



## UMA ONTOLOGIA PARA INTEGRAR DADOS DE EVASÃO ESCOLAR, DESEMPENHO ACADÊMICO E DISTRIBUIÇÃO DE AUXÍLIOS SOCIOECONÔMICOS: ESTUDO DE CASO NO IFMG

Eduardo Cardoso Melo  
 <http://lattes.cnpq.br/2909298539007416> –  <https://orcid.org/0000-0002-1323-5859>  
[eduardo.melo@ifmg.edu.br](mailto:eduardo.melo@ifmg.edu.br)  
Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG)  
Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

Marcello Peixoto Bax  
 <http://lattes.cnpq.br/1864473087690223> –  ORCID iD <https://orcid.org/0000-0003-0503-3031>  
[bax.ufmg@gmail.com](mailto:bax.ufmg@gmail.com)  
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)  
Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

### RESUMO

O emprego massivo de tecnologias computacionais por organizações dos mais variados ramos de atuação está ligado, em especial, com o surgimento cada vez mais frequente de ambientes que requerem dos gestores extrema capacidade decisória, mesclando qualidade e agilidade. Em cenários marcados por decisões subsidiadas por dados, é fundamental o apoio de artefatos que contribuam para integrar fontes heterogêneas de dados nas organizações, tais como as ontologias. Este artigo apresenta uma ontologia de domínio elaborada para organizar o conhecimento relacionado com evasão escolar, desempenho acadêmico e distribuição de auxílios socioeconômicos em uma Instituição Federal de Ensino Superior, bem como integrar os dados de tais construtos. A metodologia empregada, com destaque para a abordagem SABiO em conjunto com a linguagem de modelagem OntoUML, forneceu o suporte necessário para todo o processo de desenvolvimento da ontologia de domínio. Como principais resultados, houve a integração dos dados de quatro fontes heterogêneas em conformidade com a ontologia especificada, permitindo a recuperação de informações que responderam as questões de competência que indicam a coerência entre o propósito da ontologia e a realidade do seu escopo. Quanto aos dados institucionais analisados, ficou evidente a importância dos auxílios socioeconômicos distribuídos para a redução da evasão escolar e aumento do desempenho acadêmico dos estudantes.

**Palavras-chave:** Ontologias. Organização do conhecimento. Representação do conhecimento. Integração semântica de dados.

### AN ONTOLOGY TO INTEGRATE DATA ON SCHOOL DROPOUT, ACADEMIC PERFORMANCE AND DISTRIBUTION OF SOCIOECONOMIC AID: CASE STUDY AT IFMG

### ABSTRACT

The massive use of computing technologies by organizations from the most varied fields of activity is linked, in particular, to the increasingly frequent emergence of environments that require extreme decision-making capacity from managers, combining quality and agility. In scenarios marked by decisions supported by data, the support of artifacts that contribute to integrating heterogeneous data sources in organizations, such as ontologies, is essential. This article presents how to develop a domain ontology to organize knowledge related to school dropout, academic performance and distribution of socioeconomic aid in a Federal Higher Education Institution, as well as integrating data from such constructs. The methodology used, with emphasis on the SABiO approach, provided the necessary support for the entire domain ontology development process. As main results, there was the integration of data from four heterogeneous sources in accordance with the specified ontology, allowing the recovery of information that answered the competence questions that indicate the coherence between the purpose of the ontology and the reality of its scope. Regarding the institutional data analyzed, the importance of the socioeconomic aid distributed for reducing school dropouts and increasing students' academic performance was evident.

DOI <http://dx.doi.org/10.1590/1981-5344/51965>

Recebido em: 01/04/2024  
Aceito em: 26/02/2025

## 1 INTRODUÇÃO

O aumento da oferta de cursos e vagas nas Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) ocorrido nas últimas duas décadas habilita a discussão de questões relacionadas com a gestão acadêmica dessas unidades educacionais, em especial aquelas que dizem respeito à evasão dos estudantes e o seu desempenho acadêmico. A partir do ingresso de indivíduos com perfis e realidades distintas das vigentes até então, novas variáveis passaram a influenciar na descontinuidade do curso e no desempenho dos estudantes, tais como renda mensal familiar *per capita*, condições de moradia e transporte até o campus, recursos para aquisição de alimentos e materiais de estudo, dentre outras (Nonato *et al.* 2020; Ristoff, 2014; Senkevics; Mello, 2019).

A concepção dos Institutos Federais de Ensino, Ciência e Tecnologia ocorreu neste momento de valorização do ensino público, aumentando a capilaridade e alcance da rede federal de educação profissional para os mais remotos locais do país (MEC, 2021). A criação do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) aconteceu em 2008, o mesmo possui em sua estrutura uma Reitoria sediada em Belo Horizonte e dezoito *campi* localizados, em sua maioria, na região central do estado. São ofertados cursos técnicos, graduações e pós-graduações, objetivando promover a verticalização do ensino para os mais de vinte mil estudantes matriculados (Brasil, 2024; IFMG, 2021).

Uma das ações realizadas pelas IFES com o objetivo de possibilitar a manutenção dos estudantes no ambiente acadêmico e contribuir para o seu desempenho ao longo do curso, foi o incremento na oferta de programas de assistência estudantil para os mais vulneráveis tanto econômica quanto socialmente. O apoio de tais programas seria uma estratégia eficaz para a permanência discente e para a obtenção de resultados satisfatórios nas atividades previstas pelo curso (Santos, 2020).

Visando fortalecer em toda a rede federal as políticas de assistência estudantil, bem como oferecer condições para que os estudantes permaneçam na instituição até a conclusão do seu curso, o Governo Federal institucionalizou em 2010 o Programa Nacional de Assistência Estudantil (PNAES), indicando a necessidade de atenção para com moradia, alimentação, transporte e apoio pedagógico aos estudantes (Brasil, 2010). Desde então, as

IFES passaram a contar com orientação formal para a atuação da assistência estudantil e dotação orçamentária específica (Pinheiro, 2018).

Considerando que alguns dos objetivos do PNAES são a redução da evasão escolar e a melhora no desempenho acadêmico nas IFES, a existência de um monitoramento contínuo com formas de mensurar e analisar o seu impacto nesses aspectos seria benéfica para todos os envolvidos (IFES, Governo Federal, sociedade civil, dentre outros). Entretanto, esta ainda não é a realidade encontrada atualmente, conforme observado por Brito, Costa e Almeida (2019), Fava, Hall e Cintra (2022) e Santos, Siqueira e Diniz (2021). Estudos que visam promover uma análise do PNAES muitas vezes o fazem sob o ponto de vista descritivo (Eloi *et al.*, 2019; Freitas, 2021; Recktenvald; Mattei; Pereira, 2018), buscando explorar como as ações assistenciais são conduzidas pela IFES, sem focar no alcance dos resultados em contraponto às propostas do Programa.

Dentre as razões para isso, Jorge *et al.* (2020) e Khamdamov (2021) destacam a dificuldade para integração de dados oriundos de fontes heterogêneas, fazendo com que a geração de novos conhecimentos fique prejudicada em função de um ambiente incapaz de fornecer os subsídios adequados para o entendimento de questões acadêmicas (Rodzi; Othman; Yusuf, 2015). Trata-se de problema não exclusivo da área educacional pública, mas em um contexto marcado pela alta evasão escolar, o contorno da situação se delineia negativamente. A partir do momento que a integração dos dados é frágil ou o custo para alcançá-la é inviável, o gestor público pode ficar refém de informações que não contribuem satisfatoriamente para a tomada de decisões com qualidade (Fonseca; Lima, 2023; Sanna, 2014).

Este artigo descreve como uma ontologia de domínio foi elaborada para organizar formalmente o conhecimento sobre evasão escolar, desempenho acadêmico e distribuição de auxílios socioeconômicos no âmbito do IFMG, suportando a integração dos dados desses construtos para identificar eventuais relações entre eles.

