

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – UNIRIO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS – CCH
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIBLIOTECONOMIA – PPGB
MESTRADO PROFISSIONAL EM BIBLIOTECONOMIA – MPB

ELESBÃO OLIVEIRA DE MATOS

**INTEROPERABILIDADE DE DADOS CLÍNICOS DO PROJETO VODANBR À
LUZ DO PADRÃO FHIR**

Rio de Janeiro, RJ

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – UNIRIO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS – CCH
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIBLIOTECONOMIA – PPGB
MESTRADO PROFISSIONAL EM BIBLIOTECONOMIA – MPB

ELESBÃO OLIVEIRA DE MATOS

**INTEROPERABILIDADE DE DADOS CLÍNICOS DO PROJETO VODANBR À
LUZ DO PADRÃO FHIR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biblioteconomia, no Curso de Mestrado Profissional em Biblioteconomia, da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como requisito obrigatório para obtenção do grau de Mestre em Biblioteconomia.

Área de Concentração: Biblioteconomia e Sociedade.

Linha de Pesquisa: Biblioteconomia, Cultura e Sociedade

Orientador: Prof. Dr. Cláudio José Silva Ribeiro

Rio de Janeiro, RJ

2023

ELESBÃO OLIVEIRA DE MATOS

**INTEROPERABILIDADE DE DADOS CLÍNICOS DO PROJETO VODANBR À
LUZ DO PADRÃO FHIR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biblioteconomia, no Curso de Mestrado Profissional em Biblioteconomia, da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como requisito obrigatório para obtenção do grau de Mestre em Biblioteconomia.

Aprovado em _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Cláudio José Silva Ribeiro

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) - Orientador

Prof. Dr. Marcos Luiz Cavalcanti de Miranda

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) – Titular Interno

Prof. Dr. Carlos Henrique Marcondes de Almeida

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) – Titular Externo

Prof.^a Dra. Nanci Elizabeth Oddone

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) – Suplente Interno

Dr. Alexandre Medeiros Correia de Sousa

Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) – Suplente Externo

Rio de Janeiro, RJ

2023

Catálogo informatizada pelo(a) autor(a)

037 Oliveira de Matos, Elesbão
Interoperabilidade de dados clínicos do Projeto
VODANBR à luz do Padrão FHIR / Elesbão Oliveira de
Matos. -- Rio de Janeiro, 2023.
92

Orientador: Cláudio José Silva Ribeiro.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do
Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação
em Biblioteconomia, 2023.

1. Interoperabilidade semântica. 2. Sistemas de
Organização do Conhecimento. 3. Fast Healthcare
Interoperability Resources. 4. WHO COVID-19 Rapid
Version CRF Semantic Data Model. 5. Vírus Outbreak
Data Network Brasil. I. José Silva Ribeiro,
Cláudio, orient. II. Título.

Dedico este trabalho aos meus pais, Marília e Elesbão, que mesmo com pouquíssimo estudo e oportunidades durante a vida, sempre me mostraram a importância da educação e me deram todo o suporte necessário para que eu chegasse até este ponto.

Dedico também à minha melhor amiga desde sempre, Juliana, mãe da minha filha, que sempre me deu todo o apoio e incentivo para que eu ingressasse no curso de Biblioteconomia, desde a graduação até aqui. Uma pessoa essencial na minha vida e com quem sempre pude contar.

Por fim, dedico este trabalho para a minha filha, Marina, um ser de luz que veio e mudou a minha vida para melhor em todos os aspectos. Sem ela com certeza não teria forças para chegar até aqui e espero que os frutos que vierem a partir da entrega deste trabalho sirvam para fornecer para ela a melhor qualidade de vida possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO e todo o seu corpo docente e administrativo por me proporcionarem a obtenção de título de Mestre em Biblioteconomia.

Agradeço à Seção de Atendimento e Pesquisa da Divisão de Bibliotecas e Documentação da PUCRIO, especialmente às Bibliotecárias Ana Ribeiro, Mônica Elisa, Marta Bela Reis e Paloma Rodrigues, pelas oportunidades e o apoio ao meu desenvolvimento profissional.

Agradeço ao meu orientador, Professor Doutor Cláudio José Silva Ribeiro por toda a confiança em mim depositada, toda a sua paciência e disponibilidade. Se não fosse por todo o seu incentivo, empatia e sua maestria como orientador, não teria chegado até aqui.

Agradeço aos professores da graduação, especialmente à Eduardo Alentejo e Dayanne Prudêncio por tudo que me ensinaram durante este período, até as dicas e ajuda durante o processo seletivo para este curso de Mestrado.

Agradeço ao meu pai, Elesbão, que não teve a oportunidade de concluir nem o Ensino Fundamental devido a todas as dificuldades que passou na vida, mas mesmo assim conseguiu ter seus dois filhos formados em Universidades Federais, dando todo o apoio e suporte para que isto acontecesse. Sempre me ensinou a reconhecer o valor da educação, mesmo que não tenha tido a oportunidade de vivenciá-la. É meu exemplo de ser humano e pai, por toda a sua perseverança e resiliência.

Agradeço a minha mãe, Marília, que concluiu os estudos de forma tardia, também devido às dificuldades que teve durante sua vida e mesmo assim, também viu seus dois filhos se formarem em Universidades Federais, dando todo o suporte necessário para que isso acontecesse. Assim como meu pai, sempre me ensinou a reconhecer o valor da educação, mesmo que não tenha tido a oportunidade de vivenciá-la plenamente. Um exemplo de mãe e mulher.

Agradeço à minha melhor amiga e mãe da minha filha, Juliana, sem a qual eu não teria conhecido o curso de Biblioteconomia, e conseqüentemente, não teria chegado até aqui, por todo o apoio que me deu desde o início da graduação até este momento de conclusão do mestrado. Agradeço imensamente por todo o incentivo e auxílio que recebi dela em todos os momentos.

RESUMO

Trata da interoperabilidade semântica na área de dados clínicos. Apresenta a identificação e análise dos Sistemas de Organização do Conhecimento e vocabulários da área médica presentes no padrão da Health Leven Seven, Fast Healthcare Interoperability Resources e no modelo semântico WHO COVID-19 Rapid Version CRF Semantic Data Model, utilizado pelo projeto Vírus Outbreak Data Network Brasil. Objetiva, a partir desta análise, avaliar a necessidade de incorporação de melhorias e alinhamento de padrões do Fast Healthcare Interoperability Resources para uso no modelo semântico. Sob o método exploratório, realizou-se pesquisa qualitativa, descritiva e bibliográfica sobre Sistemas de Organização do Conhecimento, interoperabilidade semântica, projeto Vírus Outbreak Data Network Brasil e do padrão Fast Healthcare Interoperability Resources. Como principal resultado mostra-se quadros de comparação dos Sistemas de Organização do Conhecimento relacionados aos dados clínicos apontados pelos dois objetos de análise. Conclui que a estrutura de propriedades das classes do modelo semântico WHO COVID-19 Rapid Version CRF Semantic Data Model é bem desenvolvida, mas pode incorporar o detalhamento de propriedades do padrão Fast Healthcare Interoperability Resources, tendo em vista o nível de amadurecimento deste modelo no contexto dos sistemas de saúde norte-americanos.

Palavras-chave: Interoperabilidade semântica; Sistemas de Organização do Conhecimento; Fast Healthcare Interoperability Resources; WHO COVID-19 Rapid Version CRF Semantic Data Model; Vírus Outbreak Data Network Brasil.

ABSTRACT

It is about semantic interoperability in the field of clinical data. It presents the identification and analysis of Knowledge Organization Systems and the medical area present in the Health Level Seven standard, Fast Healthcare Interoperability Resources and in the WHO COVID-19 Rapid Version CRF Semantic Data Model semantic model, used by the Virus Outbreak Data Network project Brazil. Purpose, based on this analysis, to evaluate the need to incorporate improvements and guarantee Fast Healthcare Interoperability Resources standards for use in the semantic model. Under the exploratory method, qualitative, descriptive and bibliographical research was carried out on Knowledge Organization Systems, semantic interoperability, Virus Outbreak Data Network Brasil project and the Fast Healthcare Interoperability Resources standard. As a main result, comparison tables of the Knowledge Organization Systems related to the clinical data pointed out by the two objects of analysis are shown. It concluded that the structure of properties of the classes of the semantic model WHO COVID-19 Rapid Version CRF Semantic Data Model is well developed, but it can incorporate the detailing of properties of the Fast Healthcare Interoperability Resources standard, in view of the level of maturity that this model has in the context of North American health systems.

