

# Proposta de uma Ontologia de Domínio para a Visualização Sistêmica do Paciente Oncopediátrico

Mariana C. Pereira<sup>1,2,3</sup>, Marialva Sinigaglia<sup>1,3</sup> and Silvio C. Cazella<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Children's Cancer Institute, São Manoel Street, 850, 90620-110, Porto Alegre, RS, Brazil

<sup>2</sup> Federal University of Health Sciences of Porto Alegre, Program of Health Sciences, Sarmento Leite Street, 245, 90050-170, Porto Alegre, RS, Brazil

<sup>3</sup> National Science and Technology Institute for Children's Cancer Biology and Pediatric Oncology – INCT BioOncoPed, Brazil

## Resumo

O aumento significativo na coleta e geração de dados na área da saúde tem forçado as instituições de saúde a investir no desenvolvimento de bases de dados consistentes e padronizadas, a fim de proporcionar um acompanhamento contínuo dos pacientes e uma gestão eficiente do conhecimento. No entanto, a distribuição da informação em diferentes sistemas de informação e as diferentes terminologias na área da saúde têm se apresentado como desafios para o uso efetivo dos sistemas de informação. Assim, foram desenvolvidas ontologias para facilitar o acesso e a recuperação de dados, permitindo uma melhor compreensão dos termos aplicados no contexto da saúde. Este artigo apresenta uma pesquisa em andamento que visa propor uma ontologia de domínio para a visualização sistêmica do paciente oncopediátrico. Para a modelagem preliminar da ontologia, será utilizada a Metodologia 101, podendo-se adicionar outros métodos à medida que a ontologia for adquirindo complexidade. Serão incluídos conhecimentos relacionados a tumores e acompanhamento clínico pediátrico. A ferramenta *open source* Protégé será usada para desenvolver a ontologia. Como resultado, espera-se uma ontologia de domínio que represente o conhecimento relacionado ao domínio sobre pacientes oncopediátricos, ajudando a entender como as ontologias de domínio podem auxiliar na representação e manipulação de dados deste pacientes.

## Abstract

The significant increase in data collection and generation in healthcare has forced healthcare institutions to invest in the development of consistent and standardized databases in order to provide continuous patient follow-up as well as efficient knowledge management. However, the distribution of information in different information systems and the different terminologies in the health area have presented themselves as challenges to the effective use of information systems. Thus, ontologies have been developed to facilitate data access and retrieval, allowing better understanding of terms applied in the health context. This paper presents research in progress that seeks to propose a domain ontology for the systemic view of oncopediatric patients. For the preliminary modeling of the ontology, Methodology 101 will be used, and other methods may be added as the ontology acquires complexity. Knowledge related to tumors and pediatric clinical follow-up will be included. The open source tool Protégé will be used to develop the ontology. As a result, it is expected a domain ontology that represents the knowledge related to the domain about oncopediatric patients, helping to understand how domain ontologies can help in the representation and manipulation of data about oncopediatric patients.

## Keywords

Health Information Interoperability, Ontology, Pediatric Oncology

## 1. Introdução

Embora considerada uma enfermidade rara quando comparada aos tumores em adultos, o câncer infantojuvenil é a primeira causa de morte por doença em crianças e adolescentes no Brasil [1]. Todavia, com o avanço do tratamento, estima-se que 80% das crianças e adolescentes acometidos

*Proceedings of the XVI Seminar on Ontology Research in Brazil (ONTOBRAS 2023) and VII Doctoral and Masters Consortium on Ontologies (WTD0 2023), Brasilia, Brazil, August 28 - September 01, 2023.*

✉ marianacp@ufcspa.edu.br (M. C. Pereira); msinigaglia@ici.org (M. Sinigaglia); silvioc@ufcspa.edu.br (S. C. Cazella)

ORCID 0000-0002-7938-8356 (M. C. Pereira); 0000-0002-8324-6860 (M. Sinigaglia); 0000-0003-2343-893X (S. C. Cazella)

Cazella)



© 2023 Copyright for this paper by its authors.