A aplicabilidade desta pesquisa se justifica pela demanda por uma abordagem diferenciada para integrar os dados dos construtos envolvidos, ancorada na construção de uma ontologia que une semântica e formalmente os dados do domínio, bem como padroniza o entendimento dos conceitos e relações existentes neste contexto. Como ineditismo e diferencial, destaca-se a

integração com base ontológica dos dados dos construtos, promovendo contribuições diretas para o aspecto da transdisciplinaridade existente na área de Ciência da Informação (CI).

## 2 ONTOLOGIAS

Uma das principais definições sobre ontologia foi introduzida por Gruber (1995, p. 2) ao afirmar que se trata de um termo advindo da Filosofia com o intuito de indicar a "especificação explícita de uma conceitualização". Tal conceitualização refere-se a uma compreensão de mundo simplificada e abstrata a ser representada com um objetivo bem delineado, sendo verdadeiro o fato de que qualquer sistema baseado em conhecimento está, direta ou indiretamente, vinculado a alguma conceitualização.

A partir de uma extensão da conceituação proposta por Gruber (1995), Borst (1997, p. 12) define ontologia como a "especificação formal de uma conceitualização compartilhada". Esta formalidade pressupõe a indicação explícita de quais são os conceitos, propriedades, relações e restrições da ontologia, estabelecendo assim o conhecimento consensual advindo do entendimento provido pelos pares. Quanto à conceitualização, trata-se da noção de que a ontologia será, quando finalizada, um modelo abstrato de algum domínio ou fenômeno existente no que conhecemos por mundo real.

De acordo com Guarino (1997), uma ontologia pode ser compreendida como um artefato composto de um vocabulário vinculado a determinada realidade que, quando utilizado por indivíduos ou sistemas eletrônicos, permite descrever o domínio em questão. Este artefato possui, ainda, a explicitação de fatos aceitos e relacionados com o sentido desejado para aqueles termos constantes do vocabulário. Uschold e Gruninger (1996) e De Giacomo *et al.* (2018) apresentam entendimento semelhante, reforçando a importância da característica das ontologias de criarem um vocabulário de termos com a devida especificação dos significados e apreciação conjunta de especialistas, o qual será compartilhado sob a forma de conhecimento.

Em uma conceituação mais relacionada com a área de CI, Estevão e Strauhs (2013) e Jacob (2003) afirmam que uma ontologia se refere ao entendimento semântico, por vários indivíduos, de um domínio específico, normalmente representada em uma estrutura formal baseada em linguagem

lógica e contendo as devidas explicações semânticas sobre cada conceito relevante, suas propriedades e também acerca dos relacionamentos entre estes. Breitman, Felicíssimo e Casanova (2005), Campos *et al.* (2020) e Gonçalves (2020) corroboram este entendimento, complementando que as ontologias possuem importante papel na integração e interoperabilidade semântica entre distintos sistemas de informação na web.

Embora diferentes propostas de classificações das ontologias tenham sido indicadas por variados autores ao longo dos últimos anos, existem duas tipificações mais comuns que são adequadas para complementar o entendimento teórico requerido pelo presente artigo. Essa classificação se origina dos estudos de Guarino (1997), Guizzardi (2005) e Haav e Lubi (2001). Em uma ontologia de **fundamentação** ou de **alto nível** o objetivo é formalizar a descrição de classes gerais sem dependência direta com algum domínio, abordando conceitos abrangentes como tempo, objeto, espaço e matéria. Por outro lado, na ontologia de **domínio** busca-se explorar um domínio específico para descrever os seus conceitos e considerando que, normalmente, aqueles que fazem parte da estrutura da ontologia são próprios do domínio.

Guizzardi (2007) defende que a construção de ontologias de domínio requer o suporte de uma ontologia de fundamentação apropriada, responsável por indicar os possíveis estados do mundo conforme os compromissos ontológicos fundamentais. O alinhamento da ontologia de domínio com a ontologia de fundamentação permite, de acordo com o autor, especificar um subconjunto desses estados conforme sua admissibilidade dentro do escopo de um domínio particular. A *Unified Foundational Ontology* (UFO) é uma ontologia de fundamentação elaborada com o agrupamento de teorias das áreas de ontologia formal, linguística, lógica filosófica e psicologia cognitiva, sendo composta de pequenas teorias relacionadas, especialmente, com aspectos essenciais da modelagem conceitual (Guizzardi; Falbo; Guizzardi, 2008; Guizzardi *et al.*, 2015).

De acordo com Guizzardi *et al.* (2018), a criação de ontologias pode ser realizada com o suporte da OntoUML, uma linguagem de modelagem semântica baseada em *Unified Modeling Language* (UML), projetada para representar de maneira precisa e rigorosa o conhecimento sobre determinado domínio. Seu diferencial reside na capacidade de integrar aspectos ontológicos

à modelagem tradicional por meio de uma notação semanticamente mais expressiva na representação de classes, papéis e relações entre entidades.

Para Campos (2019) e Britto, Ruy e Azevedo (2020), um dos principais benefícios das ontologias é possibilitar, por meio da definição de um marco padronizado para interpretação, que os dados sejam reutilizáveis por plataformas independentes, além de evitar a ocorrência de inconsistências conceituais. As ontologias ainda estão diretamente ligadas à ideia de computar o conhecimento e à importância de representá-lo em formas digitais executáveis por máquinas (Friedman; Flynn, 2019), demonstrando assim a pertinência deste recurso como organizador das estruturas requeridas pelas máquinas para processar dados e gerar informações válidas que, por sua vez, podem se traduzir em novos conhecimentos úteis para os indivíduos tomarem decisões.

### 3 METODOLOGIA

Seguindo a estrutura indicada por Gil (2017), esta pesquisa se caracteriza como exploratória, tendo como justificativa um estudo de caso realizado no âmbito do IFMG para organizar o conhecimento relacionado à evasão escolar, desempenho acadêmico e distribuição de auxílios socioeconômicos no formato de uma ontologia. Este artefato permitiu integrar dados desses construtos e suportou a geração de novos conhecimentos acerca das relações entre eles, os quais podem servir como subsídios aos gestores acadêmicos na construção de políticas institucionais.

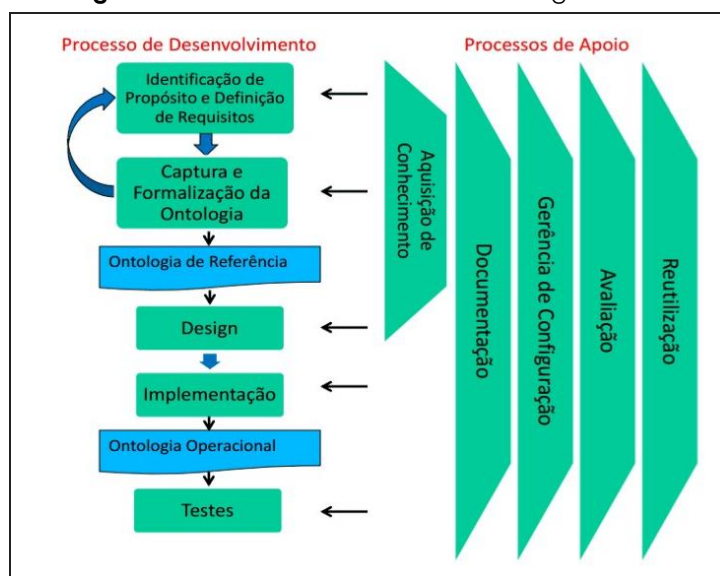
O processo de criação de ontologias com qualidade não é trivial, pelo contrário, os desafios para que o conhecimento seja organizado sob esta abordagem são inúmeros e, por vezes, complexos. Assim, utilizar metodologias que auxiliam o projeto de criação da ontologia é benéfico não apenas para os indivíduos envolvidos, mas também para o produto final a ser entregue.