Keywords: Semantic interoperability; Knowledge Organization Systems; Fast Healthcare Interoperability Resources; WHO COVID-19 Rapid Version CRF Semantic Data Model; Virus Outbreak Data Network Brasil.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Tabela 1	Buscas em bases de dados.....	17
Figura 1	Metadados do formulário de registro de casos de covid-19.....	30
Figura 2	Estrutura inicial do modelo semântico WHO COVID-19.....	31
Figura 3	Estrutura das classes do modelo semântico WHO COVID-19.....	32
Figura 4	Expansão das classes do modelo semântico WHO COVID-19.....	32
Figura 5	Classe de grupos do modelo semântico WHO COVID-19.....	33
Figura 6	Aba de propriedades do modelo semântico WHO COVID-19.....	34
Quadro 2	Vocabulários e/ou terminologias apontados pelo modelo semântico WHO COVID-19.....	35
Quadro 3	Ontologias da área médica que compõem o modelo semântico WHO COVID-19.....	36
Figura 7	Comparação de versões da HL7.....	47
Figura 8	Estrutura das camadas do FHIR.....	48
Figura 9	FHIR code value baseado em LOINC code.....	58
Figura 10	Estrutura do módulo de terminologia do FHIR.....	58
Figura 11	Conjunto de valores do FHIR.....	60
Figura 12	Sistemas de identificação do FHIR.....	61
Quadro 4	SOC do padrão FHIR.....	63
Quadro 5	Modelos comuns ao FHIR e ao modelo semântico WHO COVID-19.....	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

COVID-19	Corona Virus Disease 2019
CORD-19	COVID-19 Open Research Dataset Challenge
FAIR	Findable, Accessible, Interoperable, Reusable
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
FDP	Fair Data Points
FHIR	Fast Healthcare interoperability Resources
HIV	Human immunodeficiency virus
HL7	Health Level Seven International
JSON	JavaScript Object Notation
LOINC	Logical Observation Identifiers, Names, and Codes
MERS-COV	Middle East respiratory Syndrome Coronavírus
OMS	Organização Mundial de Saúde
OWL	Ontology Web Language
RDF	Resource Description Framework
SARS-COV	Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavírus
SOC	Sistemas de Organização do Conhecimento
SKOS	Simple Knowledge Organization System
UML	Unified Modeling Language
UNIRIO	Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
VODAN	Vírus Outbreak Data Network
VODAN BR	Vírus Outbreak Data Network Brasil
XML	Extensible Markup Language

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	METODOLOGIA	16
2.1	REVISÃO DE LITERATURA E PESQUISA BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.2	ANÁLISE E COTEJAMENTO.....	18
3	REFERENCIAL TEÓRICO	22
3.1	TIPOS DE SOC E A NECESSIDADE DE REPRESENTAÇÃO SEMÂNTICA PARA OS DADOS SEREM INTEROPERÁVEIS.....	22
3.2	INTEROPERABILIDADE SEMÂNTICA E COMPATIBILIDADE ENTRE CONTEXTOS DE INFORMAÇÃO.....	25
3.3	PROJETO VODAN BR.....	27
3.4	FORMULÁRIO DE REGISTRO DE CASOS DE COVID-19.....	29
3.4.1	Dados clínicos do formulário de registro de casos de covid-19	30
3.5	MODELO SEMÂNTICO WHO COVID-19.....	31
3.5.1	Vocabulários que compõem modelo semântico WHO COVID-19	34
3.5.2	Ontologias que compõem o modelo semântico WHO COVID-19	35
3.5.2.1	Ontologias da área médica.....	36
3.5.2.2	Outras ontologias identificadas.....	42
3.6	PADRÃO FHIR.....	46
3.6.1	Módulos do Padrão FHIR	48
3.6.1.1	Módulo de fundação.....	49
3.6.1.2	Módulo de conformidade.....	53
3.6.1.3	Módulo de terminologia.....	57
3.6.2	Padrão FHIR e interoperabilidade	62
3.6.3	SOC para dados clínicos do padrão FHIR	63
4	RESULTADOS	67
4.1	ANÁLISE DA DESCRIÇÃO SEMÂNTICA.....	67
4.2	ANÁLISE DA ESTRUTURA DE METADADOS E PROPRIEDADES.....	70
5	CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES	72
	REFERÊNCIAS	75
	ANEXO A - ESTRUTURA MÓDULO DE CONFORMIDADE DO PADRÃO FHIR	89
	ANEXO B - ESTRUTURA DO CODE SYSTEM DO PADRÃO FHIR	91

1 INTRODUÇÃO

A covid-19 é uma infecção respiratória aguda provocada pelo coronavírus SARS-COV-2 que é um beta coronavírus descoberto em amostras de pacientes com pneumonia de causa desconhecida na cidade de Wuhan, província de Hubei, China, em dezembro de 2019. Os coronavírus são comuns em muitas espécies diferentes de animais, incluindo o homem, gado, gatos e morcegos. A infecção de pessoas por coronavírus oriundos de animais e a propagação entre os seres humanos é rara e já ocorreu com o MERS-COV e o SARS-COV-2, que, até o momento, não teve o reservatório silvestre definido (GOVERNO FEDERAL DO BRASIL, 2021). O surto da COVID-19 atingiu proporção pandêmica, tendo casos confirmados em mais de 100 países, entre eles o Brasil.

Neste contexto, com a necessidade do estabelecimento de uma infraestrutura de dados federada baseada nos princípios FAIR¹ para facilitar a coleta de dados sobre pacientes infectados por vírus de alto contágio, foi lançada a Rede Virus Outbreak Data Network (VODAN)². Segundo Mons (2020), essa rede foi criada para dar início a uma ‘comunidade’ que possa projetar e construir uma infraestrutura de dados distribuídos internacionalmente e que sejam interoperáveis, para que deste modo, seja possível oferecer suporte a respostas pautadas em evidências para os surtos de vírus.

A rede VODAN, tem como objetivo coletar e gerenciar os dados de pacientes infectados com o coronavírus de forma alinhada aos princípios FAIR, para que seja possível que os dados de pacientes contaminados estejam disponíveis para serem reutilizados em pesquisas e possam ser interligados com dados de outras fontes para realizar monitoramentos e previsões voltadas para o enfrentamento de epidemias (VEIGA et al., 2020).

A Rede Virus Outbreak Data Network Brasil (VODAN BR)³ foi criada pelas equipes da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) e do Hospital Municipal São José. A VODAN Brasil tem como objetivo fornecer uma estrutura que possibilite a coleta e o gerenciamento de dados médicos de pacientes infectados pela COVID-19 pelas unidades de saúde no Brasil (VODAN BRAZIL, 2020).

¹ <https://www.go-fair.org/fair-principles/>

² [Virus Outbreak Data Network \(VODAN\) - GO FAIR \(go-fair.org\)](#)

³ [VODAN Brazil | Virus Outbreak Network Brazil](#)

A primeira fase do projeto VODAN BR, consiste em uma coleta de dados de pacientes de cada hospital feita por meio do formulário de registro de caso de covid-19⁴, que é usado pela Organização Mundial da Saúde (OMS). A partir desta coleta, cria-se uma rede de FAIR Data Points (FDP)⁵ em repositórios com os dados coletados dos pacientes, garantindo a confidencialidade e privacidade de cada paciente baseando-se nas legislações governamentais. As redes FDP, possibilitam a interoperabilidade entre os repositórios e com outras fontes de dados nacionais e internacionais, permitindo que estes dados sejam reutilizados e explorados em diferentes pesquisas (VODAN BRAZIL, 2020).

Para representar os dados presentes no formulário de registro de caso de covid-19, foi criado o modelo semântico WHO COVID-19 CRF Rapid Version Semantic Data Model com o intuito de padronizar a parte semântica das repostas do formulário, de modo a facilitar a coleta e o estudo sobre os dados sobre a covid-19. Neste contexto de representação semântica, cita-se aqui o Padrão da HL7 (Health Leven Seven), FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources)⁶ que tem, dentre outras funções e objetivos, a utilização de uma especificação comum para o compartilhamento e interoperabilidade de dados da saúde (WELCOME TO FHIR, 2022).

Dito isto, entende-se que a pandemia de covid-19 e as ações globais realizadas com o intuito de combater o coronavírus trouxeram para diversas áreas muitos desafios, inclusive para Biblioteconomia, pois, este cenário pandêmico fez com que o trabalho nas instituições científicas e universidades fossem acelerados. Isto gerou uma grande quantidade de pesquisas e artigos científicos, dados epidemiológicos e laboratoriais, culminando em uma maior necessidade de definição terminológica de elementos relacionados a este vírus. Também se fez necessário uma reorganização no trabalho destas instituições, para que a organização da informação científica passasse a ser rápida e disponibilizada em sistemas de informação confiáveis (SANTOS, 2020).

Um dos desafios que surgiu a partir deste cenário pandêmico e que é passível de acontecer em todos os processos de comunicação de dados e informações, foi o chamado por Zeng et al (2020) de ‘conflito semântico’, que ocorreu especificamente na nomenclatura desta nova doença. Segundo os autores:

⁴ [https://www.who.int/publications/i/item/global-covid-19-clinical-platform-case-report-form-\(crf\)-for-post-covid-conditions-\(post-covid-19-crf-\)](https://www.who.int/publications/i/item/global-covid-19-clinical-platform-case-report-form-(crf)-for-post-covid-conditions-(post-covid-19-crf-))

⁵ FAIR Data Point - GO FAIR (go-fair.org)

⁶ <https://www.hl7.org/fhir/>

[...] antes de receber seu nome oficial, “COVID-19”, a doença era chamada de “Wuhan SARS”, “Wuhan Flu” e “Wuhan coronavirus”. [...] Uma pesquisa por três desses rótulos - “Chinese Coronavirus”, “China Coronavirus” e “Wuhan Coronavirus” - no Google Scholar em meados de abril recuperou mais de 1.280 itens. Outra pesquisa desses três nomes no Google mostrou milhões de acessos relacionados.⁷ (ZENG et al., 2020, p. 2, tradução nossa)

Este exemplo demonstra que os conflitos semânticos relacionados à nomenclatura das doenças ainda estão presentes e precisam ser investigados, pois podem trazer ainda mais problemas para um ambiente já prejudicado pela sobrecarga de informações. Para além apenas da nomenclatura, estas questões relacionadas à semântica podem surgir, também, na descrição de doenças, o que pode acarretar dificuldades diretas para a área da saúde em especial, na questão do enfrentamento de pandemias como a da COVID-19 (ZENG et al., 2020).