Use permitted under Creative Commons License Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org)

da doença possam ser curados, se diagnosticados precocemente e tratados em centros especializados [1]. Portanto, promover o cuidado abrangente e continuado é uma tarefa complexa e requer a cooperação da equipe multidisciplinar envolvida nos cuidados dos pacientes oncológicos, bem como resulta em uma considerável ampliação da quantidade de registros clínicos gerados e, caso estes registros estejam dispersos em distintas plataformas e localidades geográficas, a ausência de interoperabilidade pode criar obstáculos para a atuação dos profissionais de saúde, padronização de informações, integração de dados e acompanhamento clínico [2], bem como pode afetar a qualidade da informação e a capacidade de tomada de decisão baseada em evidência.

Assim, é fundamental que os sistemas de informação em saúde atuem de forma integrada provendo informações que possibilitem o adequado apoio à tomada de decisão clínica em todos os níveis de atenção, propiciando a visualização sistêmica do paciente e maior qualidade de acesso a dados relevantes. Entretanto, grande parte dos sistemas terminológicos e classificatórios não foi criada para fins de automação [3] [4] e, considerando essa lacuna, foi proposto que as ontologias podem ser uma solução para as problemáticas evidenciadas [2]. Ademais, considerando a complexidade do tratamento oncológico e a grande heterogeneidade da população de pacientes curados, é crucial desenvolver estratégias de acompanhamento e intervenção para mitigar os efeitos tardios.

Nesse contexto, a proposição de um modelo ontológico que contemple uma visualização sistêmica do paciente oncopediátrico é de grande valia para a representação do conhecimento do domínio, viabilizando a utilização em sistemas de informação. No Brasil, a Portaria nº 2.073/2011 do Ministério da Saúde, em consonância com o exposto, aborda a utilização de ontologias, terminologias e classificações comuns para a definição e representação de conceitos relacionadas à saúde de maneira consistente [5].

Portanto, através deste estudo, objetiva-se propor uma ontologia de domínio para o acompanhamento e a visualização sistêmica de pacientes oncopediátricos, sendo a finalidade deste artigo descrever a pesquisa em desenvolvimento para o alcance desta proposição ontológica. O artigo encontra-se organizado em cinco seções, sendo apresentado na Seção 2 o referencial teórico. A Seção 3 descreve os trabalhos relacionados no contexto oncológico. Na Seção 4 o método de pesquisa é descrito e, por fim, a Seção 5 dispõe sobre as considerações finais.

## **2. Referencial teórico**

### **2.1. Ontologia e Interoperabilidade de Informação em Saúde**

O desenvolvimento de ontologias é interdisciplinar, sendo as ontologias de domínio responsáveis por definir e caracterizar o escopo no qual tarefas irão ocorrer, de forma a diferenciar-se das ontologias de tarefa, que estão relacionadas à representação de processos e atividades para resolver certos problemas [6]. Por sua capacidade de especificar a semântica de termos em diferentes domínios e assinalar os relacionamentos semânticos entre conceitos, as ontologias têm sido amplamente aplicadas na área da saúde, principalmente em razão do aumento dos bancos de dados biomédicos e da necessidade de recuperação de dados de forma mais sofisticada [6-10]. Consequentemente, coloca-se que o alcance dos requisitos de interoperabilidade semântica não pode ser concluído quando o desenvolvimento das abordagens secundariza o papel das ontologias como modelos conceituais de referência [11].

Deste ponto, parte sua importância para a interoperabilidade de informação em saúde, que é definida como a habilidade que sistemas possuem em trocar informações e utilizá-las [12], podendo assumir um caráter de troca sintática ou semântica, sendo que, neste último contexto, a concordância semântica dos dados permite um ágil e automático processamento por computadores [13]. De forma geral, ontologia e interoperabilidade se complementam, sendo a ontologia um guia para o estabelecimento das normas que orientam a forma como dois ou mais termos irão se relacionar, agindo como um controle terminológico que define a linguagem ou conjunto de termos que será utilizado para a realização de consultas [6].

