclasses de **evento acadêmico**.

The image shows a web interface for a registration form. At the top, there is a blue header with the word "Palestrinha" in white. Below the header, the title "Formulário Dinâmico de Cadastro" is displayed. A "Switch to English" button is located on the left. The main form area contains two dropdown menus. The first dropdown is labeled "Selecione uma Atividade Acadêmica" and has "evento acadêmico" selected. The second dropdown is labeled "Selecione um(a) evento acadêmico" and has a list of options: "Selecione", "congresso", "simpósio", "workshop", "palestra", and "comunicação oral". The "palestra" option is highlighted with a blue background.

Fonte: do autor (2024)

Passo 4: O usuário seleciona a classe mais baixa na hierarquia, a folha, no caso exemplificado, a classe **palestra**. Após essa seleção de **palestra**, o *front-end* passa a URI para o *back-end* através de uma requisição, acionando a rota `/get_class_details`, cujo URL é `http://127.0.0.1:5000/get_class_details?class={URI de classe da ontologia}`.

Esta rota retorna ao *front-end* os dados da classe especificada na URL através de sua URI, conforme ilustrado na **Figura 43**, o retorno de um JSON, exibindo pares de chave-valor que descrevem propriedades de uma ontologia, como *"property"* (relacionamento), *"label"* (rotulo), *"dataType"* (tipo de dados), *"restrictions"* (restrições), e *"relatedClass"* (classe relacionada). Os dados incluem URIs e restrições associadas a diferentes relacionamentos da ontologia, como *"tem título"* e *"tem descrição"*, cada uma associada a um tipo de dado específico, como uma sequência de caracteres alfanuméricos (*string*) com limites de comprimento. O exemplo completo do JSON de retorno da rota `/get_class_details` para a classe **palestra** é apresentado no APÊNDICE 1.

Figura 43: JSON com retorno do chamado da rota `/get_class_details`

```

Estilos de formatação ■
[{"property": "http://purl.obolibrary.org/obo/BFO_0000066", "label": "tem data", "dataType":
["http://www.w3.org/2001/XMLSchema#date"], "restrictions": {"type":
["http://www.w3.org/2001/XMLSchema#date"]}, "relatedClass": "data da atividade acadêmica",
"cardinality": "only"}, {"property": "http://purl.obolibrary.org/obo/BFO_0000066", "label":
"tem hora", "dataType": ["http://www.w3.org/2001/XMLSchema#time"], "restrictions": {"type":
["http://www.w3.org/2001/XMLSchema#time"]}, "relatedClass": "horário da atividade
acadêmica", "cardinality": "only"}, {"property":
"http://purl.obolibrary.org/obo/IAO_0000235", "label": "temTítulo", "dataType":
["http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"], "restrictions": {"xsd:maxLength": "50"},
"relatedClass": "título da atividade acadêmica", "cardinality": "only"}, {"property":
"http://purl.obolibrary.org/obo/IAO_0000235", "label": "temDescricao", "dataType":
["http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"], "restrictions": {"xsd:maxLength": "250"},
"relatedClass": "descrição da atividade acadêmica", "cardinality": "only"}]

```

Fonte: do autor (2024)

Para fins de melhor elucidação foi elaborado um código que apresentasse os dados extraídos da classe **palestra** de forma simplificada e mais facilmente compreendida por humanos que segue na **Figura 44**, abaixo.

No código que gerou esse resultado, a classe **palestra** foi utilizada como entrada (*input*). O *output* inclui as propriedades (relacionamentos) entre a classe **palestra** e outras classes. O processo segue a lógica das triplas RDF, onde a classe de entrada (neste caso, **palestra**) é o Sujeito, a restrição ou relacionamento é o Predicado, e a classe encontrada é o Objeto.

Algumas classes apresentam relacionamentos aninhados, como ilustrado na terceira linha da **Figura 44**. Neste exemplo, a classe **palestrante** está possui o relacionamento "*tem participante*", que por sua vez está ligado à classe **pessoa**. No entanto, esse aninhamento se expande, revelando outro relacionamento, "*tem papel*", associado à classe **participante**, com a cardinalidade "*some*". Esse encadeamento de relacionamentos reflete uma estrutura mais complexa dentro da ontologia, indicando a multiplicidade de papéis que um participante pode ter. Este exemplo revela que uma palestra tem como participante uma **pessoa** que exerce o papel de **palestrante**.

Na **Figura 44** também são ilustrados os tipos de dados associados a uma classe, extraídos dos tipos de dados (*data properties*) no OWL. Observa-se, por exemplo, que a propriedade "*tem título*" tem como tipo de dado uma sequência de caracteres alfanuméricos (*string*) com um tamanho máximo de 50 caracteres.

Este tipo de informação é essencial para ser extraído da ontologia e transmitido ao *front-end*, pois ajuda a prevenir a inserção incorreta de dados por parte do usuário. Um

exemplo adicional pode ser visto nas linhas "Tipos de Dados Associados à Classe Horário da Atividade Acadêmica":

- Propriedade: "tem hora"
- Restrições:


```
{'type':[rdflib.term.URIRef('http://www.w3.org/2001/XMLSchema#time')]}
```

Essas informações serão transmitidas ao *front-end*, onde o código do formulário dinâmico instruirá o usuário a inserir um valor compatível com o tipo `XMLSchema#time`.

Figura 44: Resultado de extração de dados simplificada

```
Subclasses de palestra:
Restrições da classe palestra:
  Propriedade: denotado por, Classe: ['área de conhecimento'], Cardinalidade: some
  Tipos de Dados Associados à Classe área de conhecimento:
    Propriedade: tem área do conhecimento, Restrições: {'xsd:maxLength': '50'}
  Propriedade: tem participante, Classe: ['Pessoa', ('tem papel', 'participante')], Cardinalidade: some
  Propriedade: denotado por, Classe: ['título da atividade acadêmica', 'descrição da atividade acadêmica'], Cardinalidade: only
  Tipos de Dados Associados à Classe título da atividade acadêmica:
    Propriedade: tem Título, Restrições: {'xsd:maxLength': '50'}
  Tipos de Dados Associados à Classe descrição da atividade acadêmica:
    Propriedade: tem Descrição, Restrições: {'xsd:maxLength': '250'}
  Propriedade: localizado em, Classe: ['espaço acadêmico'], Cardinalidade: only
  Propriedade: parte de, Classe: ['congresso', 'simpósio'], Cardinalidade: min 0
  Propriedade: é ministrada por, Classe: ['Pessoa', ('tem papel', 'palestrante')], Cardinalidade: min 1
  Propriedade: ocorre em, Classe: ['data da atividade acadêmica'], Cardinalidade: exactly 1
  Tipos de Dados Associados à Classe data da atividade acadêmica:
    Propriedade: tem data, Restrições: {'type': [rdflib.term.URIRef('http://www.w3.org/2001/XMLSchema#date')]}
  Propriedade: ocorre em, Classe: ['horário de início da atividade acadêmica'], Cardinalidade: exactly 1
  Tipos de Dados Associados à Classe horário de início da atividade acadêmica:
    Propriedade: tem hora, Restrições: {'type': [rdflib.term.URIRef('http://www.w3.org/2001/XMLSchema#time')]}
  Propriedade: ocorre em, Classe: ['horário de fim da atividade acadêmica'], Cardinalidade: exactly 1
  Tipos de Dados Associados à Classe horário de fim da atividade acadêmica:
    Propriedade: tem hora, Restrições: {'type': [rdflib.term.URIRef('http://www.w3.org/2001/XMLSchema#time')]}
```

Fonte: do autor (2024)

O *front-end* processa esses dados e a interface renderizará os campos de inserção de dados, e as legendas que precedem os campos de entrada de dados possui a propriedade que relaciona a subclasse selecionada pelo usuário à classe cujo campo o usuário vai preencher. As cardinalidades são expressas e traduzidas ao usuário através do aviso de que os campos são de preenchimento obrigatório e que são únicos. Os campos de entrada de dados referentes à subclasse selecionada pelo usuário serão carregados para o preenchimento (**Figura 45**).

Figura 45: Formulário de cadastro de dados: renderizando os campos de preenchimento de dados.