Neste sentido, utilizou-se a abordagem proposta por Falbo (2014) denominada *Systematic Approach for Building Ontologies* (SABiO). Trata-se de um método sistematizado aplicado em diversos estudos acadêmicos (Detoni *et al.*, 2018; Guarnier *et al.*, 2020; Maddalena; Baião, 2021; Silveira *et al.*, 2021; Souza; Falbo; Vijaykumar, 2017), onde foi atestada sua capacidade como organizador do processo de desenvolvimento de ontologias, composto por uma

estrutura relativamente objetiva e adaptável no que tange às atividades e diretrizes para o seu emprego. é possível que a SABiO seja integrada com a UFO para a construção de ontologias devidamente fundamentadas.

Observa-se na Figura 1 que a SABiO é composta de um processo macro (**Desenvolvimento**) constituído de fases próprias e vários processos de **Apoio**. O foco da metodologia é contribuir para a construção de ontologias de domínio, seja como uma ontologia de referência, vista sob a ótica de um tipo particular de modelo conceitual, ou como uma ontologia operacional, isto é, uma versão que permite a leitura e interpretação da ontologia por máquinas.

**Figura 1** – Processos e fases da Metodologia SABiO



Fonte: adaptado e traduzido de Falbo (2014).

Na primeira fase, nomeada como “Identificação de Propósito e Definição de Requisitos”, ocorreu a identificação do propósito da ontologia, bem como a elicitação dos seus principais requisitos e registro no formato de questões de competência (QC), as quais são responsáveis por delimitar o escopo da ontologia.

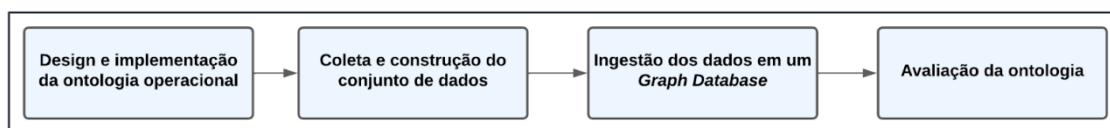
A segunda fase (“Captura e Formalização da Ontologia”) visava elaborar a ontologia de referência e envolveu: a) análise documental sobre as estruturas de armazenamento de dados do sistema gerenciador acadêmico do IFMG; b) definição formal dos conceitos envolvidos, com a realização de entrevistas não estruturadas em reuniões virtuais com duas especialistas de domínio que atuam no IFMG nas áreas de ensino e assistência estudantil; c) elaboração de um modelo gráfico no software *Visual Paradigm* versão 16.2



contendo os elementos da ontologia e suas relações em conformidade com a linguagem *OntoUML*, um perfil que incorpora no Diagrama de Classes da UML estereótipos que fazem com que a ontologia resultante esteja alinhada com a UFO.

Com o objetivo de simplificar o entendimento acerca de como a presente pesquisa conduziu as ações requeridas para cumprir o proposto pelas fases Design, Implementação e Testes da SABiO, um conjunto de atividades foi definido e pode ser visualizado na Figura 2. Na sequência é feito o detalhamento sobre a execução de cada atividade.

**Figura 2** – Atividades para a construção de um ambiente informacional integrado à ontologia



**Fonte:** elaborada pelos autores (2024).

No escopo da primeira atividade (Design e implementação da ontologia operacional), houve a transformação da ontologia de referência em uma ontologia operacional no formato *Ontology Web Language* (OWL) e sintaxe *Turtle*, tarefa conduzida com o auxílio dos softwares *Visual Paradigm* (e *plugin* para *OntoUML*) e *Protégé* (versão 5.5.0).

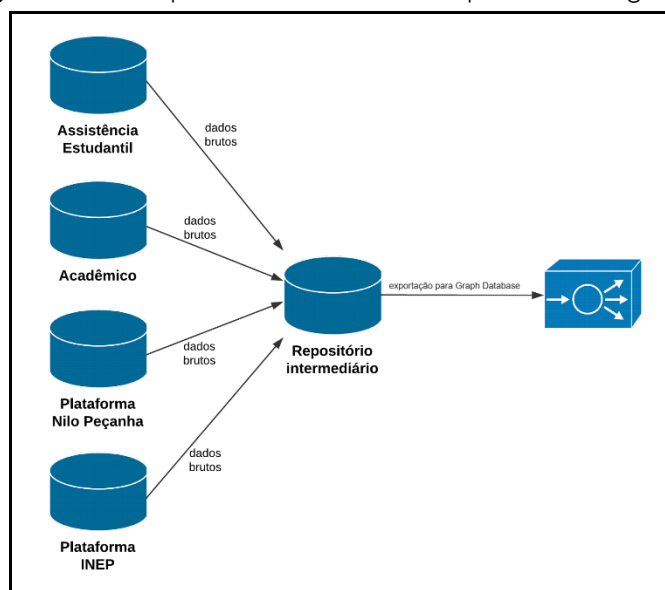
Na segunda atividade (Coleta e construção do conjunto de dados) é válido pontuar que, atualmente, a instituição dispõe de dois diferentes sistemas informatizados sem conexão direta ou interoperabilidade que gerenciam os dados demandados por esta pesquisa: um da assistência estudantil, específico para controle dos processos de concessão de auxílios socioeconômicos, e outro para gestão acadêmica. Ambos armazenam dados em repositórios do Sistema Gestor de Banco de Dados (SGBD) MySQL, motivo pelo qual criou-se um repositório próprio com esta tecnologia em ambiente local para receber os dados brutos selecionados dessas fontes. Visando enriquecer esses registros obtidos junto à instituição, houve também a integração com informações de repositórios externos, quais sejam a Plataforma Nilo Peçanha e a central de dados abertos do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) (especificamente os conjuntos com dados acerca do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE) e do Censo da Educação Superior).



A coleta dos dados restringiu-se ao âmbito dos cursos de graduação presenciais ofertados pelos *campi* do IFMG, abrangendo as turmas de ingressantes entre o primeiro semestre letivo de 2018 e o segundo semestre letivo de 2022. Quanto aos auxílios socioeconômicos, foram analisados aqueles oferecidos sob a nomenclatura de "Bolsa Permanência (BP)", pois são oferecidos em todos os *campi* do IFMG.

Em seguida, procedeu-se com o mapeamento entre os atributos do conjunto de dados e os conceitos da ontologia operacional elaborada anteriormente, habilitando a transformação e exportação dos dados armazenados no repositório intermediário para o formato requerido por uma plataforma de *Graph Database* (banco de dados em grafo). Na Figura 3 visualiza-se a importância da criação do repositório intermediário como ponto de integração dos dados advindos de diferentes fontes e como origem do conjunto de dados a ser manuseado na próxima atividade.

**Figura 3** – Fontes para coleta dos dados e ponto de integração



**Fonte:** elaborada pelos autores (2024).

Na terceira atividade (Ingestão dos dados em um *Graph Database*), os dados foram extraídos do repositório intermediário com a execução de consultas *Structured Query Language* (SQL) e salvos em arquivos *Comma-Separated Values* (CSV) estruturados de acordo com os elementos integrantes da ontologia operacional. Optou-se pela escolha da plataforma *Neo4j* como ambiente para o gerenciamento (persistência e manipulação) do banco de

dados em grafo, cuja versão para uso livre e sem custos disponibiliza todas as funcionalidades necessárias para o desenvolvimento das tarefas desta pesquisa, além de proporcionar alta performance na execução de ações (como leitura e escrita de dados) e ter baixa curva de aprendizado (Scifo, 2023). A importação dos arquivos CSV para o repositório em grafo demandou a execução de comandos específicos da linguagem Cypher, a qual é utilizada no software *Neo4j Browser* versão 5.12, gerando como resultado a criação de todas as instâncias e suas relações no projeto do *Neo4j*.