Sendo assim, é interessante enriquecer as terminologias, tornando-as compreensíveis para o ser humano e processáveis para os computadores [14] de forma a facilitar o acesso, a recuperação e o processamento de dados e a compreensão de termos e seus usos. Entretanto, há muito a ser explorado com relação ao enriquecimento das terminologias em saúde e aos modelos mais apropriados para a construção de ontologias sem que haja ambiguidade na prática [14] [15]. A título de exemplo, o conceito de "tumor" pode se relacionar a uma massa física (tecido), bem como fazer alusão ao processo maligno pelo qual o enfermo passa e, nesse cenário, as entidades são diferentes, visto que se tem a entidade material do tumor - massa com tamanho e peso -, e a entidade doença maligna - com duração em tempo [14]. Portanto, atentar-se às ambiguidades também é fundamental para a construção de ontologias capazes de lidar com a interoperabilidade semântica.

## 2.2. Oncologia pediátrica e ontologia

Oncologia clínica é a especialidade que se ocupa do estudo, planejamento e prescrição do tratamento e acompanhamento do paciente com câncer [16], sendo a oncologia pediátrica voltada aos pacientes de 0 a 19 anos. Já o termo câncer abrange diferentes tipos de doenças malignas que têm em comum o crescimento desordenado de células e caracteriza uma doença crônica não transmissível de alto impacto na saúde pública [17]. Vale ressaltar que os tumores que afetam a população infantojuvenil diferem dos adultos, sobretudo no que concerne aos tipos de câncer, como eles se espalham e a forma como são tratados [18]. Além disso, os tumores infantis tendem a ser mais agressivos e, conseqüentemente, seus tratamentos são mais severos, ocasionando uma maior suscetibilidade a efeitos tardios [18].

Nesse sentido, a Lei nº 14.308/22 instituiu a Política Nacional de Atenção à Oncologia Pediátrica, na qual é salientada a necessidade de padronizar critérios, como os de estadiamento e extensão da doença, para que seja possível comparar a performance entre os diferentes centros nacionais [19]. Ao abordar a necessidade de se ter parâmetros de comparação de performance, a Política reforça a carência de avaliações que interpretem e classifiquem os resultados obtidos pelos centros, enfatizando que “a adoção de terminologias clínicas e a interoperabilidade são questões centrais de pesquisa em todo o mundo” [2] e que “um desafio na área da saúde é a recuperação da informação devido ao volume de dados disponíveis e a diversidade de fontes de informação existentes” [20].

Assim, compartilhar dados de forma eletrônica requer padronização terminológica e as ontologias têm sido desenvolvidas justamente para sanar a lacuna existente no compartilhamento e reutilização de informações. Entende-se, portanto, que a contribuição deste estudo para a oncologia pediátrica está altamente relacionada à interoperabilidade de dados a partir de uma base comum conceitual.

## 3. Trabalhos relacionados

Ontologias têm sido desenvolvidas para o âmbito da saúde, entretanto, no que se refere ao domínio da oncologia pediátrica, as produções são mais escassas. Os trabalhos propostos por Saliba et al. apresentam um foco no aprimoramento da curadoria e representação do câncer pediátrico via mineração de dados guiada por especialistas, classificações padronizadas e refinamento de ontologia [21] [22]. Nos estudos, é salientada a sub-representação de genes e variantes associados a tumores infantis em bancos de dados e bases de conhecimento e, como resultado, tem-se o Pediatric Cancer Curation Advancement Subcommittee, um subcomitê que conta com a participação do Clinical Interpretations of Variants in Cancer knowledgebase (CIViC)<sup>2</sup>, Disease Ontology<sup>3</sup> e outros grupos, por meio do qual definiu-se um procedimento operacional padrão de curadoria para harmonizar e rastrear evidências pediátricas [21] [22].