Selecione uma Atividade Acadêmica

Selecione um(a) evento acadêmico

Denotado por (Área de conhecimento) *

Denotado por (Título da atividade acadêmica) *

Denotado por (Descrição da atividade acadêmica) *

Localizado em (Espaço acadêmico)

Ocorre em (Data da atividade acadêmica) *

Ocorre em (Horário de início da atividade acadêmica) *

Ocorre em (Horário de fim da atividade acadêmica) *

Fonte: do autor (2024)

O processamento mencionado refere-se à criação de uma sequência lógica de comandos que geram campos de formulário conforme o número de classes presentes no JSON recebido do *back-end*, ajustando os tipos de dados que esses campos devem receber. O **Quadro 8** mapeia os elementos do arquivo OWL para as *tags* do HTML. Por exemplo, se uma classe e propriedade no OWL estão associadas a uma *tag* `<range> xsd:string`, o campo correspondente no HTML será gerado como um `<input>` com `type="text"`, se a *tag* `<range>` associado a uma classe for de mais de 200 caracteres o campo de entrada de dados correspondente no HTML será o `<textarea>`.

Quadro 8: Mapeamento dos elementos do OWL para as tags e atributos HTML

OWL	HTML
xsd:string	input type=text
xsd:integer	input type="number"
xsd:boolean	input type="checkbox"
URI	id
datatype xsd:maxLenght[x]	input maxlength=x
datatype xsd:minLenght[x]	Minlength=x
label	name
xsd:dateTime	input type="datetime-local"
xsd:date	input type="date"
xsd:email	input type="email"

xsd:anyURI	input type="url"
xsd:time	input type="time"
datatype xsd:maxLenght[x] se x > 200 caracteres	textarea maxlength=x

Fonte: do autor (2024)

No *front-end* também ocorre o uso das cardinalidades para determinar a quantidade de vezes que um valor pode ou deve ser inserido para uma determinada propriedade. Essas regras são aplicadas no *front-end* para garantir que o usuário preencha os formulários corretamente, conforme as restrições definidas. Abaixo, estão os tratamentos realizados para diferentes tipos de cardinalidade:

- **min “0”** (mínimo): Indica que o campo é opcional. O usuário pode deixar este campo em branco se desejar.
- **min “1”** (mínimo 1): Indica que o campo é obrigatório. O usuário deve preencher este campo antes de prosseguir com no mínimo “1” valor, mas pode inserir mais valores.
- **max** (máximo): Define um limite máximo para inserções de dados. O usuário pode inserir múltiplos valores, mas não pode ultrapassar esse limite. Pode ser combinado com a cardinalidade min “1” ou min “0”. Neste caso, ao lado do campo, é incluído um botão para adicionar novas ocorrências deste campo, que ao ser clicado irá renderizar um novo campo desta classe, limitando a quantidade de ocorrências ao número máximo informado. Mas deve-se mencionar que esta funcionalidade ainda não foi implementada.
- **some** (algum): Indica que o campo pode ser repetido, permitindo múltiplas inserções sem um número máximo definido. Neste caso, ao lado do campo, é incluído um botão para adicionar novas ocorrências deste campo, que ao ser clicado irá renderizar um novo campo desta classe. Esta funcionalidade ainda não foi implementada.
- **exactly** (exatamente): Especifica uma quantidade exata de inserções que o usuário deve realizar. Por exemplo, se a cardinalidade é "*exactly* 2", o usuário deve inserir exatamente dois valores.
- **only** (apenas): Define uma quantidade fixa de inserções. O campo aceitará apenas o número específico de valores definidos pela cardinalidade.

Se, por exemplo, uma classe a ser preenchida na interface possui a cardinalidade min “1”, o *front-end* apresentará esse campo como obrigatório, impedindo que o usuário finalize o

formulário sem preenchê-lo. Da mesma forma, se a cardinalidade for *only* “1”, o *front-end* limitará a inserção a um único valor para esse campo específico.

Esses tratamentos são fundamentais para assegurar que as entradas de dados no sistema respeitem as regras definidas na ontologia, garantindo a integridade e a consistência dos dados cadastrados.

Caso o usuário tente submeter o formulário sem preencher todos os campos obrigatórios, o sistema exibirá mensagens de erro indicando quais campos ainda precisam ser preenchidos. A **Figura 46** ilustra a interface após o usuário ter tentado submeter o formulário sem fornecer todos os dados exigidos. Os campos obrigatórios são destacados em vermelho, e mensagens como "Este campo é obrigatório" são exibidas para guiar o usuário no preenchimento correto dos dados.

Figura 46: Formulário de cadastro de dados: renderização de mensagens de erros.

Denotado por (Área de conhecimento) *

Máximo de 50 caracteres

Este campo é obrigatório.

Denotado por (Título da atividade acadêmica) *

Máximo de 50 caracteres

Este campo é obrigatório. Preencha este campo.

Denotado por (Descrição da atividade acadêmica) *

Máximo de 250 caracteres

Este campo é obrigatório.

Localizado em (Espaço acadêmico)

Selecione

Este campo é obrigatório.

Ocorre em (Data da atividade acadêmica) *

dd/mm/aaaa

Este campo é obrigatório.

Ocorre em (Horário de início da atividade acadêmica) *

--:--

Este campo é obrigatório.

Ocorre em (Horário de fim da atividade acadêmica) *

--:--

Este campo é obrigatório.

Fonte: do autor (2024)

Quando uma classe relacionada à classe selecionada pelo usuário possui subclasses — como é o caso da classe "**espaço acadêmico**", que se relaciona com a classe "**palestra**", por meio do relacionamento "*localizado em*" — será exibida uma caixa de seleção contendo essas subclasses. No exemplo da classe "**espaço acadêmico**", as subclasses são "**auditório**", "**laboratório**" e "**sala de aula**". Após o usuário selecionar uma dessas subclasses, será mostrado um campo adicional para cadastrar a instância da subclasse escolhida, mantendo-se dentro do formulário que o usuário estava preenchendo.

No processo de preenchimento do formulário, o usuário deve completar todos os campos obrigatórios, que são aqueles essenciais para a validação das informações (**Figura 47**).

Figura 47: Interface do usuário preenchida para envio de dados

Selecionar um(a) evento acadêmico

palestra

Denotado por (Área de conhecimento) *

Ciência da informação

Denotado por (Título da atividade acadêmica) *

Tópicos avançados em Ontologias

Denotado por (Descrição da atividade acadêmica) *

A palestra "Tópicos Avançados em Ontologias" será realizada na área de Ciência da Informação, abordando os principais conceitos e desafios relacionados ao uso de ontologias em sistemas de organização do conhecimento.

Localizado em (Espaço acadêmico)

auditório

Ocorre em (Data da atividade acadêmica) *

15/11/2024

Ocorre em (Horário de início da atividade acadêmica) *

15:00

Ocorre em (Horário de fim da atividade acadêmica) *

17:00

Insira instância de auditório ([Http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_00000013](http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_00000013)) (Opcional)

Auditório da FCI

Enviar

Fonte: do autor (2024)

Passo 5: Após o preenchimento de todos os campos obrigatórios, o sistema habilita a opção de envio dos dados para o cadastro. Ao clicar no botão de "*Enviar*", a camada de persistência do sistema é acionada. Essa camada tem a responsabilidade de organizar e armazenar os dados fornecidos pelo usuário. O sistema então converte as informações preenchidas no formulário em um arquivo JSON e o salva na máquina do usuário (**Figura 48**) com todos os dados preenchidos por ele, ligados aos seus campos.

Figura 48: Interface do usuário com JSON salvo

Selecione um(a) evento acadêmico

palestra

Denotado por (Área de conhecimento) *

Ciência da informação

Denotado por (Título da atividade acadêmica) *

Tópicos avançados em Ontologias

Denotado por (Descrição da atividade acadêmica) *

A palestra "Tópicos Avançados em Ontologias" será realizada na área de Ciência da Informação, abordando os principais conceitos e desafios relacionados ao uso de ontologias em sistemas de organização do conhecimento.

Localizado em (Espaço acadêmico)

auditório

Ocorre em (Data da atividade acadêmica) *

15/11/2024

Ocorre em (Horário de início da atividade acadêmica) *

15:00

Ocorre em (Horário de fim da atividade acadêmica) *

17:00

Insira instância de auditório (Http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_00000013) (Opcional)

Auditório da FCI

Enviar

form_data (2).json
Download concluído

Fonte: do autor (2024)

Esse JSON contém todos os dados fornecidos pelo usuário, cada um vinculado ao respectivo campo do formulário, garantindo que a estrutura e os valores preenchidos sejam mantidos de forma precisa. (**Figura 49**).