O objetivo geral desta pesquisa é identificar os Sistemas de Organização do Conhecimento (SOC) e vocabulários da área médica e os esquemas de representação semântica que tratam os dados clínicos originários do projeto VODANBR e cotejá-los em conjunto com os mesmos componentes para representação do padrão FHIR de modo a avaliar a necessidade de incorporação de melhorias e alinhamento de padrões para uso no modelo semântico.

Foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

1. Identificar os SOC que são utilizados para descrição dos campos do modelo semântico WHO COVID-19⁸
2. Levantar as características da descrição semântica do conjunto de dados clínicos do padrão FHIR.
3. Avaliar características da descrição semântica do conjunto de dados clínicos do projeto VODANBR à luz das características da descrição semântica do conjunto de dados clínicos do padrão FHIR.

⁷[...] before getting its official name, “COVID-19,” the disease was called “Wuhan SARS,” “Wuhan Flu,” and “Wuhan coronavirus.” A search for three of these labels—“Chinese Coronavirus,” “China Coronavirus,” and “Wuhan Coronavirus”—on Google Scholar in mid-April retrieved more than 1,280 items.

⁸ No âmbito desta dissertação procurou-se padronizar o nome do modelo semântico WHO COVID-19 CRF Rapid Version Semantic Data Model para WHO COVID-19.

4. Relacionar as eventuais lacunas existentes no modelo semântico WHO COVID-19, de modo e sugerir adequações para representação dos dados clínicos.

Deste modo, dentro do contexto da representação semântica, para uma coleta e gerenciamento de dados sobre a covid-19 mais eficaz, que possa auxiliar no combate a esta e outras futuras epidemias, esta pesquisa está estruturada em cinco seções além da introdução, onde constam também os objetivos geral e específicos, da seguinte forma:

Na segunda seção, expõe-se a metodologia, que visa demonstrar qual foi a abordagem metodológica utilizada durante a pesquisa para conseguir reunir o arcabouço teórico necessário para alcançar os objetivos definidos.

Na terceira seção, é abordado o referencial teórico que discorre sobre cada um dos temas que foram percebidos como mais relevantes para o desenvolver da pesquisa, a saber:

- Tipos de SOC e a necessidade de representação semântica para os dados serem interoperáveis
- Interoperabilidade semântica e compatibilidade entre contextos de informação
- Projeto VODANBR
- Formulário de registros de casos de covid-19
- Modelo Semântico WHO COVID-19
- Padrão FHIR

Na quarta seção são expostos os resultados finais da pesquisa e na quinta e última seção, são abordadas as considerações e recomendações.

2 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta pesquisa, realizou-se pesquisas qualitativa, descritiva e bibliográfica. Segundo Asti Vera (1989) pode-se definir a pesquisa como o procedimento que tem como principal objetivo fornecer respostas a eventuais questões ou problemas de forma racional e sistêmica utilizando os recursos disponíveis e com a devida utilização de técnicas, métodos e demais procedimentos científicos, entendendo que a metodologia é “a descrição, análise e avaliação crítica dos métodos de investigação” (ASTI VERA, 1989, p. 8).

Segundo Gil (2010, p.42) “As pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis”. As pesquisas descritivas, podem, também, ir além da determinação da existência da relação entre estas variáveis permitindo determinar a natureza dessa relação. Pode-se dizer que este tipo de pesquisa está comumente associada à atuação prática (GIL, 2010).

“A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, e constituído principalmente de livros e artigos científicos” (GIL, 2010, p. 44). Esta pesquisa tem como benefício facilitar que o investigador consiga abranger muitos fenômenos, diferentemente de uma pesquisa mais direta (GIL, 2010).

2.1 REVISÃO DE LITERATURA E PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Para atender aos objetivos específicos 1 e 2, além de identificar os SOC que são utilizados para descrição dos campos do modelo semântico WHO COVID-19, foram levantadas as características da descrição semântica do conjunto de dados clínicos do padrão FHIR. Nesse sentido, foram desenvolvidas revisões de literatura e pesquisa bibliográfica a partir de consultas realizadas no Portal Periódicos da Capes e suas Bases de dados, na Pesquisa Integrada disponibilizada pela Divisão de Bibliotecas e Documentação da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RIO) e no Catálogo da mesma instituição. Também foram obtidas informações diretamente dos sites oficiais do FHIR, VODAN, VODANBR, da OMS e do Modelo Semântico WHO COVID-19.

Foram utilizadas as bases de dados do Portal Capes: *Library, Information Science & Technology Abstracts with Full Text*, Scielo, Brapci. Os artigos foram selecionados

através de análise qualitativa da pertinência com o escopo da pesquisa e a partir de análise do resumo. Os artigos selecionados foram fichados.

A tabela a seguir apresenta o conjunto de buscas efetuadas com os resultados obtidos e os critérios utilizados na seleção:

Tabela 1 - Buscas em bases de dados.

BASE	ESTRATÉGIAS DE BUSCA	Nº DE RESULTADOS	Nº DE ARTIGOS SELECIONADOS	MÉTODO DE SELEÇÃO
BRAPCI	Palavra-chave: (“VODAN”); Tipo de documento: (artigo)	1	1	Análise do resumo
	Palavra-chave: (“HL7” OR “FHIR” OR “HL7 FHIR”); Tipo de documento: (artigo)	3	2	Análise do resumo
	Palavra-chave: (“INTEROPERABILIDADE SEMÂNTICA”); Tipo de documento: (artigo)	43	6	Análise do resumo
	Palavra-chave: (“INTEROPERABILIDADE” AND “DADOS CLÍNICOS”); Tipo de documento: (artigo)	3	1	Análise do resumo
	Palavra-chave: (“Sistemas de Organização do Conhecimento; Tipo de documento: (artigo)	211	20	Análise do resumo
SCIELO	Palavra-chave: (“VODAN”); Tipo de documento: (artigo)	0	0	Análise do resumo
	Palavra-chave: (“HL7” OR “FHIR” OR “HL7 FHIR”); Tipo de documento: (artigo)	1	1	Análise do resumo
	Palavra-chave: (“INTEROPERABILIDADE SEMÂNTICA”); Tipo de documento: (artigo)	4	2	Análise do resumo
	Palavra-chave: (“INTEROPERABILIDADE” AND “DADOS CLÍNICOS”); Tipo de documento: (artigo)	1	0	Análise do resumo

	Palavra-chave: (“Sistemas de Organização do Conhecimento; Tipo de documento: (artigo)	69	10	Análise do resumo
LISTA	Palavra-chave: (“VODAN”); Tipo de documento: (artigo)	0	0	Análise do resumo
	Palavra-chave: (“HL7” OR “FHIR” OR “HL7 FHIR”); Tipo de documento: (artigo)	14	4	Análise do resumo
	Palavra-chave: (“INTEROPERABILIDADE SEMÂNTICA”); Tipo de documento: (artigo)	211	15	Análise do resumo
	Palavra-chave: (“INTEROPERABILIDADE” AND “DADOS CLÍNICOS”); Tipo de documento: (artigo)	3	2	Análise do resumo
	Palavra-chave: (“Sistemas de Organização do Conhecimento; Tipo de documento: (artigo)	32	8	Análise do resumo

Fonte: Elaboração própria (2023)

Outros artigos consultados e utilizados nesta pesquisa foram encontrados nas referências de documentos consultados e na supracitada Pesquisa Integrada da PUC-RIO. A análise deste material também foi feita a partir do resumo.

Adicionalmente, para compor o referencial teórico, especificamente sobre os assuntos relacionados ao padrão FHIR, além dos projetos VODAN e VODAN BR, em conjunto com o formulário de coleta de dados de covid-19 e o Modelo Semântico WHO-COVID-19, foram efetuadas buscas nos respectivos sites oficiais.

2.2 ANÁLISE E COTEJAMENTO

Para atender aos objetivos 3 e 4 de avaliar características da descrição semântica do conjunto de dados clínicos do projeto VODANBR à luz da descrição semântica do mesmo conjunto de dados no padrão FHIR, bem como possibilitar a avaliação das eventuais lacunas existentes no modelo semântico WHO COVID-19, foram identificadas

características para descrever dados tanto no padrão FHIR quanto no modelo semântico. Para sugerir adequações na representação dos dados clínicos em ambos os modelos, a identificação destas características foi desenvolvida segundo os pressupostos a seguir:

1 - A proposta de cotejar características:

No contexto desta dissertação, cabe elucidar que essa proposta foi baseada na definição de Michaelis (2023), que define cotejar como a análise de algo de modo a confrontar ou outra coisa, investigando pontos semelhantes e diferentes entre elas, ou seja, comparando.

2 - A utilização de diretrizes para avaliação de Tesouros como guia norteador para a organização dos elementos para análise. Estas diretrizes são baseadas em Messa e Campos (2017, p. 10), divididas nas seguintes etapas:

1ª etapa – Selecionar fonte segura para levantar termos representativos do domínio: o levantamento dos termos que representam um domínio é a primeira etapa para avaliar um instrumento terminológico específico desse domínio de conhecimento. É fundamental que a fonte escolhida possua autoridade notória, de preferência reconhecida nacionalmente.