---

<sup>2</sup> Clinical Interpretations of Variants in Cancer knowledgebase: <https://civicdb.org/welcome>

<sup>3</sup> Disease Ontology: <https://disease-ontology.org/>

Outro estudo se refere a uma ontologia de acompanhamento de crianças diagnosticadas com câncer, buscando a criação de um modelo conceitual e de banco de dados para o planejamento de tratamento do câncer infantil [23]. Foi construído um modelo genérico, posteriormente adaptado para a Leucemia Linfoblástica Aguda, com base no protocolo de tratamento da Sociedade Nórdica de Hematologia e Oncologia Pediátrica. Este estudo dinamarquês utilizou a metodologia Methontology, a ferramenta Protégé e a linguagem OWL para a proposição ontológica.

Também foram encontrados estudos da Romênia que versam sobre prescrições pediátricas com ontologias e sugestões de tratamento [24] [25]. Nos estudos, tem-se a proposição de modelos ontológicos para apoiar e melhorar o processo de prescrição eletrônica de medicamentos. A equipe utilizou a ferramenta Protégé e a fundamentação conceitual surgiu de uma base de dados com tratamentos bem-sucedidos que era alimentada pela equipe médica.

Recentemente foi modelada uma ontologia no Protégé para validar dados de registo do câncer infantil com intuito de evitar a multiplicação de ontologias cuja integração não poderia ser facilmente estabelecida [26]. Como resultado, obteve-se uma ontologia de base para o desenvolvimento de uma interface de programa simples para a validação sistemática de registros de câncer, sendo capaz de tratar com êxito as verificações interváriáveis utilizando construções axiomáticas da Web Ontology Language [26].

## 4. Métodos

Visando a modelagem da ontologia, será necessário mapear variáveis e entradas de fichas clínicas; desenvolver um dicionário para garantir a padronização das informações com base em parâmetros internacionais; desenhar o fluxo, objetivos e hipóteses de um banco de dados para estudos de acompanhamento de pacientes oncopediátricos; e especificar relações terminológicas e conceituais entre domínios oncopediátricos.

Para a aquisição do conhecimento responsável pelas especificações da ontologia, serão realizadas consultas com especialistas do domínio da oncopediatria, bem como a fontes consolidadas da literatura. As ontologias candidatas ao reuso serão consultadas em repositórios digitais de domínio público.

### 4.1. Mapeamento dos dados para a ontologia

Para capturar as particularidades do domínio, informações clínicas e epidemiológicas serão extraídas de fichas clínicas de coleta de dados de um estudo epidemiológico, já aprovado em Comitê de Ética em Pesquisa, de uma instituição de referência em oncologia pediátrica. Estas fichas apresentam as variáveis de maior relevância para os estudos clínicos em oncologia pediátrica, sendo estas variáveis incluídas a partir de consultas na literatura, em prontuários médicos de outras instituições de saúde e a profissionais experientes na área. Ressalta-se que serão consultadas apenas as variáveis e suas possibilidades de entrada, não havendo consulta a banco de dados privados.

Para evitar uma abrangência limitada da ontologia, além de enriquecê-la semanticamente para alcançar a interoperabilidade e o potencial alinhamento desejado com outras ontologias, serão realizadas consultas adicionais para o mapeamento do conhecimento especializado da área. Doutores em oncologia pediátrica e que compõem a equipe de pesquisa deste trabalho irão triar informações de relevância para a visualização sistêmica do paciente com câncer e sua representação na ontologia, além de serem utilizados guias e manuais e protocolos clínicos e diretrizes terapêuticas<sup>4</sup> publicados pelo Ministério da Saúde do Brasil e órgãos correlatos com a finalidade de capturar o domínio de forma mais abrangente. Outros documentos internacionais de interesse para o mapeamento do conhecimento também poderão ser consultados.