Figura 49: JSON resultante do preenchimento e persistência dos dados.

```

1  {
2    "área de conhecimento-http://purl.obolibrary.org/obo/IAO_0000235": "Ciência da informação",
3    "título da atividade acadêmica-http://purl.obolibrary.org/obo/IAO_0000235": " Tópicos avançados em Ontologias",
4    "descrição da atividade acadêmica-http://purl.obolibrary.org/obo/IAO_0000235": "A palestra \"Tópicos Avançados em Ontologias
5    \" será realizada na área de Ciência da Informação, abordando os principais conceitos e desafios relacionados ao uso de
6    ontologias em sistemas de organização do conhecimento.",
7    "espaço acadêmico-http://purl.obolibrary.org/obo/RO_0001025": "http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_00000013",
8    "data da atividade acadêmica-http://purl.obolibrary.org/obo/BFO_0000066": "2024-11-15",
9    "horário de início da atividade acadêmica-http://purl.obolibrary.org/obo/BFO_0000066": "15:00",
10   "horário de fim da atividade acadêmica-http://purl.obolibrary.org/obo/BFO_0000066": "17:00",
11   "auditório-http://www.semanticweb.org/ontologias/ONTAE/ONTAE_00000013": "Auditório da FCI"
  }

```

Fonte: do autor (2024)

Esse arquivo funciona como uma representação digital dos dados inseridos, incluindo informações como nomes, datas, endereços ou quaisquer outros valores preenchidos durante o processo. A estrutura do JSON facilita futuras consultas ou exportações dos dados, garantindo que todas as informações preenchidas estejam associadas aos seus respectivos campos, o que pode ser útil para armazenamento, backup ou mesmo para reuso dos dados em outros sistemas ou processos.

5 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Esta seção, dedica-se à análise e interpretação dos resultados apresentados no capítulo anterior, com o objetivo de contextualizar as descobertas dentro do escopo da pesquisa e avaliar o impacto das soluções propostas. A partir da ontologia desenvolvida para modelar atividades e eventos acadêmicos, bem como da arquitetura de sistema implementada, discute-se como esses elementos atendem aos objetivos.

5.1 A ontologia como estrutura para a interface de cadastro de informações

O uso de ontologias como estrutura central para a construção de interfaces de cadastro de informações revela-se uma abordagem para buscar consistência semântica e validação precisa dos dados inseridos pelos usuários. A ontologia oferece um modelo formal de representação do conhecimento, onde cada entidade e suas relações são claramente definidas, permitindo que a interface se adapte dinamicamente às exigências do domínio modelado.

A ontologia desempenha um papel fundamental neste trabalho ao servir como a definição de um esqueleto ou estrutura para a entrada de informações contextualizadas. Ela vai além da simples categorização de dados, transformando os formulários de cadastro de informações em verdadeiros formulários de cadastro de conhecimento.

Nesse contexto, o papel do engenheiro de ontologia é fundamental, pois é ele o responsável por estruturar e organizar o conhecimento de forma que a interface reflita de maneira precisa as realidades do domínio. O engenheiro de ontologia tem a tarefa de modelar o conhecimento utilizando os componentes centrais da ontologia, como classes, propriedades de objeto e propriedades de dados (*data properties*). As *data properties*, em particular, são essenciais para implementar validações precisas na interface de cadastro, garantindo que os dados inseridos pelos usuários estejam em conformidade com as exigências semânticas e operacionais do sistema. Essas propriedades são responsáveis por definir os atributos de cada entidade e suas respectivas restrições de valor, como tipos de dados, limites de cardinalidade e formatos específicos.

Além disso, o engenheiro de ontologia deve modelar listas e enumerações por meio de instâncias e classes equivalentes, permitindo que a interface apresente de forma intuitiva as opções disponíveis para o usuário. Por exemplo, em um cadastro de palestra, classes como **local** ou **tipo de evento** podem ser representadas como conjuntos de valores predefinidos, sendo exibidos ao usuário em forma de menus suspensos ou listas de seleção. Esta abordagem

não só facilita a navegação do usuário, mas também reduz a possibilidade de erros de entrada, já que as opções são padronizadas e validadas pela própria ontologia.

As ontologias também podem facilitar a tradução de termos relevantes dentro de um sistema, uma vez que as classes e relacionamentos podem conter rótulos em diversos idiomas, os quais podem ser renderizados no *front-end* do sistema conforme o interesse do usuário a partir de simples lógicas introduzidas no *back-end*, como demonstrado neste trabalho.

5.2 O papel do bibliotecário e cientista da informação na modelagem ontológica

No processo de construção de ontologias, é importante reconhecer que o engenheiro de ontologia pode ser, frequentemente, um profissional formado em Biblioteconomia. São profissionais que possuem o conhecimento e as habilidades necessárias para estruturar e organizar o conhecimento em diferentes domínios, o que os qualifica diretamente para atuar na modelagem ontológica. Com uma formação sólida em organização e representação da informação, estão bem-preparados para lidar com as complexidades envolvidas na criação de ontologias que suportam interfaces de usuário.

Farinelli *et al.* (2023) destaca o papel essencial do bibliotecário e do cientista da informação na modelagem ontológica e na organização do conhecimento. Esses profissionais possuem competências específicas para lidar com a organização, classificação e representação da informação, utilizando vocabulários controlados, taxonomias e ontologias. Eles contribuem na interoperabilidade semântica e a precisão dos modelos de conhecimento, essenciais para a construção de ontologias que refletem de forma precisa os domínios de conhecimento.

Profissionais da Informação têm compreensão sobre taxonomias, vocabulários controlados e sistemas de metadados, o que lhes permite modelar classes e relações de forma a garantir uma organização clara e acessível do conhecimento. Eles também são capacitados para entender as necessidades dos usuários, facilitando a transformação do conhecimento em modelos semânticos que sejam acessíveis e utilizáveis tanto por máquinas quanto por humanos. Essas habilidades são essenciais na definição das classes, propriedades e relações ontológicas, assegurando que o sistema não só represente fielmente o domínio, mas também ofereça uma interface intuitiva para o usuário.

Além disso, esses profissionais são aptos a aplicar princípios de organização do conhecimento para criar ontologias que promovam interoperabilidade e consistência semântica. Ao modelar ontologias com base em padrões reconhecidos, como destacado no

desenvolvimento da ONTAE, os bibliotecários e cientistas da informação asseguram que os dados inseridos nas interfaces de usuário sejam não apenas consistentes, mas também compatíveis com sistemas externos que utilizam padrões semelhantes.

Assim, ao atuar como engenheiros de ontologia, os profissionais da informação desempenham um papel importante na criação de ontologias que servem como a base estrutural para interfaces de cadastro de informações. Eles trazem uma perspectiva única, orientada pela organização e recuperação da informação, o que enriquece o processo de modelagem e contribui para a construção de sistemas de informação eficientes e bem estruturados.

Essa visão inicial da ONTAE aponta para seu potencial como um modelo robusto para a representação de conhecimento, mas também destaca a necessidade de refinamento contínuo. Com mais tempo e recursos dedicados ao desenvolvimento da ontologia, especialmente com a participação ativa de especialistas de domínio, ela pode evoluir para uma ferramenta ainda mais poderosa e abrangente para a gestão e organização de eventos acadêmicos.

5.3 Avaliação da Ontologia de Eventos Acadêmicos

A ontologia ONTAE, desenvolvida e apresentada na seção 4.2, demonstrou ser uma estrutura robusta para a representação de eventos e atividades acadêmicas dada a reutilização de ontologias estabelecidas, como a RO e a BFO versão 2. Essa reutilização permitiu integrar conceitos amplamente aceitos no campo da ontologia com as necessidades específicas do contexto acadêmico. ONTAE foi capaz de representar os eventos e atividades acadêmicas a partir do entendimento das definições utilizadas no SIGAA da UnB, o que facilitou a compreensão semântica de cada conceito. Além disso, a estrutura ontológica proporcionou a criação de um sistema adaptativo de cadastro, conforme discutido na subseção 4.3, garantindo que a organização e a classificação dos eventos fossem realizadas de forma coerente e alinhada ao contexto da instituição.

No entanto, a ONTAE encontra-se em um estágio inicial e foi propositalmente simplificada. Esse estágio inicial reflete a necessidade de equilibrar o desenvolvimento da ontologia com o tempo disponível para a criação da prova de conceito. Dado o tempo limitado do trabalho, não foi possível realizar consultas detalhadas com especialistas de domínio ou passar por diversas etapas de validação que são comuns em projetos ontológicos mais

maduros. Como resultado, a ontologia foi estruturada para atender às necessidades imediatas da prova de conceito, servindo como uma base, mas que ainda requer expansão e refinamento.