Para a execução da última atividade (Avaliação da ontologia), houve a verificação da capacidade da ontologia em responder as QC elaboradas anteriormente, além da construção de uma matriz de rastreabilidade para verificar claramente aqueles elementos da ontologia (conceitos, relacionamentos ou propriedades) que participam da resolução de cada questão de competência, conforme proposto em Silveira *et al.* (2021). Esta matriz permite visualizar o alinhamento entre as questões e a ontologia, bem como delimitar, em alto nível, a cobertura do domínio pelas questões.

#### 4 DESENVOLVIMENTO

A primeira atividade para a elaboração da ontologia consistiu na definição de seu propósito: "Recuperar informações sobre a distribuição de auxílios socioeconômicos no formato de BP em programas da assistência estudantil do IFMG para analisar sua contribuição na redução da evasão escolar e no aumento do desempenho acadêmico dos estudantes de cursos superiores presenciais".

As QC são apresentadas a seguir e buscaram explorar, ao máximo, aspectos das relações entre os três construtos analisados pela pesquisa:

QC1: O desempenho acadêmico dos estudantes atendidos por auxílios socioeconômicos é superior ao daqueles que não são atendidos?

QC2: Os estudantes que recebem auxílios socioeconômicos evadem menos proporcionalmente do que aqueles que não recebem?

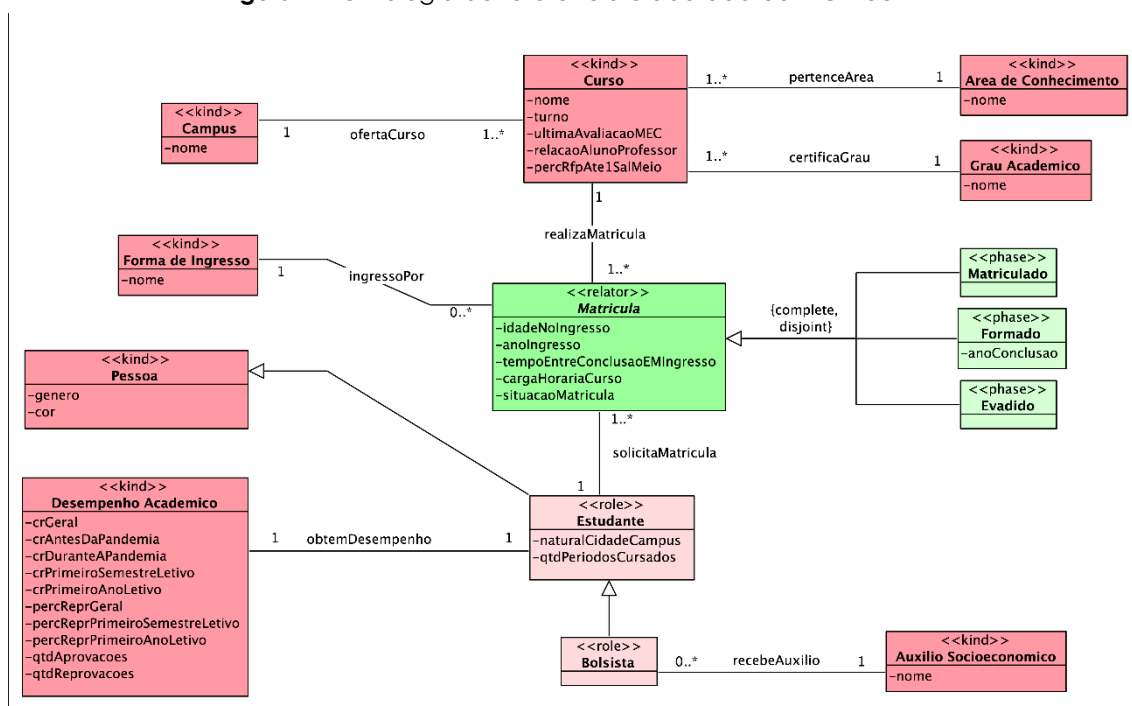
QC3: A proporção de estudantes formados é maior entre aqueles que recebem auxílios socioeconômicos?

QC4: Existem variações no desempenho acadêmico e na taxa de evasão de acordo com o tipo de BP destinada aos estudantes?

O levantamento das QC contribuiu para a organização de uma visão mais otimizada sobre como deveria ser a abrangência da ontologia dentro do contexto dos três construtos, pois embora cada um deles tenha suas particularidades, é fundamental que o escopo da ontologia contemple tão somente aspectos necessários para o alcance dos objetivos da pesquisa.

Para promover a captura e formalização da ontologia, foi preciso, inicialmente, especificar em linguagem natural as principais características da ontologia quanto aos seus componentes e relacionamentos. Para representar esta especificação, foi elaborado um modelo gráfico baseado na linguagem *OntoUML* com todos os conceitos definidos para a ontologia de referência e as relações entre eles. Tal construção foi realizada em várias iterações com a participação das especialistas de domínio no sentido de sugerir melhorias ou consensuar o entendimento sobre algum aspecto particular. A Figura 4 apresenta a versão final da ontologia de referência, denominada *Onto-Educacional*.

**Figura 4** – Ontologia de referência elaborada com *OntoUML*



**Fonte:** elaborada pelos autores (2024).

É possível notar que a maior parte das classes que compõem a ontologia de referência foram estereotipadas como *kinds*, indicando que se referem a conceitos dotados do princípio uniforme de identidade, de acordo com a

especificação da UFO. A classe *Curso* se relaciona diretamente com as classes *Campus* (para identificar o local de oferta), *Área de Conhecimento* (para caracterizar a área de estudos do curso) e *Grau Acadêmico* (para classificar o curso conforme a certificação final dos estudantes). A classe *Estudante* possui uma relação de especialização com a classe *Pessoa*, tendo recebido o estereótipo *role* devido ao fato deste conceito representar um papel executado pelo indivíduo dentro do contexto acadêmico em determinado momento e sob condições específicas.

A abstração dos dados que representam o desempenho acadêmico de um estudante levou à definição da classe *Desempenho Acadêmico*, estereotipada como *kind*. O estereótipo *role* também foi aplicado à classe *Bolsista*, pois se trata de um papel com aplicação dependente de outros fatores, como a aprovação em processo seletivo da assistência estudantil. Quando existe a instanciação de um bolsista, têm-se a definição de qual apoio o mesmo receberá, simbolizado pela classe *Auxílio Socioeconômico*. A relação entre um estudante e seu curso é mediada pelo relator *Matrícula*, permitindo abstrair os dados próprios deste relacionamento, bem como integrá-lo com a classe *Forma de Ingresso*. As mudanças de estado de uma matrícula são representadas por três classes disjuntas e completas estereotipadas como *phase*, um tipo anti-rígido, apontando se ela está ativa (*Matriculado*) ou encerrada (*Formado* ou *Evadido*).

A verificação de adequação do modelo às regras estipuladas pela UFO envolveu o uso de uma funcionalidade disponível no *plugin* da linguagem *OntoUML*, onde é analisada a coerência sintática dos elementos e suas relações com um conjunto de regras e restrições formais. De acordo com Guizzardi *et al.* (2021), quando alguma inconsistência é identificada pelo processo de verificação, o *plugin* apresenta ao usuário detalhes sobre esse desvio de acordo com o seu nível de gravidade, erro (inconsistências ontológicas ou lógicas) ou aviso (problemas menos críticos). Após submeter a *Onto-Educacional* ao processo de verificação, nenhuma inconsistência foi encontrada.

No escopo da terceira fase, exportou-se o modelo criado em *OntoUML* para um arquivo com as especificações da UFO. Foi gerado um arquivo no formato *OWL* e sintaxe *Turtle* contendo tanto os elementos da ontologia quanto as definições sobre reutilização de recursos da UFO em tais elementos, como

*Kinds, Roles e Phases*. A Figura 5 contém um fragmento deste arquivo, no qual é possível observar a especificação da classe *Pessoa* integrada com recursos da OWL e da UFO.