A construção da ontologia de domínio compreende os temas relacionados ao acompanhamento dos pacientes oncopediátricos, com destaque à temática de tumores

---

<sup>4</sup> Protocolos Clínicos e Diretrizes Terapêuticas publicados pelo Ministério da Saúde do Brasil: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/protocolos-clinicos-e-diretrizes-terapeuticas-pcdt>

pediátricos, aos dados epidemiológicos, clínicos e sociais e às informações de tratamento e desfecho, incluindo-se os efeitos tardios. Ademais, abrangerá termos existentes em outras ontologias, tais como os epidemiológicos, classificação internacional de doenças, exames de imagem e laboratoriais, distúrbios e novos diagnósticos, hospitalizações, intervenções cirúrgicas e demais tratamentos. A Tabela 1 exemplifica algumas variáveis que serão consideradas, tendo por base as fichas clínicas que servirão de base para o mapeamento do conhecimento.

**Tabela 1**  
**Exemplo de variáveis e entradas das fichas clínicas**

Ficha	Variável	Legenda	Entradas
d_cadastrais	sexo	Sexo	0,Feminino 1,Masculino
d_cadastrais	etnia	Etnia	1,Branca 2,Negra 3,Parda 4,Amarela 5,Indígena 999,Não sabe
d_pronturio	primeiro_cancer	Câncer diagnosticado	1,LLA (outras)  2,LMA 3,Leucemia Bifenotípica [...] 20,LLA T 21,LMC
d_pronturio	estadio_cancer	Estadiamento	1,Baixo Risco 2,Risco intermediário 3,Alto risco 4, Metastático 5,I 6,II 7,III 8,IV 9,Outro 999,Não se aplica
d_pronturio	tratamento	Tratamento	1,Quimioterapia 2,Cirurgia 3,Radioterapia 4,TCTH 5,Outro

## 4.2. Modelagem da ontologia

Após analisar metodologias aplicadas para a modelagem de ontologias, bem como suas características, optou-se pela construção da ontologia via Metodologia Ontology Development 101, também referida como Metodologia 101, desenvolvida pela Universidade de Stanford [27]. É uma metodologia simples, rápida e direta, amplamente empregada na construção de ontologias, principalmente porque seus passos não precisam ser rigidamente lineares [27] [28]. Sua facilidade de aplicação a torna acessível para este estudo, sobretudo em razão da flexibilidade proporcionada pela metodologia por seu caráter menos estruturado, o que facilita o seu uso dentro do escopo pretendido. Por ser um projeto preliminar, a Metodologia 101 também pode fornecer uma base sólida para o posterior aprimoramento da ontologia pretendida, pois oferece uma visão geral do domínio, auxiliando na identificação dos principais conceitos e relações.

Essa abordagem é composta por passos que incluem: (1) determinar o domínio e escopo da ontologia; (2) considerar o reuso de ontologias; (3) enumerar os termos relevantes; (4) definir as classes e sua hierarquia; (5) definir as propriedades das classes; (6) definir as restrições; e (7) criar as instâncias [27] [28]. Salienta-se que as respostas de cada etapa podem sofrer alterações durante o desenvolvimento da ontologia, devido à constante produção e manipulação dos dados em saúde. Assim, as questões às quais a ontologia deverá responder também são passíveis de alterações.