Embora a ontologia tenha sido eficaz para demonstrar o conceito, é evidente que há espaço para melhorias substanciais, especialmente em termos de ampliação das *object properties* e *data properties*. As *object properties*, que definem os relacionamentos entre diferentes classes, são atualmente limitadas e poderiam ser enriquecidas para capturar uma gama mais ampla de interações e associações dentro do domínio acadêmico. Essa ampliação permitiria uma modelagem mais precisa e completa das atividades e eventos acadêmicos, refletindo a complexidade real do ambiente universitário.

A decisão de omitir certas categorias, como "Prestação de Serviços" e "Produtos," foi uma escolha estratégica para focar nos elementos mais diretamente relacionados ao objetivo geral do trabalho.

5.4 Impacto da Arquitetura Proposta

A arquitetura de sistema proposta, que combina o processamento de arquivos OWL/XML com GUI desenvolvida em *React*, provou-se eficaz na geração de formulários dinâmicos. Esta abordagem permite que os formulários sejam automaticamente adaptados de acordo com a ontologia subjacente, garantindo que as restrições e propriedades definidas na ontologia sejam refletidas na interface do usuário.

Uma das grandes vantagens dessa arquitetura é que, em vez de o desenvolvedor precisar criar diversos formulários diferentes para cada tipo de atividade acadêmica existente, os formulários são gerados automaticamente. Esta abordagem elimina a necessidade de manter vários formulários diferentes ou de criar formulários genéricos que podem não atender adequadamente às especificidades de cada atividade. Dessa forma, o sistema não só economiza tempo de desenvolvimento, mas também garante uma maior precisão e adequação às necessidades do usuário final.

Além disso, a responsabilidade pela validação e adequação dos formulários é transferida do desenvolvedor para o especialista do domínio, que define as regras e restrições diretamente na ontologia. Essa mudança não só simplifica o trabalho do desenvolvedor, como também garante que as validações sejam consistentes com o conhecimento especializado do domínio, reduzindo a possibilidade de erros e garantindo que as informações inseridas pelos usuários sejam sempre corretas e relevantes.

Ao implementar essa arquitetura, foi possível observar que a separação clara entre *back-end* e *front-end*, aliada ao uso de tecnologias como *Flask* e *RDFLib*, não apenas facilitou a integração de dados ontológicos com a interface do usuário, mas também destacou as vantagens de se utilizar ontologias em sistemas de gestão acadêmica.

5.5 Camada de persistência de dados: instâncias

Esta seção aborda a camada de persistência de dados, que é responsável pelo armazenamento e pela gestão das instâncias geradas a partir da ontologia ONTAE. Esta camada garante que as informações sejam armazenadas de forma estruturada e acessível, permitindo que os dados possam ser manipulados conforme necessário. Nesse contexto, destaca-se a importância do modelo CRUD que define as quatro operações essenciais para o gerenciamento de dados: criação, leitura, atualização e exclusão de registros.

O CRUD (*Create, Read, Update, Delete*) é um acrônimo que descreve as quatro operações básicas utilizadas em sistemas de gerenciamento de dados. Create (Criar) refere-se à adição de novos registros em um banco de dados; Read (Ler) envolve a consulta ou recuperação de registros existentes; Update (Atualizar) permite modificar dados já armazenados, e Delete (Excluir) refere-se à remoção de registros. Essas operações são fundamentais para a manipulação de dados em sistemas de software, garantindo a gestão completa dos dados armazenados.

No momento, o sistema desenvolvido contempla apenas a funcionalidade de **criação** (*CREATE*) no modelo CRUD, sendo que as demais operações (leitura, atualização e exclusão) ainda não foram implementadas, e devem ser trabalhadas em futuras iterações.

A camada de persistência atual gera um arquivo JSON para cada atividade acadêmica criada, permitindo o armazenamento básico das informações. No entanto, é necessário que os JSONs sejam armazenados de forma centralizada, em vez de separados por arquivo. Antes da criação de uma nova atividade acadêmica, deve-se verificar se esse evento já foi registrado previamente. Para atender a essa necessidade, um sistema de persistência mais adequado precisa ser implementado, garantindo a consulta e a verificação dos dados antes de criar registros.

Para a implementação de um modelo de representação por meio de ontologia, um banco de dados relacional tradicional pode não ser a melhor escolha. Os bancos de dados relacionais são baseados em tabelas e exigem esquemas rígidos, o que os torna menos flexíveis para lidar com a complexidade e a natureza dinâmica das ontologias. Em ontologias,

as relações entre dados são frequentemente não lineares, altamente conectadas e podem mudar ao longo do tempo, exigindo um modelo de dados mais adaptável e expressivo.

Ao considerar alternativas, inclusive para melhor implementação de todas as operações CRUD, foram identificados bancos de dados NoSQL, como bancos de dados orientados a grafos e bancos de dados orientados a documentos.

Os bancos de dados orientados a grafos, como por exemplo o Neo4j²⁶, são especialmente adequados para sistemas baseados em ontologias pois, representam os dados como nós e arestas (relacionamentos), o que reflete diretamente a estrutura das ontologias, onde classes, propriedades e instâncias estão interconectadas de maneira complexa. Este modelo permite consultas eficientes sobre relações entre entidades e facilita a navegação por essas conexões, algo que seria muito mais complicado em um banco de dados relacional. Além disso, algumas tecnologias deste tipo de sistemas gerenciamento de banco de dados (SGBD) permitem criar a instância de banco de dados a partir de um modelo implementado em linguagem OWL ou RDF.

Por outro lado, banco de dados orientado a documentos, como por exemplo o MongoDB, oferecem flexibilidade na estruturação dos dados e a capacidade de lidar com dados semiestruturados ou não estruturados. Eles são úteis em sistemas baseados em ontologias pela capacidade de armazenar e gerenciar grandes volumes de dados de forma distribuída, além de permitir esquemas dinâmicos que se adaptam conforme a ontologia evolui. Este tipo de SGBD pode ser uma evolução natural deste trabalho, pois em geral os SGBD's orientados a documentos armazenam seus dados em documentos no padrão JSON.

Embora essas alternativas ofereçam vantagens significativas sobre bancos de dados relacionais em um contexto ontológico, não foram implementadas no projeto devido às limitações de tempo hábil. Assim, a escolha de tecnologias se concentrou em soluções mais imediatas e adequadas ao escopo do projeto.

5.6 Desafios da proposta

Embora o projeto tenha alcançado resultados positivos, diversos desafios surgiram durante o desenvolvimento, principalmente relacionados às bibliotecas de leitura de OWL

²⁶ *Neo4j* é um banco de dados orientado a grafos que armazena dados em uma estrutura de grafos, permitindo consultas altamente eficientes sobre relacionamentos complexos entre os dados. Ele é particularmente útil quando os dados têm muitas conexões, como em redes sociais ou ontologias.

tanto em *Python* quanto em *Java*²⁷. Essas bibliotecas se mostraram um grande impedimento no progresso do trabalho. A maioria das bibliotecas disponíveis não conseguia extrair de forma satisfatória os relacionamentos entre as classes ou processar as ontologias de maneira eficiente. Esse obstáculo forçou a procura de alternativas que, embora funcionassem, não eram ideais para o escopo do projeto.

O *RDFLib*, apesar de ter sido a solução que possibilitou a continuidade do trabalho, não foi inicialmente projetado para lidar com todas as nuances do processamento de ontologias complexas. O uso do *RDFLib* exigiu muitas horas de código personalizado e modificações contínuas apenas para a extração de dados da ontologia. Esse trabalho adicional demonstrou que, embora o *RDFLib* tenha sido fundamental, ainda há necessidade de ferramentas mais especializadas e eficientes para o processamento de OWL em projetos futuros.

Outro ponto que precisa de refinamento é a definição das cardinalidades para cada campo. Atualmente, as cardinalidades *exactly* e *only* estão muito semelhantes, o que pode causar confusão tanto para o desenvolvedor quanto para o usuário final. É essencial que as definições dessas cardinalidades sejam mais claras e distintas, a fim de garantir que as validações no *front-end* sejam precisas e que as restrições impostas pela ontologia sejam respeitadas corretamente.