2ª etapa – Definir a amostra a ser analisada: uma vez levantada a fonte, é necessário estabelecer parâmetros para definir o corpus da pesquisa. O propósito desta ação deve ser o de ajustar os dados, tornando-os passíveis de manipulação, e, principalmente, esquivar-se de tomar decisões infundadas, haja vista que cada método escolhido deve ser elucidado. Exemplos de variáveis: período de cobertura, idioma e distribuição geográfica.

3ª etapa – Estabelecer a forma de identificação dos termos na amostra: após definir a amostra, deve-se extrair os termos que representam o domínio: estes podem ser identificados por intermédio de palavras-chave, por exemplo, quando se selecionam trabalhos acadêmicos como fonte. O objetivo desta etapa é elencar os termos que designam o conteúdo dos documentos.

4ª etapa – Identificar o conteúdo conceitual dos termos: nesta etapa, devem-se identificar termos sinônimos e homônimos a fim de não manter a duplicação dos descritores. Para tanto, faz-se necessário encontrar definições seguras dos conceitos determinados. Deve-se, também, consultar especialistas para validar a escolha das fontes para a determinação das definições dos termos, como

também para que eles possam manifestar o entendimento do conteúdo conceitual dos termos, sugerindo definições, quando for o caso.

5ª etapa – Construir quadro de conceitos e definições da amostra levantada: neste momento, sugerimos a criação e o preenchimento de um quadro com cada um dos termos identificados na amostra em número sequencial, sua definição, fonte de onde foi extraída a definição, sinônimos e observações que se mostrem convenientes.

6ª etapa – Examinar a parte sistemática do tesouro: recomenda-se que sejam detalhadas as áreas e as subáreas que formam a parte sistemática do instrumento. Devem-se observar os conceitos superordenados e subordinados para verificar a consistência nas relações hierárquicas, além da grafia dos termos e sua adequação ao domínio em questão.

7ª etapa – Comparar a atualidade conceitual do tesouro com o conjunto de termos levantados: esta etapa trata da análise prática principal do trabalho, na qual se deve buscar no tesouro cada um dos termos levantados na fonte de representação do domínio. Pode-se realizar uma análise quantitativa para verificar o número de termos do corpus levantado que existe no tesouro, de forma percentual, evidenciando sua atualidade. Faz-se importante observar, quando existir, as notas de escopo dos termos do tesouro, a fim de sanar dúvidas acerca de sinônimos não reconhecidos nos dicionários, por exemplo.

8ª etapa – Detectar a(s) razão(ões) para não existência dos termos no tesouro: esta é a etapa final e que responde à pergunta: em que grau de modulação os conceitos apontados como representativos de um domínio estão espelhados no tesouro avaliado? Duas respostas recorrentes à esta questão se relacionam a falhas conceituais na elaboração do instrumento: termos que os autores não utilizaram ou desconheciam, e o período de tempo que passou desde que o instrumento foi criado (e o quanto um domínio tem-se desenvolvido e novos termos têm surgido, ou seja, se o instrumento se tornou obsoleto)

Como consequência dos pressupostos 1 e 2 apresentados anteriormente, o processo de cotejamento reuniu características das etapas:

2ª etapa – Definir a amostra a ser analisada;

4ª etapa – Identificar o conteúdo conceitual dos termos;

5ª etapa – Construir quadro de conceitos e definições da amostra levantada.

Este recorte permitiu a elaboração da lista de requisitos para viabilizar a análise para o tratamento dos dados clínicos:

- 1) Verificação de SOC e modelos semânticos utilizados.
- 2) Abrangência e cobertura dos modelos semânticos.
- 3) Verificação de propriedades para viabilizar o uso por meio de mecanismos programáticos (existência de classes e atributos, além de uso de facilidades para acesso⁹).

Como o objetivo da pesquisa foi fazer o cotejamento, o passo final da pesquisa foi identificar e comparar os requisitos apresentados acima tanto com o modelo semântico WHO COVID-19 quanto com o padrão FHIR

⁹ Não faz parte do escopo desta pesquisa desenvolver o estudo sobre métodos de acesso. Apenas procurou-se identificar essas facilidades, notadamente, existência de metadados e mecanismos para interface por meio de programas (API).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, será exposta a revisão de literatura sobre os assuntos que foram identificados como de maior relevância para desenvolvimento e entendimento desta pesquisa de modo a cumprir objetivos supracitados.

3.1 TIPOS DE SOC E A NECESSIDADE DE REPRESENTAÇÃO SEMÂNTICA PARA OS DADOS SEREM INTEROPERÁVEIS.

Sobre os SOC, pode-se afirmar que eles ajudam a modelar a estrutura semântica de determinado domínio, referenciando semanticamente os conceitos e definindo os relacionamentos. No ambiente Web são facilitadores da recuperação e organização do conhecimento, pois podem servir como roteiros para os indexadores e usuários (ZENG, 2008).

Com o olhar a partir da esfera funcional, Mazzocchi (2019) afirma que os SOC possuem o objetivo de organizar e facilitar a gestão e recuperação do conhecimento. Para além disso, pode-se atribuir outras funções aos SOC como: a normalização e padronização de conceitos; padronização terminológica; eliminação da ambiguidade; controle de sinônimos ou equivalentes; e explicitação das relações semânticas.

Ademais, é possível complementar este olhar com as visões de Lara (1993) e Boccato (2011) que relacionam os SOC com a função de interface entre os conteúdos dos documentos e usuários, com o objetivo de reduzir os ruídos comunicacionais que possam vir a existir entre pesquisadores, sistemas, documentos e os usuários.

Carlan e Medeiros (2011, p. 56), definem SOC como “[...] ferramentas semânticas com vocabulários estruturados e formalizados usados para o tratamento e a recuperação da informação, tanto no ambiente Web como no tradicional [...]”. Os princípios teóricos para a elaboração de SOC têm origem a partir das teorias da classificação, conceito e terminologia e as bases da classificação fazem menção a Aristóteles e sua teoria de que um todo pode ser dividido em partes, formando classes e subclasses (LIMA; MACULAN, 2017).

A principal característica dos SOC é sua aplicabilidade no ambiente Web (HODGE, 2000). Os SOC têm, concomitantemente, a função de organizar o conhecimento em ambientes físicos e digitais abrangendo:

todos os tipos de esquemas para organizar a informação e promover a gestão do conhecimento [...] incluindo esquemas de classificação que organizam materiais em um nível geral, títulos de assunto que fornecem acesso mais detalhado, e arquivos de autoridade que controlam versões variantes de informações importantes [...] também estão inclusos esquemas como redes semânticas e ontologias (HOGGE, 2000, p. 3, tradução nossa).¹⁰

Segundo Ramalho (2015), as mais importantes fontes de informações estão na Web, contudo, isto implica na necessidade de instrumentos e métodos que visem facilitar a organização e a representação da informação e do conhecimento disponibilizados neste ambiente. Neste sentido, pode-se citar o padrão Simple Knowledge Organization System - SKOS¹¹ que é um vocabulário com especificidade semântica para definir tesouros.

A expressividade semântica dos relacionamentos, assim como a forma de representá-los possuem variações de acordo com o SOC a ser construído. Lima e Maculan (2017) descrevem quatro dos principais SOC: taxonomia, sistema de classificação, tesouro e ontologia.

De acordo com os autores, a taxonomia tem sua composição baseada em “um conjunto de termos arranjados em hierarquias representando o domínio modelado, que organiza conceitos segundo as suas semelhanças e diferenças.” (LIMA; MACULAN, 2017 p. 63). Dentre as principais funções da Taxonomia pode-se citar que se trata de um mecanismo de acesso digital que permite o mapeamento do conhecimento de um domínio específico e a criação de rótulos para as informações disponibilizadas.

Sobre a construção dos sistemas de classificação, Lima e Maculan (2017) afirmam que esta construção parte do pressuposto da estruturação e normalização dos signos e estes sistemas podem ser gerais, com o objetivo de abranger todos os campos do conhecimento ou especializados, com o objetivo de representar um domínio específico. Em linhas gerais, os sistemas de classificação podem ser analíticos ou documentais.

Já o tesouro é “composto de um conjunto de termos descritores [...] relacionados semântica e genericamente entre si, permitindo diferentes tipos de organização [...]

¹⁰ To encompass all types of schemes for organizing information and promoting knowledge management. Knowledge organization systems include classification schemes that organize materials at a general level (such as books on a shelf), subject headings that provide more detailed access, and authority files that control variant versions of key information (such as geographic names and personal names). They also include less-traditional schemes, such as semantic networks and ontologies.

¹¹ Sistema Simples de Organização do Conhecimento, formalizado pela World Wide Web Consortium (W3C). Este padrão tem sido utilizado para representar o conhecimento no contexto da Web, como por exemplo nos projetos, de Moraes, Ramalho e Souza (2019) e Ramalho e Souza (2019).

(LIMA; MACULAN, 2017, p. 64) ”. Deve existir uma padronização entre estes descritores no que se refere à sua forma e significado.