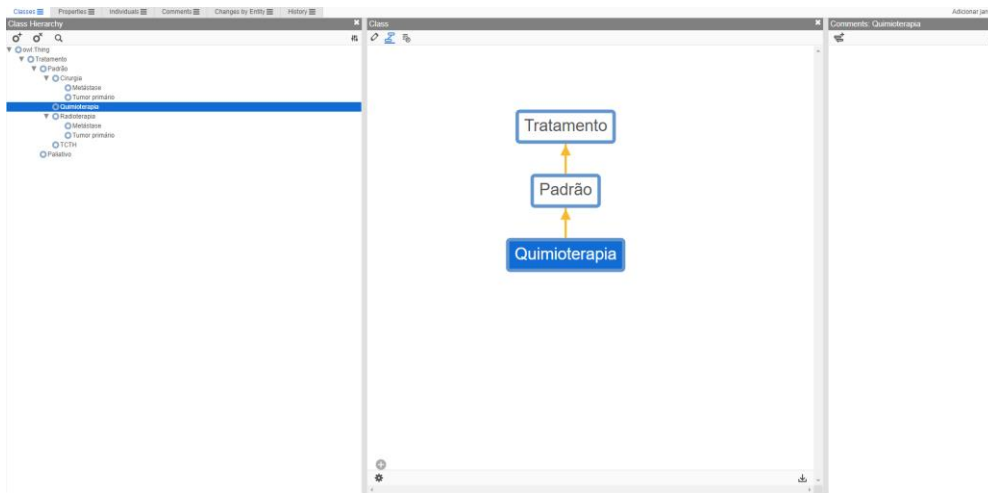
Em razão da ontologia proposta neste estudo estar em fase piloto, somente após um maior desenvolvimento será possível reunir evidências suficientes para indicar se a Metodologia 101 contemplará todas as demandas deste estudo. Caso o domínio se torne mais complexo que o esperado, pode ser necessário recorrer a métodos mais avançados. Neste cenário, poderão ser utilizadas metodologias como a Methontology, uma vez que ela também retrata domínios e tem como atividades principais a especificação de requisitos, conceitualização do domínio do conhecimento, formalização do modelo conceitual em uma linguagem formal, implementação do modelo formal e manutenção de ontologias implementadas, além de possuir atividades de suporte para a construção ontológica [29].

Já a estruturação da ontologia se dará por meio da ferramenta open source Protégé<sup>5</sup>, desenvolvida pelo Departamento de Informática Médica da Universidade de Stanford [30].

<sup>5</sup> Ferramenta utilizada para a construção de ontologias: <https://protege.stanford.edu/>

Atualmente, o Protégé funciona como um editor e framework de ontologias gratuito e de código aberto para a construção de sistemas inteligentes, sendo uma das ferramentas mais empregadas na estruturação de ontologias sob os mais variados domínios, além de ser capaz de gerar ontologias em diversos formatos [30].

Através da Figura 1 é possível observar a interface online do Protégé e um exemplo básico de hierarquia de ontologia construída através dos dados preliminarmente mapeados. O tratamento do câncer pediátrico, para este exemplo, obteve duas divisões: padrão e paliativo. Dentro do tratamento padrão, apresentam-se as possibilidades de realização de quimioterapia, cirurgia, radioterapia e transplante de células-tronco hematopoiéticas (TCTH).



**Figura 1:** Exemplo de hierarquia de ontologia desenvolvida via Interface online do Protégé  
Fonte: elaborado pelo autor, 2023

Por fim, reforça-se que, independentemente da metodologia ontológica a ser utilizada, é de praxe que haja um ciclo de vida estipulado para a ontologia, de forma a contemplar: estágios e atividades bem definidos para o desenvolvimento da ontologia; tarefas de aquisição do conhecimento, modelando sua extração; respeito aos aspectos informais do conhecimento, para posterior formalização na ontologia; e reuso e compartilhamento de ontologias e dados.

## 5. Considerações finais

No que concerne ao domínio da saúde, a modelagem de ontologias poderá beneficiar a assistência clínica, o desenvolvimento de pesquisas científicas e o ensino em saúde, entretanto, propostas de ontologias para o domínio da oncologia pediátrica são um tema incipiente, sobretudo quando o domínio se refere à representação do paciente oncológico em sua totalidade. O presente trabalho está em fase inicial e este artigo apresentou a proposta de uma modelagem de ontologia preliminar que, por sua vez, propõe-se a preencher a lacuna evidenciada.

Tendo já definido o escopo da ontologia, os próximos passos incluem a revisão das ontologias para reuso, a enumeração de termos, classes e hierarquias relevantes e a escolha da linguagem de representação. Ademais, espera-se avançar no estudo de outros métodos para a modelagem de ontologia, de forma a comparar e selecionar o método mais adequado de acordo com a complexidade que os conceitos irão adquirir neste estudo.