Além disso, a relação entre as classes e as *data properties* revelou-se crucial para a regra de negócios estabelecida, onde a validação dos tipos de dados inseridos pelo usuário deve coincidir com o tipo de dado associado à classe na ontologia. Para melhorar essa validação, é necessário elaborar políticas para determinar os tipos de dados mais bem fundamentadas. Uma possível melhoria seria a integração de dados extraídos das anotações (*annotation properties*), como *description*, para que o usuário possa ler a descrição de cada classe ao interagir com o sistema, o que não apenas enriqueceria a interface, mas também ajudaria os usuários a entenderem melhor o contexto de cada campo.

Em suma, os referidos desafios e limitações apontam para áreas importantes de aprimoramento, tanto em termos de ferramentas como de metodologias, para que projetos futuros possam alcançar um nível ainda maior de eficiência e precisão na gestão de dados ontológicos.

²⁷ *Java* é uma linguagem de programação amplamente utilizada, conhecida por ser orientada a objetos, independente de plataforma e por permitir a criação de aplicações robustas e seguras. Ela é usada tanto no desenvolvimento de software empresarial quanto em aplicações móveis e *web*.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, propõe uma aproximação entre a CI e a Ciência da Computação, com a premissa de que essas áreas não podem se desenvolver de forma isolada. A PoC apresentada resulta de conhecimentos adquiridos em disciplinas como Análise da Informação, Catalogação, Planejamento de Sistemas de Informação, Indexação, Linguagens Documentárias e Fundamentos em Ontologias, no curso de Biblioteconomia, além das disciplinas cursadas no Departamento de Ciência da Computação. O objetivo é demonstrar que alunos de Biblioteconomia podem programar de forma eficiente e que o bibliotecário é um profissional do futuro, com domínio dos processos de organização da informação e, portanto, apto a desenvolver algoritmos para a organização de dados e informações.

6.1 Objetivos e resultados principais

O objetivo geral deste trabalho foi investigar as características mínimas necessárias para o desenvolvimento de um modelo ontológico que orientasse a criação de uma interface gráfica adaptativa. Esse objetivo foi alcançado através da construção da ontologia ONTAE, que representou de maneira organizada o domínio de conhecimento das atividades acadêmicas, facilitando a geração automática de formulários dinâmicos.

Os objetivos específicos também foram respondidos conforme descrito a seguir:

- **Representar e organizar o domínio:** A ontologia de domínio construída com categorizações, relações e propriedades conseguiu organizar o campo de atividades acadêmicas de forma clara. A ONTAE foi estruturada com base nos conceitos fundamentais do domínio e suas subclasses, permitindo uma representação fiel das atividades e suas variações.
- **Identificar as características da modelagem ontológica:** Durante o processo de construção da ONTAE, foram identificadas características essenciais para a criação de interfaces adaptativas, como o uso de classes hierárquicas, a definição precisa de propriedades de dados e a modelagem de relações entre as classes. Essas características possibilitaram a geração de interfaces dinâmicas que refletem a estrutura semântica da ontologia.
- **Verificar a modelagem na geração da interface:** A prova de conceito realizada com a arquitetura proposta demonstrou que a ontologia desenvolvida suporta a criação de uma interface de usuário dinâmica, na qual os formulários são gerados

automaticamente de acordo com as classes selecionadas. A integração do *back-end* em *Flask* e o *front-end* em *React* garantiu que as interfaces fossem adaptadas com base nas informações da ontologia, permitindo personalizações como mudança de idioma e expansão futura.

Critérios principais na modelagem ontológica para a interface:

- **Uso de ontologias de alto nível:** A ontologia deve ser formalizada em OWL.
- **Escolha de classes e propriedades:** Importação de classes e propriedades de outras ontologias para garantir compatibilidade e reutilização.
- **Criação de *labels* em múltiplos idiomas:** Embora opcional, essa prática melhora a acessibilidade e adaptabilidade.
- ***Data properties* para campos de entrada de dados:** As classes que serão representadas na interface devem ter *data properties* associadas, refletindo os campos a serem preenchidos.
- **Mapeamento das *tags* OWL para HTML:** A ontologia deve ser mapeada para a estrutura HTML de forma que as propriedades e relações sejam corretamente refletidas nos formulários.

Critérios para o desenvolvimento do front-end:

- **Uso de *frameworks* com componentização:** A escolha de *frameworks* como *Angular* ou *React*, que suportam componentização, facilita a construção de interfaces modulares e reutilizáveis.
- **Tratamento das cardinalidades:** A forma como as cardinalidades das classes são refletidas na interface é fundamental para garantir que os formulários respeitem as regras da ontologia. As cardinalidades e suas implementações na interface foram apresentados na seção 4.4.

Os resultados evidenciaram que a ONTAE permitiu uma reestruturação dos conceitos, facilitando a integração com sistemas e o uso de interfaces semânticas. A interface gerada foi dinâmica, capaz de se adaptar às necessidades do usuário, e aberta a expansões futuras, como a integração da ONTAE com outras ontologias.

A arquitetura adotada mostrou-se adequada para o propósito do projeto, utilizando tecnologias amplamente aceitas, como Python, RDFlib e React. A modularização dos componentes, conforme o estado da arte, permitiu que as interfaces fossem geradas de forma

eficiente e sem a necessidade de pré-configurações complexas. A flexibilidade oferecida por essa arquitetura pode servir de modelo para futuros desenvolvimentos, onde a necessidade de personalização e adaptação rápida às mudanças de domínio é crítica.

Outra contribuição do trabalho foi discutir o papel do bibliotecário e do cientista da informação como engenheiros de ontologia, destacando que esses profissionais, com sua expertise em organização da informação e conhecimento em vocabulários controlados, estão plenamente capacitados para atuar no desenvolvimento de ontologias que suportem interfaces semânticas e sistemas de recuperação de informação.

6.2 Limitações da Pesquisa

Este trabalho enfrentou algumas limitações que devem ser reconhecidas. Uma das principais restrições técnicas foi a adoção do *DeepOnto* e do *Owlready2* como ferramentas para a construção do *script* de *parse* da ontologia. Embora essas ferramentas ofereçam funcionalidades robustas, sua implementação revelou-se complexa em alguns momentos, especialmente no que se refere à consulta dos relacionamentos de classes específicas. Em particular, houve dificuldades ao tentar inserir uma classe de entrada e obter todos os predicados ligados a essa classe e as respectivas classes objetos associadas. A falta de documentação e suporte técnico mais aprofundado sobre essas ferramentas também limitou o progresso de algumas fases do projeto.

Outro desafio encontrado foi o uso de bancos de dados NoSQL, como os orientados por grafo (ex: Neo4j) e os orientados a documentos (ex: MongoDB), para a persistência das instâncias da ontologia. A falta de conhecimento técnico do pesquisador nessas tecnologias, combinada a curva de aprendizado acentuada, limitou a adoção completa dessas ferramentas.

A aplicação apresentada ainda demanda ajustes e incorporação de funcionalidades. Por exemplo, a inclusão do botão de adicionar outras ocorrências de classes cujas cardinalidades são “*some*” ou “*max x*”. Tal funcionalidade chegou a ser implementada como componente no *front-end*, mas não estava inteiramente funcional e por isso foi decidido deixá-lo para versões futuras da aplicação.

6.3 Trabalhos futuros

Futuramente, poderão ser consultados especialistas no domínio de eventos acadêmicos no contexto de cadastro deles no SIGAA, usando diversas universidades públicas do país, para evoluir a ontologia ONTAE. A omissão de certas categorias, como "Prestação de

Serviços" e "Produtos," na construção da ONTAE abre caminho para potenciais áreas de expansão da ontologia em estudos futuros, nos quais uma categorização mais abrangente poderá ser necessária. Além disso, como citado anteriormente, será possível importar outras ontologias focadas em adaptabilidade, visando enriquecer o sistema. A integração das melhores práticas de arquitetura da informação, experiência do usuário e IHC, junto a considerações de acessibilidade, como daltonismo, poderá aprimorar ainda mais a adaptabilidade e a usabilidade da interface.

A camada de persistência de dados, será evoluída para incorporar todas as operações CRUD. Além disso, ao considerar alternativas para a implementação foi identificado diferentes tecnologias de bancos de dados NoSQL, como bancos de dados orientados a grafos e bancos de dados orientados a documentos. Estes serão avaliados para a escolha da opção mais eficiente para a arquitetura.

Também seria interessante ver se é possível propor a extensão das bibliotecas de leitura e escrita (*parse*) de OWL, *Owlready2* e *DeepOnto*, para a leitura de informações de classes específicas como foi realizado neste trabalho, preenchendo assim uma lacuna importante que pode alavancar a realização de outros projetos envolvendo o uso de ontologias.