Ainda de acordo com Lima e Maculan (2017), percebe-se o estudo da ontologia em diversas áreas do conhecimento, porém sua origem é conhecida na filosofia e seu reconhecimento e definição como uma ciência são devidos à Aristóteles. Os autores ainda afirmam que as ontologias são tratadas como mais completas no sentido semântico, devido ao fato de que as relações existentes entre os termos podem ser explicitadas, além de não existirem limites para eventuais variações destas relações, o que permite análises e conclusões que não seriam possíveis através de outros SOC.

Esta visão de que as ontologias são mais completas com relação a semântica, é corroborada por Gruninger et al. (2018) que afirma que a ontologia é estudada na Ciência da Informação e também da Computação como um instrumento de representação do conhecimento no âmbito computacional, ou seja, as ontologias permitem a descrição formal de termos e relações existentes dentro de um domínio específico de forma inteligível por computador. Neste contexto, as ontologias possibilitam:

[...] diferentes tipos de artefatos criados e usados em diferentes comunidades para representar entidades e seus relacionamentos com objetivo de realizar anotações sobre conjuntos de dados, suporte à compreensão de linguagem natural, integração de fontes de informação, interoperabilidade semântica e para servir como base de conhecimento em várias aplicações (GRUNINGER et al, 2018, p. 191, tradução nossa).
12

Um ponto em comum percebido pelos autores com relação às ontologias é o fato de que a dimensão semântica está diretamente ligada à sua estrutura, através da inclusão de um vocabulário e as especificações dos termos, o que possibilita a identificação das principais categorias do domínio que estiver sendo analisado, assim como todas os relacionamentos entre os termos (GRUNINGER et al., 2008).

Para Zeng (2008) os SOC devem ser estruturados de uma maneira que possam ser mais do que apenas legíveis e sim compreensíveis por máquina. Para que exista esta compreensão, faz-se necessário um desenvolvimento e aperfeiçoamento de padrões que

¹²[...] are found many different types of artifacts created and used in different communities to represent entities and their relationships for purposes including annotating datasets, supporting natural language understanding, integrating information sources, semantic interoperability and to serve as a background knowledge in various applications.

viabilizem a integração dos SOC com os suportes tecnológicos existentes. Neste sentido, pode-se abordar a questão do estudo e desenvolvimento da interoperabilidade semântica.

3.2 INTEROPERABILIDADE SEMÂNTICA E COMPATIBILIDADE ENTRE CONTEXTOS DE INFORMAÇÃO

Sayão e Marcondes (2008) afirmam que o conceito de interoperabilidade não é recente na Biblioteconomia, pois o compartilhamento de conteúdo entre bibliotecas ocorre desde meados do século XX. No entanto, segundo os autores, a organização de informações na internet tornou-se essencial após a chamada ‘explosão informacional’ e com a consolidação da internet como via de acesso à informação, a interoperabilidade tornou-se fundamental para a otimização da interação entre os repositórios das demais fontes de informação. Ainda no século XX, Paepcke et al. (1998) já alertavam que a interoperabilidade era um problema crítico e que continuaria sendo no futuro, devido ao fato do alto crescimento do número de sistemas computacionais, repositórios de informação e usuários.

Santos (2014) conceitua a interoperabilidade como uma propriedade que permite que os sistemas troquem dados e interajam entre si, de forma que não exista nenhuma perda no sentido informacional. Definição corroborada pela National Information Standard Organization (2017), que diz que a interoperabilidade é a capacidade de os sistemas trocarem dados e informações com o mínimo possível de perda de conteúdo, mesmo com diferentes plataformas de hardware, software e interface.

Já o Comitê de Catalogação, Descrição e Acesso, define interoperabilidade como “[...] a capacidade de dois ou mais sistemas ou componentes trocarem informações e usarem as informações trocadas sem esforço especial em nenhum dos sistemas.” (COMMITTEE ON CATALOGING: DESCRIPTION & ACCESS, 2000, n. p.)

Dando continuidade, e relacionando a interoperabilidade com o escopo mais específico desta dissertação, Campos e Barbosa (2020) afirmam que o conceito de interoperabilidade pode ter diferentes níveis de aplicação que podem estar relacionados tanto aos sistemas, à estrutura, à sintaxe, à semântica e em cada um deles existem desafios a serem superados. Neste sentido a interoperabilidade semântica é a que apresenta maiores desafios, pois sem a mesma, o significado da linguagem, da terminologia e dos metadados, deixa de ser compreendido de forma correta.

Henning et al. (2019) corroboram afirmando que apesar do avanço das tecnologias computacionais, do surgimento de uma gama de novas tecnologias e os esforços para a criação de repositórios que sejam interligados semanticamente, percebe-se que a questão da interoperabilidade semântica ainda é um problema que precisa ser discutido e ampliado. Isto é decorrente do crescimento exponencial da disponibilização da informação em todas as áreas do conhecimento e da existência de uma grande quantidade de vocabulários que são utilizados na descrição dos inúmeros repositórios e bases disponíveis na Web.

Ribeiro, Moreira e Santos (2020, p. 37) convalidam esta teoria afirmando que:

[..]sobre a interoperabilidade semântica, percebe-se que as dificuldades e obstáculos encontrados para convergir os ambientes tecnológicos e padronizar métodos de trabalho tornam complexa a utilização e reutilização dos dados, além de indicar a necessidade de criação de uma infraestrutura global de compartilhamento.

Segundo a EUROPEAN COMMISSION (2017), entende-se que a interoperabilidade semântica possui o objetivo de assegurar que o significado da informação seja mantido durante a troca de dados, ou seja, possui relação direta com o significado dos dados e suas relações. Estão incluídos nesse objetivo o desenvolvimento de vocabulários e esquemas voltados para a descrição dos dados e informações para garantir que esses sejam compreendidos e tenham o mesmo significado para todos que estejam envolvidos na comunicação.

Segundo Ushold e Menzel (2005, n. p., tradução nossa) “A interoperabilidade semântica permite que diferentes agentes, serviços e aplicativos troquem informações, dados e conhecimento de maneira significativa, dentro ou fora da Web”¹³. Deste modo, para que seja possível alcançar este tipo de interoperabilidade, todos os envolvidos no processo devem ser capazes de compreender um mesmo vocabulário e devem existir correspondências que permitam que diferentes vocabulários troquem dados e informações. Percebe-se que em todas as definições supracitadas de interoperabilidade, existe a necessidade de que os sistemas consigam trocar dados, informação e conhecimento de forma adequada.

¹³ Semantic interoperability means enabling different agents, services, and applications to exchange information, data and knowledge in a meaningful way, on and off the Web.

É possível encontrar diversas definições sobre interoperabilidade em diferentes áreas, no entanto, é notório que no que se refere a interoperabilidade semântica, o estudo da área de Organização e Representação do Conhecimento são essenciais. O cenário contemporâneo onde se apresenta uma massiva produção, validação e uso dos conteúdos informacionais no contexto digital, é um desafio à pesquisa em Ciência da Informação, em especial aquelas voltadas à Organização e Representação do Conhecimento e outras áreas como a Ciência da Computação (WEISS, 2021).

A busca por interoperabilidade semântica em domínios complexos exige a capacidade de identificar e distinguir os elementos heterogêneos que compõem estes domínios, e também as práticas de interoperabilidade utilizadas para garantir a recuperação da informação (EMYGDIO; ALMEIDA, 2019). Dentre estes domínios, pode-se citar o contexto médico, que é composto de diversos SOC e padrões terminológicos utilizados para a representação e organização do conhecimento na área (TEIXEIRA; ALMEIDA, 2019).

3.3 PROJETO VODAN BR

O projeto Vírus Outbreak Data Network (VODAN), reúne esforços empreendidos e patrocinados por diferentes grupos de investigação. Dentre eles podemos destacar CODATA¹⁴, Research Data Alliance¹⁵, World Data System¹⁶ e GO FAIR. A rede VODAN parte do entendimento de que a disseminação do vírus causador da covid-19 ainda está longe de terminar e pelo fato de que durante a pandemia causada pelo SARS-COV-2 e em ocasiões anteriores, o gerenciamento e a reutilização de dados ocorreram abaixo do ideal e, além disso, o acesso aos dados de epidemias passadas e atuais nem sempre é igual para diferentes populações e países afetados. Por exemplo, dados das epidemias anteriores como a do Ebola são muito difíceis de encontrar, de acessar e, quando são acessíveis, não são interoperáveis muito menos reutilizáveis (VIRUS OUTBREAK DATA, 2022).

A partir deste contexto, percebe-se a necessidade de aproveitar o aprendizado de máquina e a Inteligência Artificial para descobrir padrões em surtos epidêmicos e garantir

¹⁴ <https://codata.org/>

¹⁵ <https://www.rd-alliance.org/>

¹⁶ <https://www.worlddatasystem.org/>

que estes dados possam ser reutilizados. Existe uma capacidade técnica e também o compromisso de especialistas de diversos países afetados pela pandemia para inserir os dados do vírus SARS-COV-2 dentro dos princípios FAIR, o que significa que eles possam ser localizáveis, acessíveis, interoperáveis e, desta forma, reutilizáveis por humanos e máquinas. A ideia é que os componentes técnicos que tornam isso possível possam ser mantidos para que possam ser utilizados em possíveis futuros surtos de doenças infecciosas (MONS, 2020).

A rede VODAN possui alguns subprojetos de implementação espalhados pelo mundo. Nesse contexto podemos destacar o VODAN-África & Ásia, VODAN-NL, VODAN-BR e também o VODAN in a box. Pode-se inferir que esses projetos possuem níveis de maturidade¹⁷ diferentes, pois foram impulsionados pela evolução da pandemia nas diferentes partes do globo.