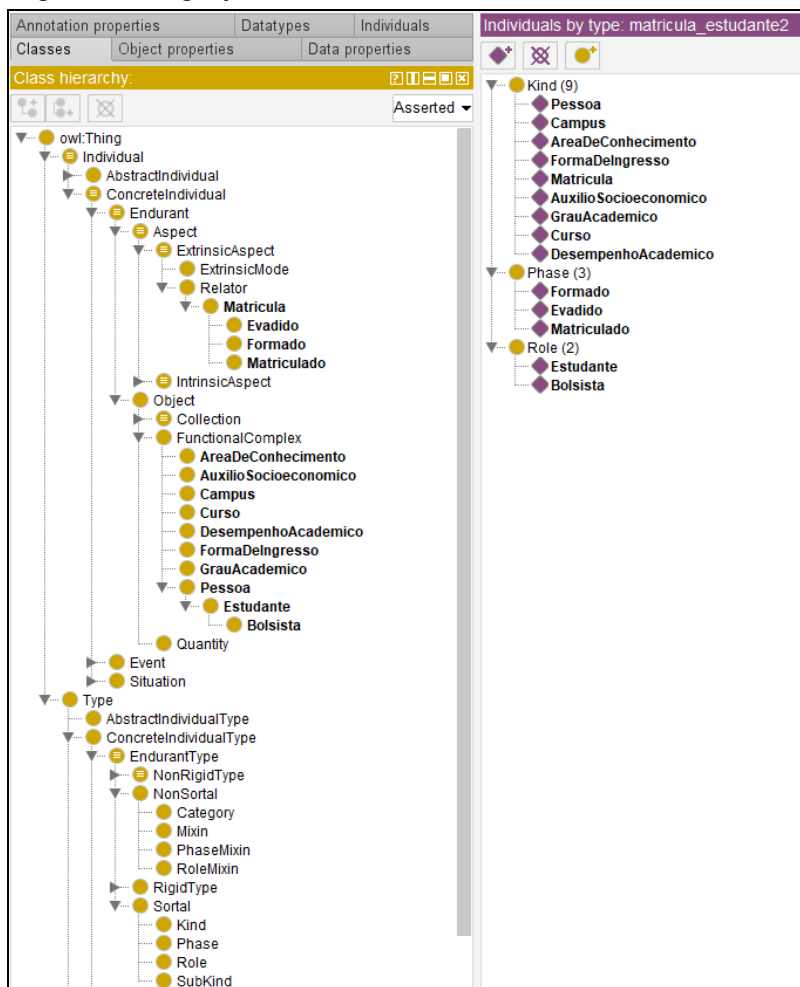
**Figura 5** – Fragmento de código do arquivo com a ontologia exportada

```
onto-educacional:Pessoa rdf:type owl:Class, gufo:Kind, owl:NamedIndividual;  
rdfs:subClassOf gufo:FunctionalComplex;  
rdfs:label "Pessoa"@en.
```

Fonte: elaborada pelos autores (2024).

A continuidade da transformação da ontologia de referência em ontologia operacional demandou a criação de um novo projeto no software *Protégé*, tendo como base o arquivo exportado em OWL. Na Figura 6 verifica-se a integração entre as classes próprias da Onto-Educacional e aquelas que compõem a UFO (quadro *Class hierarchy*), assim como a instanciação das classes de tipos (quadro *Individuals by type*).

**Figura 6** – Integração das classes da Onto-Educacional com a UFO



Fonte: elaborada pelos autores (2024).

Encerradas as atividades de design e implementação da ontologia operacional, a versão final foi publicada em OWL no repositório virtual do projeto e passou-se à atividade de construção do conjunto de dados a partir da obtenção de registros nos ambientes informacionais do IFMG, da Plataforma Nilo Peçanha e do INEP. O conjunto de dados mapeado conforme a ontologia operacional ficou com 10.263 registros compostos de 32 atributos (11 originais e 21 criados).

Na sequência, houve a ingestão dos registros em um banco de dados no formato de grafos, no caso o *Neo4j*. Os registros do repositório intermediário foram exportados no formato CSV e, com a execução de comandos na linguagem *Cypher*, importados no *Neo4j* em um repositório específico.

A primeira forma de avaliação da ontologia refere-se à verificação se a mesma atende aos requisitos propostos quando da sua concepção. Para isto, houve a execução de consultas escritas na linguagem *Cypher* para responder às QC da ontologia por meio da recuperação das informações armazenadas no repositório em grafo do *Neo4j*. A seguir são apresentados os resultados obtidos em cada questão de competência. A título de exemplificação, apenas na primeira QC é exposto o comando *Cypher* utilizado para recuperação das informações.

#### **QC1: O desempenho acadêmico dos estudantes atendidos por auxílios socioeconômicos é superior ao daqueles que não são atendidos?**

Consulta escrita em *Cypher*:

```
MATCH (bol:Bolsista)-[:obtemDesempenho]->(des:DesempenhoAcademico)
WITH COUNT(bol) AS qtd, AVG(des.crGeral) AS cr_geral_medio, 'Bolsistas' AS tipo
RETURN tipo, qtd AS qtd, ROUND(cr_geral_medio, 2) AS cr_geral_medio
UNION ALL
MATCH (est:Estudante)-[:obtemDesempenho]->(des:DesempenhoAcademico)
WITH COUNT(est) AS qtd, AVG(des.crGeral) AS cr_geral_medio, 'Não bolsistas' AS tipo
RETURN tipo, qtd AS qtd, ROUND(cr_geral_medio, 2) AS cr_geral_medio;
```

O indicador escolhido para medir o desempenho acadêmico nesta pesquisa é o Coeficiente de Rendimento (CR), calculado a partir dos resultados das disciplinas cursadas pelo estudante ao longo de todo o curso. Esta QC envolveu a análise dos 10.263 estudantes do conjunto de dados, sendo que

2.142 (20,9%) são bolsistas e 8.121 (79,1%) não receberam nenhum tipo de auxílio socioeconômico. A média do CR dos estudantes bolsistas é de 58,99, superior à média dos estudantes não bolsistas que é de 40,15. Trata-se de uma considerável diferença (18,84 pontos ou 32% superior) entre os dois grupos, indicando que, no contexto desta pesquisa, os estudantes que recebem auxílios socioeconômicos possuem desempenho acadêmico superior em comparação com aqueles que não são atendidos por este recurso. Os resultados da validação estatística (Teste T de *Student*) comprovam que esta diferença do CR médio entre bolsistas e não bolsistas é significativa.

### **QC2: Os estudantes que recebem auxílios socioeconômicos evadem menos proporcionalmente do que aqueles que não recebem?**

Analisando a Tabela 1, percebe-se que a proporção de estudantes bolsistas que evadiram (26,9%) é menor do que entre aqueles estudantes não contemplados com auxílios socioeconômicos (47,5%), permitindo inferir a contribuição positiva do recebimento de tais auxílios na taxa de evasão escolar. Quando investigada a diferença entre a proporção dos dois grupos, têm-se que a evasão dos bolsistas é 43,5% menor do que aquela dos não bolsistas.

**Tabela 1**– Resultados da consulta para a questão de competência 2

Grupo	Estudantes	Evadidos	Proporção
Bolsistas	2.142	577	26,9%
Não bolsistas	8.121	3.857	47,5%

**Fonte:** elaborada pelos autores (2024).

### **QC3: A proporção de estudantes formados é maior entre aqueles que recebem auxílios socioeconômicos?**

O resultado da terceira questão de competência fornece indícios similares aos obtidos nas questões anteriores sobre o papel dos auxílios socioeconômicos no apoio aos estudantes do IFMG. Verifica-se na Tabela 2 que a proporção de estudantes bolsistas que formaram (11,2%) é duas vezes superior à proporção dos não bolsistas (5,3%).