Espera-se, por fim, que a ontologia possa contribuir significativamente para a organização, mapeamento, entendimento e interoperabilidade de dados em oncologia pediátrica, sobretudo ao considerar que o acompanhamento de longo prazo contribui para a melhora da saúde e da qualidade de vida dos pacientes que sobreviveram ao câncer infantojuvenil.

## Referências bibliográficas

- [1] INCA. Instituto Nacional de Câncer. Câncer infantojuvenil [Internet]. 2023. <https://www.inca.gov.br/tipos-de-cancer/cancer-infantojuvenil>
- [2] L. M. D. Teixeira, M. B. Almeida. Aspectos ontológicos e epistemológicos em terminologias clínicas: em busca de interoperabilidade semântica no ambiente clínico. 2019 May 6;24(55):1–21. <http://dx.doi.org/10.5007/1518-2924.2019.e57996>.
- [3] A. Andrade. A linguagem médica utilizada em prontuários e suas representações em Sistemas de Informação: as ontologias e os modelos de informação [manuscrito]. Universidade Federal de Minas Gerais. 2013. <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-9HHGLS>.
- [4] A. Gómez-Pérez, M. Fernández-López, O. Corcho. Ontological Engineering. with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web. 1st Edition. London: Springer-Verlag, 2004.
- [5] BRASIL. Portaria nº 2.073 [Internet]. Aug 31, 2011. Regulamenta o uso de padrões de interoperabilidade e informação em saúde para sistemas de informação em saúde no âmbito do Sistema Único de Saúde, nos níveis Municipal, Distrital, Estadual e Federal, e para os sistemas privados e do setor de saúde suplementar. [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2073\\_31\\_08\\_2011.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2073_31_08_2011.html).
- [6] M. B. Almeida, M. P. Bax. Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção. *Ciência da Informação*. 2003 Dec;32(3):7–20.
- [7] S. Isotani, I. I. Bittencourt. Dados abertos conectados. Capítulo 3. Ontologias e Representação de Conhecimento. São Paulo: Novatec. Editora, 2015. ISBN 978-85-7522-449-6.
- [8] F. Farinelli, S. M. Silva, M. B. Almeida. O papel das ontologias na interoperabilidade de sistemas de informação: reflexões na esfera governamental. In: XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação. Anais. 2013. [https://mba.eci.ufmg.br/downloads/Interoperab\\_Enancib\\_2013\\_camera-ready.pdf](https://mba.eci.ufmg.br/downloads/Interoperab_Enancib_2013_camera-ready.pdf).
- [9] M. Nilashi, O. Ibrahim, K. Bagherifard. A recommender system based on collaborative filtering using ontology and dimensionality reduction techniques. *Expert Systems with Applications*. 2018 Feb;92:507–20. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.09.058>.
- [10] M. T. D. Melo, Ontologia de arquivos multimídia como ferramenta de auxílio na classificação do câncer de mama. 2019. 92 f. TCC (Graduação). Curso de Engenharia Eletrônica, Universidade de Brasília, Brasília, 2019. [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/24381/3/2019\\_MariaTerezaDouradoMelo\\_tcc.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/24381/3/2019_MariaTerezaDouradoMelo_tcc.pdf).
- [11] G. Giancarlo. Theoretical foundations and engineering tools for building ontologies as reference conceptual models. *Semantic Web 1.1-2* (2010): 3-10.
- [12] IEEE. IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries. IEEE Std 610 [Internet]. 1991;1–217.
- [13] R. Moreno. Interoperabilidade de Sistemas de Informação em Saúde. *J Health Inform* [Internet]. 2016;8(3). <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2017/02/831874/editorial.pdf>.
- [14] Jansen, Ludger, and Stefan Schulz. "The ten commandments of ontological engineering." *Proceedings of the 3rd Workshop of Ontologies in Biomedicine and Life Sciences*. 2011.
- [15] F. Farinelli, P. L. Elkin. Construção de ontologia na prática: um estudo de caso aplicado ao domínio obstétrico. *Ciência da Informação*, 46(1). Dec 28, 2017. <https://revista.ibict.br/ciinf/article/view/4018>.
- [16] R. Barroso-Sousa, G. Fernandes. *Oncologia: princípios e prática clínica*. 1. ed. Santana de Parnaíba [SP]: Manole, 2023.
- [17] INCA. Instituto Nacional de Câncer. O que é câncer? [Internet] 2020. <https://www.inca.gov.br/o-que-e-cancer>.
- [18] P. Kattner, H. Strobel, N. Khoshnevis, M. Grunert, S. Bartholomae, M. Pruss et al. Compare and contrast: pediatric cancer versus adult malignancies. *Cancer and Metastasis Reviews*. 2019 Dec;38(4):673–82. DOI: 10.1007/s10555-019-09836-y.