6.4 Considerações Finais e Implicações

Este trabalho também propõe que áreas complexas, como a saúde, adotem sistemas baseados em ontologias para organizar dados de forma mais precisa. Por exemplo, enfermidades podem ser cadastradas em diferentes categorias existentes na ontologia, o que permite uma melhor estruturação e recuperação da informação.

Nas soluções atuais, observa-se uma ênfase nas tecnologias utilizadas para o desenvolvimento de interfaces, mas pouca atenção é dada à semântica do conteúdo inserido. Isso é particularmente visível em formulários genéricos de entrada de dados, que muitas vezes levam usuários, mesmo especialistas no domínio, a inserir informações incorretas. A proposta aqui apresentada visa corrigir essa lacuna ao criar interfaces que se adaptam ao conteúdo semântico.

Espera-se que o mercado de trabalho reconheça a importância de contar com profissionais da informação capacitados para manipular, organizar, estruturar e recuperar dados de maneira eficaz, contribuindo para o sucesso de sistemas e empresas que dependem da informação bem estruturada.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Mauricio Barcellos. **Ontologia em ciência da informação: tecnologia e aplicações**. 1. ed. Curitiba, PR: Editora CRV, 2021a. (Coleção Representação do Conhecimento em Ciência da Informação, v. 2).
- ALMEIDA, Mauricio Barcellos. **Ontologia em ciência da informação: teoria e método**. 1. ed. Curitiba, PR: Editora CRV, 2021b. (Coleção Representação do Conhecimento em Ciência da Informação, v. 1).
- ALMEIDA, Mauricio Barcellos. Revisiting ontologies: A necessary clarification. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, [s. l.], v. 64, n. 8, p. 1682–1693, 2013.
- ALMEIDA, Mauricio Barcellos; FARINELLI, Fernanda. Ontologies for the representation of electronic medical records: The obstetric and neonatal ontology. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, [s. l.], v. 68, n. 11, p. 2529–2542, 2017.
- ARP, Robert; SMITH, Barry; SPEAR, Andrew D. **Building ontologies with basic formal ontology**. Cambridge, MA: The MIT Press, 2015. 248 p.
- BAX, Marcello Peixoto. Design science: filosofia da pesquisa em ciência da informação e tecnologia. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 42, n. 2, p. 298-312, maio/ago. 2013. Disponível em: <https://revista.ibict.br/ciinf/article/view/1388>. Acesso em: 15 maio 2024.
- COURTOT, Mélanie *et al.* MIREOT: the Minimum Information to Reference an External Ontology Term. **Nature Precedings**. 2009. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10101/npre.2009.3574.1>. Acesso em: 8 set. 2024.
- DAHLBERG, Ingtraut. A referent-oriented, analytical concept theory for INTERCONCEPT. **KO KNOWLEDGE ORGANIZATION**, v. 5, n. 3, p. 142-151, 1978a.
- DAHLBERG, Ingtraut. Teoria do conceito. **Ciência da informação**. v. 7, n. 2, p. 101-107, 1978b.
- DAHLBERG, Ingtraut. Knowledge organization: a new science?. **Ko Knowledge Organization**, v. 33, n. 1, p. 11-19, 2006.
- DE NICOLA, Antonio.; MISSIKOFF, Michele.; NAVIGLI, Roberto. A Proposal for a Unified Process for Ontology Building: UPON. *In: A proposal for a unified process for ontology building*, 2005, Berlin, Heidelberg. (K. V. Andersen, J. Debenham, & R. Wagner, Org.) Database and Expert Systems Applications. Berlin, Heidelberg: Springer, 2005. p. 655–664.
- DEUSCHEL, Tilman. On the Influence of Human Factors in Adaptive User Interface Design. *In: UMAP'18 Adjunct: 26th Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization Adjunct*, 2018, Singapore. New York: ACM, 2018. p. 1-5.
- DIX, Alan *et al.* **Human-Computer Interaction**. 3. ed. London: Pearson, 2004

DRESCH, Aline.; LACERDA, Daniel. P.; ANTUNES JÚNIOR, José. A. V. **Design science research**: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. Bookman Editora, 2015.

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. **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 abr. 2024.

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.

FARINELLI, Fernanda; SOUZA Amanda D.; PAIVA, Marília Abreu Martins; VIZENTIM, Fabiola A. Modelando domínios: uma revisão sobre habilidades profissionais, práticas, metodologias, tecnologias e instrumentos de representação. **Fronteiras da Representação do Conhecimento**, Belo Horizonte, MG, v. 3, n. 2, p. 23–85, 2023.

FARINELLI, Fernanda; ELKIN, Peter L. Construção de ontologia na prática: um estudo de caso aplicado ao domínio obstétrico. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 46, n. 1, 2017.

FARINELLI, Fernanda; SOUZA, Amanda D. Ontologias de alto nível: porque precisamos e como usar. **Fronteiras da Representação do Conhecimento**, Belo Horizonte, MG, v. 1, n. 1, p. 174–202, 2021.

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

FUJITA, Mariângela Spotti Lopes; TOLARE, Jessica Beatriz. Vocabulários controlados na representação e recuperação da informação em repositórios brasileiros. **Informação & Informação**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 93-125, maio/ago. 2019.

GRUNINGER, Michael.; FOX, Mark. S. Methodology for the design and evaluation of ontologies. *In: THE 1995 INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE*, 1995, Montreal, CA., **Proceeding** [...]. Montreal, CA.; 1995. Disponível em: <https://cir.nii.ac.jp/crid/1571135650978573440>. Acesso em: 03 set. 2024.

GUARINO, Nicola. Formal ontology in information systems. *In: FORMAL ONTOLOGY IN INFORMATION SYSTEMS*, 1998, Trento, Italy. **Proceedings** [...]. Trento, Italy: IOS press, 1998. p. 3–15.

HILL, L.; JANEÉ, G.; BUCHEL, O.; ZENG, M.L. **Integration of knowledge organization systems into digital library architectures**: Position Paper for 13th ASIS&T SIG/CR

Workshop, “Reconceptualizing Classification Research”. *Advances of classification research*, v.13, 2002.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION; INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **ISO/IEC 21838-1:2021** Information technology — Top-level ontologies (TLO) - Part 1: Requirements. Geneva: ISO, 2021a

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION; INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **ISO/IEC 21838-2:2021** Information technology — Top-level ontologies (TLO) - Part 2: Basic Formal Ontology (BFO). Geneva: ISO, 2021b

LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane P. **Sistemas de informação gerenciais: administrando a empresa digital**. Pearson Universidades, 2022.

LEMES, David de Oliveira. Aspectos gerais de uso das interfaces gráficas de usuário. In: **teccos – Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, n. 18, jul./dez. 2018, p. 37-46.

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

NORMAN, Don. **The design of everyday things**. 1. ed. rev. e. aum. New York, NY: Basic Books, 2013.

NOY, Natasha. F.; MCGUINNESS, Deborah. L. **Ontology development 101: A guide to creating your first ontology**. [s. l.]: Stanford knowledge systems laboratory technical report KSL-01-05 and ..., 2001. Disponível em: https://corais.org/sites/default/files/ontology_development_101_aguide_to_creating_your_firs_t_ontology.pdf. Acesso em: 03 set. 2024.

PREECE, Jennifer.; ROGERS, Yvonne.; SHARP, Helen. **Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction**. 4. ed. Chichester: Wiley, 2015.

SHAHZAD, Syed K. Ontology-based User Interface Development: User Experience Elements Pattern. **Journal of Universal Computer Science**, v. 17, n. 7, p. 1078-1088, 2011.

SHNEIDERMAN, Ben; PLAISANT, Catherine. **Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction**. 5. ed. [s. l.]. Pearson, 2010.

SMITH, Barry. *et al.* **Basic Formal Ontology 2.0: Specification and user's guide**. 2015. Disponível em: <http://purl.obolibrary.org/obo/bfo/Reference>. Acesso em: 8 set. 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.

SMITH, Barry; WELTY, Christopher. Ontology: Towards a New Synthesis. In: **FORMAL ONTOLOGY IN INFORMATION SYSTEMS 2001 (FOIS 2001)**, 2001, Ogunquit, Maine, USA. **Proceedings** [...]. Ogunquit, Maine, USA: Association for Computing Machinery, 2001. p. 3–9.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de software**. 9. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2011. 529 p.