**Tabela 2**– Resultados da consulta para a questão de competência 3

Grupo	Estudantes	Formados	Proporção
Bolsistas	2.142	239	11,2%
Não bolsistas	8.121	431	5,3%

**Fonte:** elaborada pelos autores (2024).

#### **QC4: Existem variações no desempenho acadêmico e na taxa de evasão de acordo com o tipo de Bolsa Permanência destinada aos estudantes?**

A distribuição da BP no IFMG é materializada com o pagamento de dez parcelas anuais de um auxílio que pode ser de quatro tipos: BP1 (R\$400,00), BP2 (R\$300,00), BP3 (R\$200,00) e BP4 (R\$150,00). De acordo com a Tabela 3, BP4 é o tipo de bolsa mais distribuído aos estudantes, seguido por BP3, BP2 e, por fim, BP1, em uma ordem inversamente proporcional ao valor pago por cada uma delas. Esta sequência, contudo, não se repete ao ser analisada a taxa de evasão por tipo de bolsa; enquanto a menor taxa foi observada entre os estudantes que recebem a BP4, taxas próximas e superiores caracterizam a evasão de quem é beneficiado com os outros três tipos de bolsa.

Neste sentido, os dados indicam que 60% dos bolsistas que evadiram não conseguiram se manter no curso mesmo recebendo valores maiores de auxílio socioeconômico (Tabela 3). Quando o CR acadêmico é apreciado, observa-se uma situação na qual os valores das bolsas diminuem (BP1 para BP4) enquanto as médias aumentam (46,58 para 61,67). Uma hipótese para que a menor média advenha justamente dos estudantes beneficiados com o tipo de bolsa de maior valor (BP1) é que se trata de indivíduos com alta vulnerabilidade socioeconômica que convivem em contextos familiares marcados por situações que dificultam rotinas de estudos.

**Tabela 3** – Resultados da consulta para a questão de competência 4

Tipo de bolsa	Bolsistas	Evadidos	Taxa de evasão	CR geral médio
BP1	61	18	29,5%	46,58
BP2	347	107	30,8%	55,57
BP3	693	218	31,5%	57,77
BP4	1.041	234	22,5%	61,67

**Fonte:** elaborada pelos autores (2024).

Como complemento à verificação da ontologia, a criação de uma matriz de rastreabilidade (Quadro 1) vinculou a cada questão de competência aqueles elementos da ontologia utilizados na sua resposta, sejam conceitos, relações ou propriedades de dados. A classe *Pessoa* não foi instanciada diretamente no repositório, apenas por meio de sua especialização via classe *Estudante*, por isso não foi listada na matriz de rastreabilidade. Houve baixo emprego das propriedades dos dados das classes nas QC em função da delimitação de tamanho do artigo.

Quadro 1 – Matriz de rastreabilidade das questões de competência da ontologia

Questão de competência	Conceitos, relações ou propriedades
1) O desempenho acadêmico dos estudantes atendidos por auxílios socioeconômicos é superior ao daqueles que não são atendidos?	Bolsista, obtemDesempenho, DesempenhoAcademico, crGeral, Estudante
2) Os estudantes que recebem auxílios socioeconômicos evadem menos proporcionalmente do que aqueles que não recebem?	Matricula, confirmaMatricula, Bolsista, obtemDesempenho, DesempenhoAcademico, situacaoMatricula, Estudante
3) A proporção de estudantes formados é maior entre aqueles que recebem auxílios socioeconômicos?	Matricula, confirmaMatricula, Bolsista, obtemDesempenho, DesempenhoAcademico, situacaoMatricula, Estudante
4) Existem variações no desempenho acadêmico e na taxa de evasão de acordo com o tipo de Bolsa Permanência destinada aos estudantes?	Bolsista, recebeAuxilio, AuxilioSocioeconomico, obtemDesempenho, DesempenhoAcademico, crGeral, nome, situacaoMatricula

Fonte: elaborada pelos autores (2024).

O artefato produzido sob a forma de uma matriz de rastreabilidade mostra como as QC estão alinhadas com a ontologia, permitindo afirmar que elas cobrem, adequadamente, o domínio envolvido.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentou-se neste artigo um estudo envolvendo diferentes áreas do conhecimento, como Educação, Ciência da Computação e CI, para, com o suporte de uma abordagem ontológica, organizar formalmente os conceitos relacionados com evasão escolar, desempenho acadêmico e distribuição de auxílios socioeconômicos. A ontologia elaborada foi a base para a construção de um ambiente tecnológico de recuperação de informações capaz de

integrar os dados advindos de fontes heterogêneas e permitir a geração de conhecimentos englobando as relações entre esses três construtos.

Partindo de um alinhamento com o proposto pela Metodologia SABiO, vários artefatos elaborados compõem o conjunto de produtos resultantes deste estudo, tais como a ontologia de referência produzida em coerência com a ontologia de fundamentação UFO, a ontologia operacional que tornou possível a leitura e utilização dos dados reais do IFMG a nível de máquina e o repositório no formato de grafos contendo as instâncias e suas relações. Dada a capacidade organizadora e expressiva das ontologias, tem-se como principal resultado um modelo formal para auxiliar na padronização dos conceitos envolvidos no contexto em questão, bem como ser reutilizado por outras IFES como sustentação para integrar seus próprios dados.

É válido ressaltar que o desenvolvimento do ambiente tecnológico que suportou a ingestão dos dados organizados pela ontologia foi de grande valia para que a transformação das QC em consultas escritas com uma sintaxe específica produzisse resultados tangíveis e interpretáveis e, adicionalmente, colaborasse para verificar a adequação da ontologia em relação a seus requisitos.

Quanto aos resultados específicos obtidos com os registros do IFMG, merece destaque o impacto positivo da distribuição de auxílios socioeconômicos tanto na evasão escolar quanto no desempenho acadêmico e na proporção de formados, demonstrando a importância de se aprimorar a concessão de tais benefícios para a comunidade acadêmica com vulnerabilidades socioeconômicas. Ressalta-se, ainda, o papel do PNAES enquanto instrumento governamental que contribui para a existência de um contexto favorável para o ensino público brasileiro.

Uma limitação deste estudo consiste na análise somente de cursos de graduação, embora o IFMG ofereça diversos cursos técnicos em suas unidades. Eventuais trabalhos futuros que busquem ampliar as possibilidades de emprego prático da Onto-Educacional podem envolver os dados desses cursos, permitindo, ao mesmo tempo, compreender as relações entre os três construtos para este público e avaliar a capacidade de adaptabilidade da ontologia.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) pelo suporte à elaboração deste artigo a partir da anuência para a utilização dos dados institucionais e oferta das condições para o desenvolvimento das atividades. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

## REFERÊNCIAS

BORST, W. N. **Construction of engineering ontologies for knowledge sharing and reuse**. 1997. Thesis (PhD thesis) – Centre for Telematics and Information Technology, University of Twente, [s.l.], 1997. Disponível em: <https://research.utwente.nl/en/publications/construction-of-engineering-ontologies-for-knowledge-sharing-and->. Acesso em: 21 fev. 2024.

BRASIL. **Decreto Nº 7.234, de 19 de julho de 2010**. Dispõe sobre o Programa Nacional de Assistência Estudantil (PNAES). Brasília (DF): Governo Federal, 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/decreto/d7234.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7234.htm). Acesso em: 3 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Plataforma Nilo Peçanha**. Brasília: MEC/SETEC, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/pnp>. Acesso em: 21 jan. 2024.

BREITMAN, K. K.; FELICÍSSIMO, C. H.; CASANOVA, M. A. CATO-a lightweight ontology alignment tool. In: CAISE, 17., 2005, Porto. **Proceedings** [...]. Porto: CAISE, 2005. Disponível em: <http://www-di.inf.puc-rio.br/~casanova/Publications/Papers/2005-Papers/2005-CAISE-Breitman.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2024.