- [19] BRASIL. Lei no 14.308 [Internet]. May 08, 2022. Institui a Política Nacional de Atenção à Oncologia Pediátrica. Diário Oficial da União, República Federativa do Brasil. Brasília, DF, n. 46, p. 1. 09 mar. 2022. Seção 1 <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=09/03/2022&jornal=515&pagina=1>.
- [20] J. P. Oliveira, E. L. Quintela, M. B. Almeida. Uma visão geral sobre fontes de informações em saúde. In: CONGRESSO ISKO ESPANHA E PORTUGAL, 11., 2013, Porto. Atas[...]. Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto, 2013.
- [21] J. Saliba, J. Lever, K. Krysiak, L. Sheta, A. Danos, A. Wagner et al. 16. Enhancement of pediatric cancer curation and representation through expert-guided data mining and ontology refinement. 2022 Jan 1;260-261:6–6. <https://doi.org/10.1016/j.cancer.2021.05.030>.
- [22] J. Saliba, J. Lever, K. Krysiak, A. Danos, A. Wagner, H. E, Williams et al. Abstract 1193: Enhancing pediatric cancer variant curation and representation through standardized classification and automation. Cancer Research. 2022 Jun 15;82(12\_Supplement):1193–3. <https://doi.org/10.1158/1538-7445.AM2022-1193>.
- [23] J. A. El-Subaihi, F. Anton, D. Mioc, S. V. Andersen, B. Lausen. Child cancer follow-up ontology and information system [Internet]. Vol. 45. Southampton, UK: WIT Press; 2013. p. 127–38. <https://www.witpress.com/elibary/wit-transactions-on-information-and-communication-technologies/45/24590>.
- [24] O. S. Lupşe, L. Stoicu-Tivadar L. Pediatrics prescriptions with ontologies and treatment suggestions. Studies in Health Technology and Informatics [Internet]. 2014. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25160215/>.
- [25] O. S. Lupşe, C. B. Chirila, L. Stoicu-Tivadar. Harnessing Ontologies to Improve Prescription in Pediatric Medicine. Studies in Health Technology and Informatics [Internet]. 2018. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30306915/>.
- [26] N. Nicholson, F. Giusti, C. Martos. An ontology design for validating childhood cancer registry data. 2023. Front. Oncol. 13:1212434. doi: 10.3389/fonc.2023.1212434.
- [27] N. F. Noy, D. L. McGuinness. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology [Internet]. [https://protege.stanford.edu/publications/ontology\\_development/ontology101.pdf](https://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf).
- [28] M. G. Rodrigues. OntoFeed um leitor de Feeds com extensão ontológica. Universidade do Estado do Rio de Janeiro [Internet]. 2011. <https://www.bdt.uerj.br:8443/handle/1/10822>.
- [29] M. F. LÓPEZ. A survey on methodologies for developin, maintaining, evaluating and reengineering ontologies. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. Spain. 2000.
- [30] Universidade de Stanford. Protégé. 2019. <https://protege.stanford.edu/>.