A rede VODAN BR, representa o Brasil na rede VODAN Internacional e é coordenada pela FIOCRUZ, UFRJ e a UNIRIO. A rede VODAN BR entende que o Brasil precisa colaborar para diminuir a falta de infraestrutura tecnológica e humana para lidar com as questões relacionadas à gestão de dados em saúde, pois, em situações como a pandemia de covid-19 exigem decisões ágeis e precisas de modo a evitar prejuízos econômicos e humanos. A gestão dos dados relacionados ao coronavírus realizada de forma adequada, possibilitaria que estes dados fossem reutilizados para novas pesquisas e também facilitaria a tomada de decisão com base em evidências, colaborando assim, para que os profissionais da área da saúde possam tomar decisões mais seguras.

Com o objetivo de proporcionar soluções para estas questões, a rede VODAN BR participa desse projeto internacional buscando uma melhoria da gestão, compartilhamento e reutilização dos dados dos pacientes com covid-19 em novas pesquisas, baseando-se nas tendências mundiais da Ciência Aberta. A FIOCRUZ, a UNIRIO, a UFRJ e as instituições hospitalares envolvidas gerenciam o nível de acesso que será fornecido para os dados brutos, os quais poderão ser disponibilizados de forma aberta, respeitando a privacidade dos pacientes (VEIGA et al., 2020).

¹⁷ Maturidade pode ser entendida como o grau em que as atitudes, a socialização e a estabilidade afetiva de um indivíduo refletem um estado de adaptação ou ajustamento ao seu próprio meio e esta característica pode ser aplicada também à projetos e repositórios e na gestão de dados de pesquisa, entendendo que, quanto maior a maturidade, maior seria a capacidade. (RIBEIRO, 2019)

3.4 FORMULÁRIO DE REGISTRO DE CASOS DE COVID-19

Partindo do entendimento de que existe uma necessidade de uma melhor compreensão global da história natural da covid-19, suas características clínicas, fatores prognósticos e resultados, a Organização Mundial da Saúde (OMS) estabeleceu uma Plataforma Global de Dados Clínicos da COVID-19 para que todos os Estados Membros e unidades de saúde possam a relatar informações clínicas sobre a doença. Os objetivos desta plataforma são:

- Descrever as características clínicas da covid-19.
- Avaliar as variações nas características clínicas da covid-19.
- Identificar a associação das características clínicas da covid-19 com os resultados de exames.
- Descrever as tendências temporais nas características clínicas da covid-19. (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2022)

Para atender tais objetivos, a coleta de dados é feita através do Formulário de Registro de casos covid-19¹⁸. Este formulário foi projetado para relatar dados clínicos padronizados de indivíduos após a alta hospitalar ou após a doença aguda para examinar as consequências de médio e longo prazo do covid-19. O objetivo é reunir informações clínicas de indivíduos hospitalizados devido ao vírus. O formulário, inclui 3 módulos a saber:

- Módulo 1: inclui informações demográficas e clínicas básicas de casos agudos de covid-19.
- Módulo 2: inclui perguntas que auxiliam a identificar pacientes que precisam de avaliação clínica adicional.
- Módulo 3: inclui avaliação médica e resultados de exames, testes ou diagnósticos feitos durante a consulta de acompanhamento. Com base nos resultados, os pacientes devem ser encaminhados para atendimento clínico ou reabilitação seguindo protocolos nacionais. (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2022)

¹⁸ World Health Organization. (2020). Global COVID-19 clinical platform: rapid core case report form (CRF), version 8 April 2020, revised 13 July 2020. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/333229>

Como já aqui explicitado, o formulário é preenchido pelos hospitais e unidades de saúde parceiros. Bertagnolio et al (2021), Munblit et al (2021) e Linschoten e Asselbergs (2020) citam algumas pesquisas que foram desenvolvidas utilizando os dados disponíveis na plataforma da OMS a partir do preenchimento do formulário, como:

- Pesquisas sobre pessoas que convivem com HIV e foram hospitalizadas com covid-19 e os fatores de risco e consequências a longo prazo da hospitalização por covid-19 em adultos na Rússia.
- Relação de doenças cardiovasculares na Europa com a covid-19.

No Brasil, temos como parceiros do projeto VODAN BR, os hospitais Gaffree Guinle da UNIRIO e o Hospital Municipal São José de Duque de Caxias. (VODAN Brasil, 2020). Durante o preenchimento do formulário pode ocorrer divergências, pois no caso de perguntas abertas podem ser utilizadas variadas expressões e termos na resposta. Por isso, faz-se necessário uma boa representação semântica para tratar os dados oriundos do questionário. Com este intuito foi criado o modelo semântico a ser detalhado a seguir.

3.4.1 Dados clínicos do formulário de registro de casos de covid-19

Os metadados do formulário de registro de casos de covid-19 da OMS são descritos de acordo com a imagem a seguir:

Figura 1 - Metadados do formulário de registro de casos de covid-19

Global COVID-19 clinical platform: rapid core case report form (CRF), version 8 April 2020, revised 13 July 2020

dc.contributor.author	World Health Organization	en_US
dc.coverage.spatial	Geneva	en_US
dc.date.accessioned	2020-07-14T08:14:15Z	
dc.date.available	2020-07-14T08:14:15Z	
dc.date.issued	2020	
dc.identifier.govdoc	WHO/2019-nCoV/Clinical_CRF/2020.4	
dc.identifier.uri	https://apps.who.int/iris/handle/10665/333229	
dc.description	7 p.	en_US
dc.language.iso	en	en_US
dc.language.iso	ar	
dc.language.iso	ru	
dc.publisher	World Health Organization	en_US
dc.subject.mesh	COVID-19	en_US
dc.subject.mesh	Betacoronavirus	en_US
dc.subject.mesh	Disease Outbreaks	en_US
dc.subject.mesh	Data Anonymization	en_US
dc.subject.mesh	Medical Records	en_US
dc.title	Global COVID-19 clinical platform: rapid core case report form (CRF), version 8 April 2020, revised 13 July 2020	en_US
dc.type	Technical documents	en_US
who.relation.languageVersion	10665/333231	
who.relation.languageVersion	10665/333778	
who.relation.languageVersion	zh	

Fonte: World Health Organization (2022)

Nota-se que nesta descrição, os metadados que fazem referência aos assuntos relacionados à área médica como, por exemplo, covid-19; Betacoronavirus; *Desease Outbreaks*; *Data anonymization e Medical Records*, estão vinculados ao vocabulário Medical Subject Headings (MESH)¹⁹

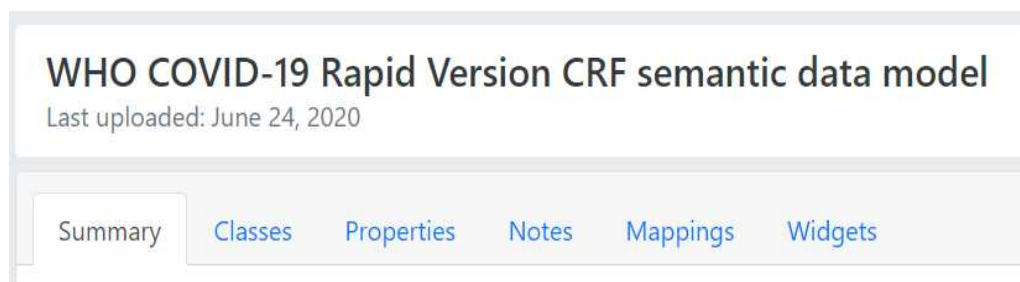
3.5 MODELO SEMÂNTICO WHO COVID-19

O Modelo Semântico WHO COVID-19 foi criado para que os relatos de caso de covid-19 a partir do formulário da OMS fossem legíveis por máquina. Atualmente as métricas do modelo apresentam cerca de 400 classes.

O objetivo principal do modelo é suportar as anotações semânticas para os dados criados a partir do preenchimento do formulário, para que deste modo, seja possível fornecer referências semânticas às perguntas e respostas do formulário. A última versão do modelo está disponível para download nos formatos OWL, CSV, RDF/XML e DIFF (BIOPORTAL, 2022). Após o download, é possível carregar o modelo em ferramentas que trabalham com ontologias, como por exemplo, o Protégé²⁰.

Em sua estrutura inicial, o modelo apresenta um menu com as abas: *Summary*, *Classes*, *Properties*, *Notes*, *Mappings* e *Widgets*, como mostra a imagem:

Figura 2 - Estrutura inicial do modelo semântico WHO COVID-19



Fonte: WHO COVID-19 Rapid... (2022)

A aba “*Summary*” apresenta uma breve descrição do modelo e atributos que auxiliam no uso e categorização. A aba de *Classes* apresenta o conjunto de categorias e conceitos envolvidos na compreensão do modelo. Para cada classe do modelo são

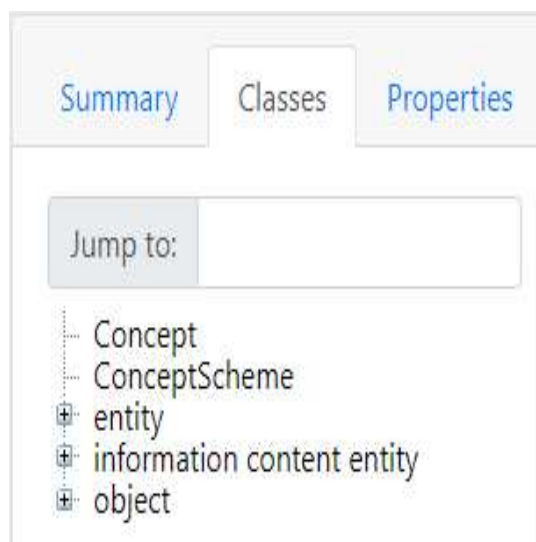
¹⁹ Este vocabulário será descrito na subseção 3.5.1

²⁰ Protégé é um software aplicativo utilizado para o desenvolvimento de ontologias. Disponível em <https://protege.stanford.edu/>

apresentados detalhes necessários para sua implementação no contexto da *World Wide Web* (*Preferred Name*, *ID*, *prefixIRI*, *prefLabel* e *subClassOf*).