BRITO, A. C. T.; COSTA, A. K. T.; ALMEIDA, V. L. Gestão universitária: políticas comparadas de monitoramento do programa bolsa permanência em universidades federais brasileiras. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 14, n [esp.], p. 1862-1875, 2019. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/13036>. Acesso em: 12 jan. 2024.

BRITTO, G.; RUY, F. B.; AZEVEDO, C. L. B. Um ambiente para integração de dados abertos relativos à despesa pública. In: ONTOBRAS, 13., 2020, Vitória. **Anais** [...]. Vitória: CEUR, 2020. Disponível em: <https://ceur-ws.org/Vol-2728/paper13.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2024.

CAMPOS, J. G. *et al.* Estado da arte sobre arquiteturas de sistemas para integração de dados. In: RIO OIL & GAS EXPO AND CONFERENCE, 1., 2020, Rio de Janeiro. **Proceedings** [...]. Rio de Janeiro: [s.n.], 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibp.org.br/rioilegas/pt-BR/search/39610?exp=>. Acesso em: 11 mar. 2024.

CAMPOS, P. M. C. **Designing a network of reference ontologies for the integration of water quality data**. 2019. Dissertação (Mestrado em Informática). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2019. Disponível em: [https://nemo.inf.ufes.br/wp-content/papercite-data/pdf/designing\\_a\\_network\\_of\\_reference\\_ontologies\\_for\\_the\\_integration\\_of\\_water\\_quality\\_data\\_2019.pdf](https://nemo.inf.ufes.br/wp-content/papercite-data/pdf/designing_a_network_of_reference_ontologies_for_the_integration_of_water_quality_data_2019.pdf). Acesso em: 28 jan. 2024.

DE GIACOMO, G. et al. Using ontologies for semantic data integration. In: FLESCA, S. et al. (ed.) **A comprehensive guide through the italian database research over the last 25 years**. [s.l.]: [s.n.], 2018. DOI [https://doi.org/10.1007/978-3-319-61893-7\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-61893-7_11).

DETONI, A. A. et al. Uma Ontologia de Referência para Autorização Orçamentária e Execução da Despesa Pública. **iSys-Brazilian Journal of Information Systems**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 4-53, 2018. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/journals/index.php/isys/article/view/369>. Acesso em: 19 fev. 2024.

ELOI, S. S. S. et al. O Programa Nacional de Assistência Estudantil-PNAES na Universidade Federal de Viçosa (UFV): uma avaliação na percepção dos beneficiários. **Revista Gestão Universitária na América Latina-GUAL**, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 106-129, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/gual/article/view/1983-4535.2019v12n3p106>. Acesso em: 19 jan. 2024.

ESTEVÃO, J. S. B.; STRAUHS, F. R. Proposta de uma ontologia como modelo de referência no domínio da Memória Organizacional Histórica. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 18, n. 4, p. 35-53, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/pci/article/view/22883>. Acesso em: 26 mar. 2024.

FALBO, R. A. SABIO: Systematic Approach for Building Ontologies. In: ONTO-COM-ODISE, 1., 2014, Rio de Janeiro. **Proceedings** [...]. Rio de Janeiro: CEUR, 2014. Disponível em: [http://ceur-ws.org/Vol-1301/ontocomodise2014\\_2.pdf](http://ceur-ws.org/Vol-1301/ontocomodise2014_2.pdf). Acesso em: 15 jan. 2024.

FAVA, H. L.; HALL, R. J.; CINTRA, R. F. Indicadores na Assistência Estudantil: o que a literatura diz? **Jornal de Políticas Educacionais**, Curitiba, v. 16, n. 1, 2022. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/jpe/article/view/83591>. Acesso em: 14 fev. 2024.

FONSECA, R. S.; LIMA, G. A. Uma ontologia de domínio para a prestação de contas dos gestores públicos federais: OntoAccount. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 28, n. [Fluxo Contínuo], 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/pci/article/view/41347>. Acesso em: 26 mar. 2024.

FREITAS, F. C. L. **Avaliação do Programa Nacional de Assistência Estudantil na UFC: a permanência discente como direito à educação dos estudantes do Campus de Sobral**. 2021. Dissertação (Mestrado em Avaliação de Políticas Públicas) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/58080>. Acesso em: 15 jan. 2024.

FRIEDMAN, C. P.; FLYNN, A. J. Computable knowledge: an imperative for learning health systems. **Learning health systems**, [s.l.], v. 3, n. 4, 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6802532/>. Acesso em: 10 fev. 2024.

GIL A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2017.

GONÇALVES, J. E. A. **Método ágil de integração semântica de dados científicos baseado em ontologias**. 2020. Tese (Doutorado em Gestão & Organização do Conhecimento) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/34013>. Acesso em: 12 jan. 2024.

GRUBER, T. R. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. **International Journal Human-Computer Studies**, [s.l.], v. 43, n. 5-6, p. 907-928, 1995. DOI <https://doi.org/10.1006/ijhc.1995.1081>.

GUARINO, N. Understanding, building and using ontologies. **International journal of human-computer studies**, [s.l.], v. 46, n. 2-3, p. 293-310, 1997. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1071581996900919>. Acesso em: 25 fev. 2024.

GUARNIER, T. S. *et al.* Um Modelo Conceitual Baseado em Ontologia para Doenças Infecciosas com Ênfase em Tuberculose. In: ONTOBRAS, 13., 2020, Vitória, **Proceedings** [...]. Vitória: CEUR, 2020. Disponível em: <http://ceur-ws.org/Vol-2728/short5.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2024.

GUIZZARDI, G. **Ontological foundations for structural conceptual model**. CTIT-Centre for Telematics and Information Technology. 2005. Thesis (Doctoral thesis) – University of Twente, [s.l.], 2005. Disponível em: <https://research.utwente.nl/en/publications/ontological-foundations-for-structural-conceptual-models>. Acesso em: 02 jan. 2024.

GUIZZARDI, G. On ontology, ontologies, conceptualizations, modeling languages. In: DATABASES AND INFORMATION SYSTEMS, 5., 2007, [s.l.]. **Proceedings** [...]. [s.l.]: ACM, 2007. DOI <https://dl.acm.org/doi/10.5555/1565421.1565425>.

GUIZZARDI, G.; FALBO, R.; GUIZZARDI, R. A importância de Ontologias de Fundamentação para a Engenharia de Ontologias de Domínio: o caso do domínio de Processos de Software. **IEEE Latin America Transactions**, [s.l.], v. 6, n. 3, 2008. Disponível em: [https://nemo.inf.ufes.br/wp-content/papercite-data/pdf/a\\_importancia\\_de\\_ontologias\\_de\\_fundamentacao\\_para\\_a\\_engenharia\\_de\\_ontologias\\_de\\_dominio\\_o\\_caso\\_do\\_dominio\\_de\\_processos\\_de\\_softw\\_2008.pdf](https://nemo.inf.ufes.br/wp-content/papercite-data/pdf/a_importancia_de_ontologias_de_fundamentacao_para_a_engenharia_de_ontologias_de_dominio_o_caso_do_dominio_de_processos_de_softw_2008.pdf). Acesso em: 06 jan. 2024.



GUIZZARDI, G. *et al.* Endurant types in ontology-driven conceptual modeling: Towards OntoUML 2.0. *In: CONCEPTUAL MODELING*, 37., 2018, Xi'an. **Proceedings** [...]. Xi'an: Springer Nature, 2018. DOI [https://doi.org/10.1007/978-3-030-00847-5\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-00847-5_12).