STAIR, Ralph. M.; WALTER, George. R. **Princípios de sistemas de informação**. 14. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2017. 582 p.

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

SURE, York.; STAAB, Steffen.; STUDER, Rudi. On-To-Knowledge Methodology. *In*: STAAB, Steffen.; STUDER, Rudi. (org.). **Handbook on Ontologies**. Berlin, Heidelberg: Springer, 2004. p. 117–132. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-540-24750-0_6. Acesso em: 03 set. 2024.

USCHOLD, Mike; GRUNINGER, Michael. Ontologies: principles, methods and applications. **The Knowledge Engineering Review**, [s. l.], 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, 1995, Edinburgh. **Proceedings** [...]. Edinburgh: Artificial Intelligence Applications Institute, University of Edinburgh, 1995. Disponível em: aiai.ed.ac.uk/project/oplan/documents/1995/95-ont-ijcai95-ont-method.pdf. Acesso em: 03 set. 2024.

W3C, W. O. W. G. **OWL 2 Web Ontology Language Manchester Syntax**. W3C, , 2012. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/owl2-manchester-syntax/>. Acesso em: 19 abr. 2024

BIBLIOGRAFIA

RDFLIB 7.0.0 — RDFLIB 7.0.0 DOCUMENTATION. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://rdflib.readthedocs.io/en/stable/>. Acesso em: 11 set. 2024.

PYTHON 3.12.6 — PYTHON 3.12.6 DOCUMENTATION. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.python.org/>. Acesso em: 11 set. 2024.

FLASK 3.0.3 — FLASK 3.0.3 DOCUMENTATION. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://flask.palletsprojects.com/en/3.0.x/>. Acesso em: 11 set. 2024.

REACT 18.3.1 — REACT 18.3.1 DOCUMENTATION. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://pt-br.react.dev/>. Acesso em: 11 set. 2024.

ANEXO 1

Esta seção apresenta uma série de figuras que ilustram o processo de consulta e cadastro de eventos acadêmicos no Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA). Essas figuras evidenciam a fase de aquisição de conhecimento e levantamento de requisitos no processo de desenvolvimento da ontologia ONTAE (Ontologia de Eventos Acadêmicos). Todas as figuras foram coletadas do autor, no SIGAA em 12 julho de 2024.

Figura 50: Formulário de consulta de atividades de acadêmicas no modulo externo do SIGAA

Universidade de Brasília
Brasília, 13 de Setembro de 2024

SIGAA

Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas

Acessível para pessoas com deficiência visual
Login >

LISTA DE CURSOS E EVENTOS DE EXTENSÃO COM PERÍODOS DE INSCRIÇÃO ABERTOS

BUSCA POR AÇÕES DE EXTENSÃO

Título da Ação:
 Tipo de Atividade: TODOS ▾
 Área Temática: -- SELECIONE -- ▾
 Coordenador:
 Período: até

Filtrar

🔍: Ver Detalhes do Curso ou Evento de Extensão.
👤: Inscrever-se
📄: Mini Atividades.

INSCRIÇÕES ABERTAS (45)

Título	Tipo	Inscrições até	Vagas				
			Total	Aprovadas	Pendentes		Restantes
Vou te contar! Princípios e fundamentos para o aprendiz <i>Coordenação: ANGELA BARCELLOS COELHO CAFE</i>	CURSO	13/09/2024	30	12	0	18	🔍👤
IV SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE DUPLA CARREIRA ESPORTIVA Formação do atleta e do paratleta: transições e gestão de carreira <i>Coordenação: FELIPE RODRIGUES DA COSTA</i>	EVENTO	13/09/2024	180	56	0	124	🔍👤
III Ciclo de estudos: Carlos Calvo Muñoz, semeador de mistérios <i>Coordenação: FATIMA LUCILIA VIDAL RODRIGUES</i>	CURSO	13/09/2024	20	14	6	6	🔍👤
Coloquio de Estágio em Serviço Social 1/2024 <i>Coordenação: KAREN SANTANA DE ALMEIDA VIEIRA</i>	EVENTO	13/09/2024	65	52	0	13	🔍👤
IV JORNADA UnB/LET e SEEDF/CILs: La Licence en Français à l'UnB, vous connaissez ? <i>Coordenação: DENISE GISELE DE BRITTO DAMASCO</i>	EVENTO	13/09/2024	70	16	1	54	🔍👤
Seleção de Gado PO da Raça Guzerá: Faz. Entre Rios - Guzerá da Canital	EVENTO	13/09/2024	46	45	0	1	🔍👤

Figura 51: Tela inicial de cadastro de Ações de Extensão no SIGAA

EXTENSÃO > SUBMISSÃO DE PROPOSTA DE AÇÕES DE EXTENSÃO

PROGRAMA



PROGRAMA

Os programas de extensão têm caráter estruturante, regular e contínuo, envolvendo três ou mais ações de extensão definidas no art. 9o da Resolução 077/2017, com previsão de produtos acadêmicos durante seu desenvolvimento.

Importante: as ações citadas devem ser registradas e vinculadas ao Programa no SIGAA durante o seu período de execução. O não atendimento implicará em não aprovação dos relatórios até que a situação seja resolvida.

PROJETO

Os Projetos são as ações de extensão, oferecidas nas modalidades Projeto, Curso, Evento, Produto e Prestação de Serviços e que são executadas de forma isolada ou de forma vinculada, quando se tornam elementos constituintes de um Programa de Extensão.


PROJETO

Os projetos de extensão são desenvolvidos por meio da interação com os diversos setores da sociedade, visando ao intercâmbio e ao aprimoramento do conhecimento, bem como à atuação da Universidade na realidade social por meio de ações de caráter educativo, social, artístico, cultural, científico e tecnológico, tratando das temáticas detalhadas no Anexo I desta Resolução.


CURSO

Cursos de extensão universitária são ações com duração determinada de caráter educativo, social, cultural, artístico, esportivo, científico ou tecnológico, que permitam a relação teoria-prática.


PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS

Prestação de serviços é uma dimensão dentro dos projetos de extensão, que visa a execução de atividades através de servidores e estudantes da UnB com o objetivo de atender às necessidades e expectativas da comunidade externa representada por pessoas físicas, entidades públicas, privadas e organizações da sociedade civil.


PRODUTO

Os produtos acadêmicos caracterizam-se por serem decorrentes das ações de extensão, ensino e pesquisa para difusão e divulgação artística, cultural, científica ou tecnológica. Parágrafo único. Os produtos são caracterizados por livros, anais, artigos, textos, revistas, manuais, cartilhas, jornais e relatórios, materiais didáticos, vídeos, filmes, programas de rádio e TV, softwares, jogos, modelos didáticos, partituras, arranjos musicais, peças teatrais, mídias informacionais, performances artísticas dentre outros.


EVENTO

São considerados eventos, as ações de extensão universitária que visem promover, mostrar e divulgar atividades de interesse técnico, social, científico, artístico e esportivo aberto à comunidade externa.

Extensão

SIGAA | Secretaria de Tecnologia da Informação - STI - (61) 3107-0102 | Copyright © 2006-2024 - UFRN - app25_Prod.sigaa19 - v4.9.10.100

Figura 52: Formulário de cadastro de Curso 1 no SIGAA

EXTENSÃO > INFORMAÇÕES GERAIS DA ATIVIDADE

Nesta tela devem ser informados os dados gerais de uma Ação.

1. Dados gerais da ação
 2. Dados do curso/evento
 3. Mini Atividades
 4. Membros da equipe da ação
 5. Equipe Executora
 6. Orçamento detalhado
 7. Orçamento consolidado
 8. Anexar arquivos
 9. Anexar fotos
 10. Resumo da ação

OBSERVAÇÃO: Os dados informados só são cadastrados na base de dados quando clica-se em "Avançar >>".

INFORME OS DADOS GERAIS DA AÇÃO

Tipo da Ação: CURSO

Título: *

Ano: *

Período de Realização: * [] a []

Área de Conhecimento CNPQ: * -- SELECIONE --

Abrangência: * Local

Área Temática de Extensão: * -- SELECIONE --

Coordenador: * KAMILLA CARDOSO PINHEIRO

Ação vinculada a Programa Estratégico de Extensão: SIM NÃO ?

Projeto Vinculado a ação de formação continuada e permanente: SIM NÃO ?

Ação vinculada a Grupo Permanente de Arte e Cultura: SIM NÃO ?