A estrutura das classes do modelo se apresenta da seguinte maneira:

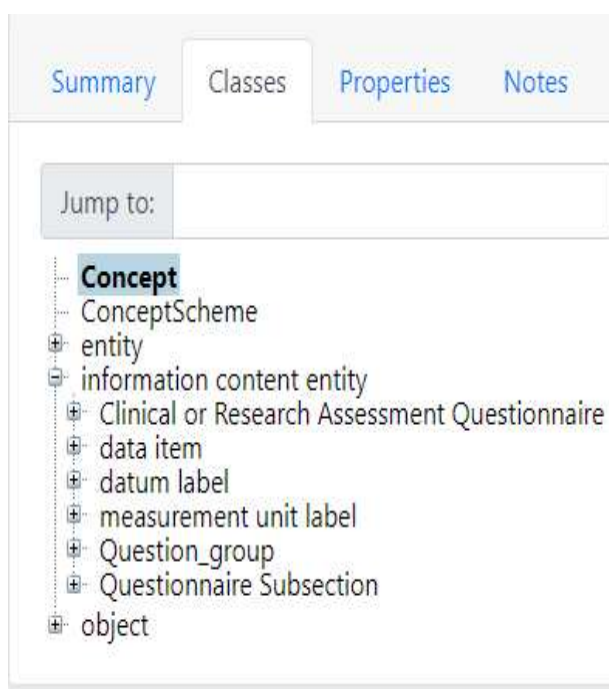
Figura 3 – Estrutura das classes do modelo semântico WHO COVID-19



Fonte: WHO COVID-19 Rapid... (2022)

Ao expandirmos a classe de informações de conteúdo das entidades a estrutura se apresenta da seguinte forma:

Figura 4 – Expansão das classes do modelo semântico WHO COVID-19

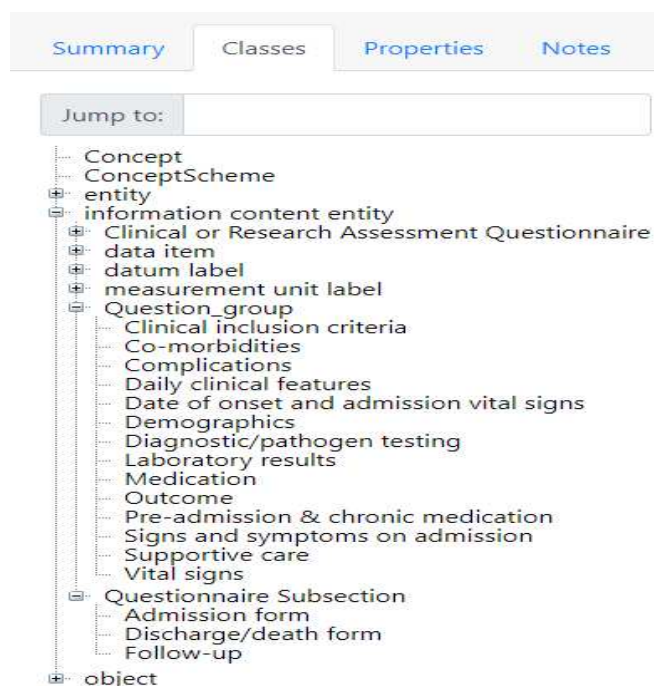


Fonte: WHO COVID-19 Rapid... (2022)

Inseridas na classe de informação de conteúdo das entidades estão, respectivamente, as classes de questionário de avaliação clínica ou pesquisa, dados do item, rótulo de dados, unidade de medida, grupo de perguntas e subseções do questionário.

Ao expandir a classe de grupos, a estrutura aparece da seguinte forma: critérios de inclusão clínica, comorbidades, complicações, características clínicas diárias, data de início e sinais vitais de admissão, informações demográficas, diagnóstico/teste de patógenos, resultados laboratoriais, medicamentos, resultados, sinais e sintomas na admissão e cuidados fornecidos e sinais vitais. Já na classe de subseções do questionário, aparecem as classes de formulário de admissão e formulário de alta/óbito, acompanhamento, como mostra a imagem a seguir:

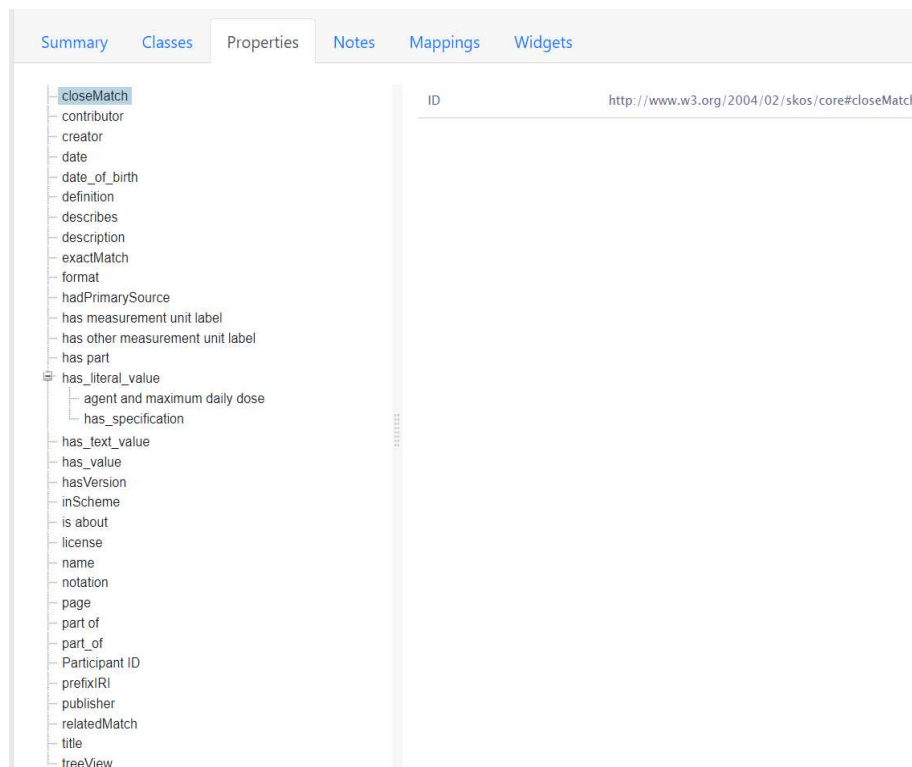
Figura 5 – Classe de grupos do modelo semântico WHO COVID-19



Fonte: WHO COVID-19 Rapid... (2022)

A aba de Propriedades apresenta a relação de propriedades que auxiliam na descrição das classes e suas associações:

Figura 6 – Aba de propriedades do modelo semântico WHO COVID-19



Fonte: WHO COVID-19 Rapid... (2022)

Como um dos meios de cumprir os objetivos anteriormente explicitados foram exploradas as classes de grupo de perguntas e das subseções do questionário de modo a verificar quais os sistemas de organização do conhecimento são utilizados para descrever as classes em suas estruturas.

Mais detalhes sobre o modelo semântico podem ser obtidos na aba suporte na opção ajuda.²¹ Nesta opção, o usuário pode aprender a navegar e utilizar o modelo, a partir das opções de Interface de uso, tarefas comuns, como programar com o BioPortal API, Glossário, Perguntas frequentes sobre o BioPortal e como citar a *National Center for Biomedical Ontology* e o BioPortal.

3.5.1 Vocabulários que compõem modelo semântico WHO COVID-19.

Nesta subseção está demonstrado por meio do quadro 2, o conjunto de vocabulários e/ou terminologias identificadas a partir da análise feita no Modelo

²¹ https://www.bioontology.org/wiki/BioPortal_Help

Semântico WHO COVID-19. O quadro está estruturado em duas colunas, uma com o nome do instrumento e outra com sua breve descrição e objetivo.