GUIZZARDI, G. *et al.* Towards ontological foundations for conceptual modeling: The unified foundational ontology (UFO) story. **Applied ontology**, [s.l.], v. 10, n. 3-4, p. 259-271, 2015. Disponível em: [https://nemo.inf.ufes.br/wp-content/papercite-data/pdf/towards\\_ontological\\_foundations\\_for\\_conceptual\\_modeling\\_the\\_unified\\_foundational\\_ontology\\_ufo\\_story\\_2015.pdf](https://nemo.inf.ufes.br/wp-content/papercite-data/pdf/towards_ontological_foundations_for_conceptual_modeling_the_unified_foundational_ontology_ufo_story_2015.pdf). Acesso em: 04 fev. 2024.

GUIZZARDI, G. *et al.* Types and taxonomic structures in conceptual modeling: A novel ontological theory and engineering support. **Data & Knowledge Engineering**, [s.l.], v. 134, [s.n.], p. 101891, 2021. Disponível em: <https://philarchive.org/archive/GUITAT-3>. Acesso em: 22 mar. 2024.

HAAV, H.; LUBI, T. A survey of concept-based information retrieval tools on the web. *In: EAST-EUROPEAN CONFERENCE ADBIS*, 5., 2001, [s.l.]. **Proceedings** [...]. [s.l.]: [s.n.], 2001. Disponível em: <https://cdn.cocodoc.com/cocodoc-form-pdf/pdf/289124-fillable-survey-of-concept-based-ir-form-mii.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2024.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS [IFMG]. **Histórico e Missão**. Minas Gerais: IFMG, 2021. Disponível em: <https://www.ifmg.edu.br/portal/sobre-o-ifmg/historico-e-missao>. Acesso em: 15 jan. 2024.

JACOB, E. K. Ontologies and the Semantic Web. **Bulletin of the American Society for Information Science and Technology**, [s.l.], v. 29, n. 4, p. 19-19, 2003. DOI <https://doi.org/10.1002/bult.283>.

JORGE, E. M. F. J. *et al.* Arquitetura da informação analítica para integração de dados da pesquisa e pós-graduação: um estudo de caso da Universidade do Estado da Bahia. **Informação & Informação**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 115-140, 2020. Disponível em: <https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/informacao/article/view/36009>. Acesso em: 02 mar. 2024.

KHAMDAMOV, U. *et al.* Models of integration of higher education management information systems. *In: CONFERENCE ON INFORMATION SCIENCE AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGIES (ICISCT)*, 1., 2021, [s.l.]. **Proceedings** [...]. [s.l.]: IEEE, 2021. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9670171>. Acesso em: 16 mar. 2024.

MADDALENA, L.; BAIÃO, F. OntoCovid: Aplicando SABiO para a modelagem. *In: CEUR WORKSHOP*, 1., 2021, [s.l.]. **Proceedings** [...]. [s.l.]: CEUR, 2021. Disponível em: <http://ceur-ws.org/Vol-3050/Short5.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2024.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO [MEC]. **Instituições da rede federal**. Brasília (DF): MEC, 2021. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/rede-federal-inicial/instituicoes>. Acesso em: 22 jan. 2024.

NONATO, B. F. *et al.* Mudanças no perfil dos estudantes da UFMG: desafios para a prática docente. **Revista Docência do Ensino Superior**, Belo Horizonte, v. 10, [s.n.], p. 1–21, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rdes/article/view/20463>. Acesso em: 1 fev. 2024.

PINHEIRO, E. B. A trajetória da assistência estudantil no contexto da Política de Educação: educação superior, assistência estudantil e o PNAES. **Anais do XVI Encontro Nacional de Pesquisadores em Serviço Social**, [s.l.], v. 16, n. 1, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/abepss/article/view/22948>. Acesso em: 11 jan. 2024.

RECKTENVALD, M.; MATTEI, L.; PEREIRA, V. A. Avaliando o Programa Nacional de Assistência Estudantil (PNAES) sob a ótica das epistemologias. **Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)**, [s.l.], v. 23, n. 2, p. 405-423, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aval/a/8rJtwcBryJG67DhKZ7grXfw/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 22 fev. 2024.

RISTOFF, D. O novo perfil do campus brasileiro: uma análise do perfil socioeconômico do estudante de graduação. **Avaliação**, [s.l.], v. 19, n. 3. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aval/a/yQz6tVyGStDkzSMZcVpkTbT/?lang=pt>. Acesso em: 28 jan. 2024.

RODZI, N. A. H. M.; OTHMAN, M. S.; YUSUF, L. M. Significance of data integration and ETL in business intelligence framework for higher education. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENCE IN INFORMATION TECHNOLOGY (ICSITech), 1., 2015, [s.l.]. **Proceedings** [...]. [s.l.]: IEEE, 2015. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7407800/>. Acesso em: 19 fev. 2024.

SANNA, F. A. **A importância da integração de dados para a qualidade da decisão do gestor público**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Gestão Pública) – Escola Nacional de Administração Pública [ENAP], Brasília (DF), 2014. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/1940>. Acesso em: 30 jan. 2024.

SANTOS, D. G.; SIQUEIRA, P. H. L.; DINIZ, D. M. Assistência Estudantil e PNAES: um estudo bibliométrico sobre a produção científica recente. **Práticas em Gestão Pública Universitária**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 28-53, 2021. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/pgpu/article/view/31056>. Acesso em: 15 mar. 2024.

SANTOS, E. H. M. **As configurações da assistência estudantil no Brasil: o cenário do PNAES**. 2020. Dissertação (Mestrado em Serviço Social e Políticas Sociais) – Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2020. Disponível em: [https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFSP\\_cd5000bd2db156fb8d691bbf28db713f](https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFSP_cd5000bd2db156fb8d691bbf28db713f). Acesso em: 10 jan. 2024.

SCIFO, E. **Graph Data Science with Neo4j**. [s.l.]: Packt Publishing, 2023.

SENKEVICS, A. S.; MELLO, U. M. O perfil discente das universidades federais mudou pós-Lei de Cotas? **Cadernos de Pesquisa**, [s.l.], v. 49, n. 172, p. 184-208, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cp/a/KSvkm3DG3pPZYvpXxQc6PFh/?lang=pt>. Acesso em: 4 jan. 2024.

SILVEIRA, P. D. N. *et al.* Uma ontologia de referência para arquiteturas pedagógicas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 32., 2021, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/18040>. Acesso em: 04 jan. 2024.

SOUZA, E. F.; FALBO, R. A.; VIJAYKUMAR, N. L. ROoST: Reference ontology on software testing. **Applied Ontology**, [s.l.], v. 12, n. 1, p. 59-90, 2017. Disponível em: <https://content.iospress.com/articles/applied-ontology/ao177>. Acesso em: 04 jan. 2024.

USCHOLD, M.; GRUNINGER, M. Ontologies: Principles, methods and applications. **The knowledge engineering review**, [s.l.], v. 11, n. 2, p. 93-136, 1996. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/knowledge-engineering-review/article/abs/ontologies-principles-methods-and-applications/2443E0A8E5D81A144D8C611EF20043E6>. Acesso em: 25 jan. 2024.

## CONTRIBUIÇÕES DAS AUTORIAS

Informa-se nesta seção as funções de cada autoria, de acordo com a [taxonomia CRediT](#), conforme orientado na página da revista PCI:

Função	Definição
Conceituação	Eduardo Cardoso Melo; Marcello Peixoto Bax.
Curadoria de dados	Eduardo Cardoso Melo.
Análise Formal	Eduardo Cardoso Melo.
Obtenção de financiamento	—
Investigação	Eduardo Cardoso Melo.
Metodologia	Eduardo Cardoso Melo; Marcello Peixoto Bax.
Administração do projeto	Marcello Peixoto Bax.
Recursos	Eduardo Cardoso Melo.
Software	—
Supervisão	Marcello Peixoto Bax.
Validação	Marcello Peixoto Bax.
Visualização [de dados (infográfico, fluxograma, tabela, gráfico)]	Eduardo Cardoso Melo.
Escrita – primeira redação	Eduardo Cardoso Melo.
Escrita – revisão e edição	Eduardo Cardoso Melo; Marcello Peixoto Bax.