Ação de Desenvolvimento Regional: SIM NÃO

Ação de Inovação Social: SIM NÃO

Responsável Pela Ação: *

E-mail do Responsável: *

Contato do Responsável: *

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL *

Figura 53: Formulário de cadastro de Curso 2 no SIGAA

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL *

Selecione os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável abaixo, clicando sobre cada um deles:

1 ERRADICAÇÃO DA POBREZA	2 FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL	3 SAÚDE E BEM-ESTAR	4 EDUCAÇÃO DE QUALIDADE	5 IGUALDADE DE GÊNERO	6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO
7 ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL	8 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO	9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA	10 REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES	11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS	12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS
13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA	14 VIDA NA ÁGUA	15 VIDA TERRESTRE	16 PAZ, JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES EFICAZES	17 PARCERIAS EMOMOS DE IMPLEMENTAÇÃO	OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

PÚBLICO ALVO DO PROJETO

Discriminar Público Alvo Interno: *

Quantificar Público Alvo Interno: *

Discriminar Público Alvo Externo: *

Quantificar Público Alvo Externo: *

Total de participantes estimados: 0

LOCAL DE REALIZAÇÃO

Estado: * -- SELECIONE -- ?

Município: * -- SELECIONE -- ?

Bairro: *

Espaço de Realização: *

Latitude: *

Longitude: *

Adicionar Local de Realização

Figura 54: Formulário de cadastro de Curso 3 no SIGAA

LOCAL DE REALIZAÇÃO

Estado: * -- SELECIONE -- ?

Município: * -- SELECIONE -- ?

Bairro: ?

Espaço de Realização: * ?

Latitude: ?

Longitude: ?

Adicionar Local de Realização

Estado	Município	Bairro	Espaço de Realização

FORMAS DE FINANCIAMENTO DO PROJETO

Formas de Financiamento do Projeto: *

Auto-Financiado: ?

Financiado pela UnB:

Financiado pela Unidade Proponente: ?

Financiamento DEX:

Edital de Extensão: * -- SELECIONE --

Nº Bolsas Solicitadas: * 0

Financiamento Externo:

CURRICULARIZAÇÃO DA ATIVIDADE DE EXTENSÃO

A Curricularização da Extensão é o processo de inserção de atividades de extensão na estrutura curricular dos cursos de graduação. Selecione uma das opções abaixo para informar o tipo de inserção de carga horária extensionista e, em seguida, a(s) turma(s) que ficará(ão) associada(s) a esta ação de extensão.

ATENÇÃO!

- Todos os discentes matriculados na(s) turma(s) associada(s) serão incluídos como membros da ação na função de "MEMBRO DA EQUIPE EXECUTORA".
- Todos os docentes responsáveis pela(s) turma(s) associada(s) serão incluídos como membros da ação na função de "MEMBRO DA EQUIPE EXECUTORA".

A ação é parte integrante da Carga Horária de turma(s):

A ação é uma Atividade Complementar Curricular Extensionista:

UNIDADES ENVOLVIDAS NA EXECUÇÃO

Unidade Proponente: * FACULDADE DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO

Executor Financeiro: -- SELECIONE --

Unidade Co-Executoras Externa: ?

Unidade(s) Co-Executoras: -- SELECIONE -- ? ?

<< Voltar Cancelar Avançar >>

* Campos de preenchimento obrigatório.

Figura 55: Formulário de cadastro de Evento 1 no SIGAA

EXTENSÃO > INFORMAÇÕES GERAIS DA ATIVIDADE

Nesta tela devem ser informados os dados gerais de uma Ação.

1. Dados gerais da ação

- Dados do curso/evento
- Mini Atividades
- Membros da equipe da ação
- Equipe Executora
- Orçamento detalhado
- Orçamento consolidado
- Anexar arquivos
- Anexar fotos
- Resumo da ação

OBSERVAÇÃO: Os dados informados só são cadastrados na base de dados quando clica-se em "Avançar >>".

INFORME OS DADOS GERAIS DA AÇÃO

Tipo da Ação: **EVENTO**

Título: *

Ano: *

Período de Realização: * a *

Área de Conhecimento CNPQ: * -- SELECIONE --

Abrangência: * Local

Área Temática de Extensão: * -- SELECIONE --

Coordenador: * KAMILLA CARDOSO PINHEIRO

Ação vinculada a Programa Estratégico de Extensão: SIM NÃO ?

Projeto Vinculado a ação de formação continuada e permanente: SIM NÃO ?

Ação vinculada a Grupo Permanente de Arte e Cultura: SIM NÃO ?

Responsável Pela Ação: *

E-mail do Responsável: *

Contato do Responsável: *

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL *

Figura 56: Formulário de cadastro de Evento 2 no SIGAA

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Selecione os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável abaixo, clicando sobre cada um deles:

1 ERRADICAÇÃO DA POBREZA	2 FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL	3 SAÚDE E BEM-ESTAR	4 EDUCAÇÃO DE QUALIDADE	5 IGUALDADE DE GÊNERO	6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO
7 ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL	8 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO	9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA	10 REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES	11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS	12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS
13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA	14 VIDA NA ÁGUA	15 VIDA TERRESTRE	16 PAZ, JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES EFICAZES	17 PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO	OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

PÚBLICO ALVO DO PROJETO

Discriminar Público Alvo Interno: *

Quantificar Público Alvo Interno: *

Discriminar Público Alvo Externo: *

Quantificar Público Alvo Externo: *

Total de participantes estimados: 0

LOCAL DE REALIZAÇÃO

Estado: * -- SELECIONE --

Município: * -- SELECIONE --

Bairro: *

Espaço de Realização: *

Latitude: *

Longitude: *

Adicionar Local de Realização

Figura 57: Formulário de cadastro de Evento 3 no SIGAA

LOCAL DE REALIZAÇÃO

Estado: * -- SELECIONE --

Município: * -- SELECIONE --

Bairro: *

Espaço de Realização: *

Latitude: *

Longitude: *

Adicionar Local de Realização

Estado	Município	Bairro	Espaço de Realização

FORMAS DE FINANCIAMENTO DO PROJETO

Formas de Financiamento do Projeto: *

Auto-Financiado:

Financiado pela UnB:

Financiamento Externo:

CURRICULARIZAÇÃO DA ATIVIDADE DE EXTENSÃO

A Curricularização da Extensão é o processo de inserção de atividades de extensão na estrutura curricular dos cursos de graduação. Selecione uma das opções abaixo para informar o tipo de inserção de carga horária extensionista e, em seguida, a(s) turma(s) que ficará(ão) associada(s) a esta ação de extensão.

ATENÇÃO!

- Todos os discentes matriculados na(s) turma(s) associada(s) serão incluídos como membros da ação na função de "MEMBRO DA EQUIPE EXECUTORA".
- Todos os docentes responsáveis pela(s) turma(s) associada(s) serão incluídos como membros da ação na função de "MEMBRO DA EQUIPE EXECUTORA".

A ação é parte integrante da Carga Horária de turma(s):

A ação é uma Atividade Complementar Curricular Extensionista:

UNIDADES ENVOLVIDAS NA EXECUÇÃO

Unidade Proponente: * FACULDADE DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO

Executor Financeiro: -- SELECIONE --

Unidade Co-Executoras Externa: *

Unidade(s) Co-Executoras: -- SELECIONE --

<< Voltar Cancelar Avançar >>

* Campos de preenchimento obrigatório.

Figura 58: Formulário de consulta de ações de extensão no SIGAA estudantil

BUSCA POR AÇÕES DE EXTENSÃO

Título da Ação:

Ano:

Código: ?

Período de execução: a

Período de conclusão: a

Período de início: a

Período de Envio do Relatório Final: a

Edital:

Tipo da Ação:
EVENTO
PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS
PRODUTO ?

Área do CNPq:

Centro/Unidade Acadêmica do(a) Discente:

Centro/Unidade Acadêmica do(a) Técnico(a) Administrativo(a):

Centro/Unidade Acadêmica do(a) Docente:

Unidade Proponente:

Centro/Unidade Acadêmica do(a) Coordenador(a) da Ação:

Centro da Ação:

Área Temática:

Programa Estratégico:

Dimensão Acadêmica:

Palavras-Chave:

Servidor:

Buscar apenas ações em que o(a) servidor(a) coordene

Figura 59: Formulário de consulta de atividades no módulo externo do SIGAA

Ações de Extensão

Tipo de Atividade

Título da ação

Área temática

Coordenador

Período