Quadro 2 – Vocabulários e/ou terminologias apontados pelo modelo semântico WHO COVID-19

Instrumento	OBJETIVO
ICID10CM	A ICID - Classificação Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde, frequentemente designada pela sigla ICID (em inglês: International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems - ICID) fornece dados relativos à classificação de doenças A ICID-10CM é uma atualização referente a codificação e classificação dos dados de mortalidade dos atestados de óbito (INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF..., 2022)
MESH	O Medical Subject Headings (MESH) é um vocabulário controlado produzido pela National Library of Medicine e usado para indexação, catalogação e busca de informações e documentos biomédicos relacionados à saúde (MEDICAL SUBJECT READINGS, 2022).
SNOMEDCT	A Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms (SNOMED CT) é uma terminologia de saúde clínica abrangente e multilíngue e é um recurso com conteúdo clínico cientificamente validado que é lançado mensalmente, permite a representação consistente de conteúdo clínico em sistemas de informações clínicas, dados de saúde e plataformas analíticas e soluções de interoperabilidade. (WHO WE ARE, 2022)
LOINC	O principal objetivo do Logical Observation Identifiers, Names, and Codes (LOINC) é desenvolver e promover a adoção de padrões de dados abertos que permitam a transmissão, compreensão e uso eficientes de dados de saúde, através de padrões de terminologia abertos integrados a todos os sistemas de informações clínicas que compartilham dados (MISSION, VISION AND..., 2023)
MEDDRA	O Medical Dictionary for Regulatory Activities (MEDDRA) é uma terminologia médica internacional com foco na entrada, recuperação, análise e exibição de dados. Aplica-se a todas as fases do desenvolvimento de medicamentos. (MEDICAL DICTIONARY FOR..., 2022)

Fonte: Elaboração própria (2023)

3.5.2 Ontologias que compõem o modelo semântico WHO COVID-19

Nesta seção serão descritas as ontologias apontadas pelo modelo semântico WHO COVID-19. A análise foi feita a partir do site que hospeda o modelo, analisando sua lista de ontologias a partir das Classes e seus mapeamentos. A análise foi dividida em dois

aspectos: as ontologias que foram identificadas como sendo da área médica, que são de maior interesse desta pesquisa e as ontologias de outras áreas.

3.5.2.1 Ontologias da área médica

Como forma de demonstrar a análise feita, foi elaborado um quadro que lista a Ontologia, seu objetivo e as a breve descrição das classes iniciais.

Quadro 3 – Ontologias da área médica que compõem o modelo semântico WHO COVID-19

ONTOLOGIA	OBJETIVO	CLASSES ²²
NIFSTD	A ontologia Neuroscience Information Framework Standard Ontology (NIFSTD) é um componente central do projeto Neuroscience Information Framework (NIF) que é um portal semanticamente aprimorado para acessar e integrar dados, ferramentas e informações da neurociência (NEUROSCIENCE INFORMATION FRAMEWORK..., 2022).	Exemplos de classes: 374068; 378783; 386574. Todas estas classes estão com seu link de identificação vinculado à National Library of Medicine ²³ e estão inclusas na categoria de Genes.
CHEAR	Children's Health Exposure Analysis Resource (CHEAR), procura fornecer à comunidade de pesquisa externa, acesso a análises laboratoriais e de dados que adicionam ou expandem a inclusão de exposições ambientais na pesquisa de saúde infantil. O objetivo do CHEAR é fornecer ferramentas para que os pesquisadores possam avaliar toda a gama de exposições ambientais que podem afetar a saúde das crianças (CHILDREN'S HEALTH EXPOSURE..., 2022).	Primeiro nível de Classe: citoplasma acidófilo - Citoplasma que exibe uma coloração e cor características, vermelho ou rosa, com coloração de Eosina.
SEE	Surgical Secondary Events (SSE) é uma ontologia de Eventos Secundários	Primeiro nível de classe: Sistema Cardiovascular. Os mapeamentos

²² Serão descritos apenas o primeiro nível das classes, quando possível, para facilitar o entendimento das características da Ontologia

²³ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>

	Cirúrgicos do Memorial Sloan-Kettering Cancer Center (SURGICAL SECONDARY EVENTS, 2022).	relacionados à esta classe, fazem menção à diversas ontologias da área médica.
GLYCORDF	GlycoRDF é uma representação padrão para armazenar dados glicêmicos em RDF ²⁴ (GLYCORDF, 2022).	Primeiro nível de classe: artigos acadêmicos. No contexto da pesquisa realizada não foram encontradas informações para detalhar as classes da ontologia sob análise, porém, além do objetivo, os mapeamentos relacionados às classes fazem menção à diversas ontologias da área médica.
BRO	Biomedical Research Ontology (BRO) – É uma terminologia controlada de recursos, que é usada para melhorar a sensibilidade e a especificidade das pesquisas na web relacionadas à área biomédica (BIOMEDICAL RESEARCH ONTOLOGY, 2022)	Primeiro nível de classe: Atividades – de interesse que ou relacionadas ao BRO. Os mapeamentos relacionados a esta classe fazem menção a diversas ontologias da área médica.
GVO	A Genome Variation Ontology (GVO) é uma ontologia para a descrição sistemática de várias variações genômicas, incluindo variações estruturais complexas. (GENOME VARIATION ONTOLOGY, 2022).	Primeiro nível de classe: Agente - Um recurso que age ou tem o poder de agir. Os mapeamentos relacionados a esta classe fazem menção a diversas ontologias da área médica.
BRIDG	O modelo Biomedical Research Integrated Domain Group (BRIDG) tem o objetivo de produzir uma visão compartilhada da semântica dinâmica e estática para o domínio da pesquisa orientada a protocolos e seus artefatos regulatórios associados (BIOMEDICAL RESEARCH INTEGRATED..., 2022).	Primeiro nível de classe: Agente - Um recurso que age ou tem o poder de agir. Os mapeamentos relacionados à esta classe, fazem menção à diversas ontologias da área médica.
OBO Foundry	A objetivo da Open Biological and Biomedical Ontology	No contexto da pesquisa realizada não foram encontradas informações sobre

²⁴ RDF é um modelo padrão para intercâmbio de dados na Web. O RDF possui recursos que facilitam a mesclagem de dados, mesmo que os esquemas subjacentes sejam diferentes, e suporta especificamente a evolução dos esquemas ao longo do tempo, sem exigir que todos os consumidores de dados sejam alterados. (RDF, 2014)

	(OBO Foundry) é desenvolver uma família de ontologias interoperáveis que sejam logicamente bem formadas e cientificamente precisas, voltadas para a área da Biomedicina. (ABOUT THE OBO..., 2022)	as classes da ontologia sob análise.
OCHV	A Ontology of Consumer Health Vocabulary (OCHV) é uma implementação codificada em SKOS ²⁵ da ‘Iniciativa de Vocabulário de Saúde do Consumidor de Acesso Aberto e Colaborativo’ da Universidade de Utah (ONTOLOGY OF CONSUMER..., 2022).	No contexto da pesquisa realizada não foram encontradas informações para detalhar as classes da ontologia sob análise, porém, além do objetivo, os mapeamentos relacionados às classes, fazem menção à diversas ontologias da área médica.
PMD	A Persian Medicine Diseases Ontology (PMD) é uma ontologia que representa a classificação e informações relacionadas às doenças da medicina persa (PERSIAN MEDICINE DISEASES..., 2022).	O primeiro nível das Classes desta ontologia está com seu link de identificação vinculado à Onto-Med. ²⁶ No contexto da pesquisa realizada não foram encontradas informações para detalhar as classes da ontologia sob análise, porém, além do objetivo, os mapeamentos relacionados às classes fazem menção à diversas ontologias da área médica.
ICPS	A International Classification for Patient Safety (ICPS) é uma rede de ontologias voltadas para a segurança do paciente (INTERNATIONAL CLASSIFICATION FOR..., 2022).	No contexto da pesquisa realizada não foram encontradas informações sobre as classes da ontologia sob análise.
GFO - BIO	General Formal Ontology for Biology (GFO-BIO) - é uma ontologia de núcleo biológico construída sobre a General Formal Ontology ²⁷	O primeiro nível das Classes desta ontologia está com seu link de identificação vinculado à Onto-Med. No contexto da pesquisa realizada não

²⁵ SKOS é uma área de trabalho que desenvolve especificações e padrões para apoiar o uso de SOC, como tesouros, esquemas de classificação, sistemas de títulos de assunto e taxonomias no âmbito da Web Semântica (INTRODUCTION TO SKOS, 2012).

²⁶ O Onto-Med Research Group realiza pesquisas básicas em ontologia formal, projeta ferramentas formais para construir e gerenciar ontologias e desenvolve ontologias de alto nível, bem como ontologias de domínio e núcleo para medicina, biomedicina e biologia, mas também para outros campos (HOME, 2010).

²⁷ A General Formal Ontology (GFO) é uma ontologia de alto nível para modelagem conceitual. Sua definição detalhada encontra-se na subseção de Ontologias que não são da área médica.

	(GENERAL FORMAL ONTOLOGY..., 2022).	foram encontradas informações para detalhar as classes da ontologia sob análise, porém, além do objetivo, os mapeamentos relacionados às classes fazem menção à diversas ontologias da área médica.
ONL	A OntoNeuroLOG, foi desenvolvida no contexto do projeto NeuroLOG ²⁸ , com o objetivo de integrar recursos heterogêneos distribuídos em neuroimagem (DATASET PROCESSING, 2022).	No contexto da pesquisa realizada não foram encontradas informações para detalhar as classes da ontologia sob análise, porém, os mapeamentos relacionados às classes, fazem menção à diversas ontologias da área médica.
ONTOVIP	A ontologia OntoVIP foi desenvolvida no contexto do projeto Virtual Imaging Platform (VIP), um projeto francês com o objetivo de compartilhar imagens médicas (MEDICAL IMAGE SIMULATION, 2022).	No contexto da pesquisa realizada não foram encontradas informações para detalhar as classes da ontologia sob análise, porém, os mapeamentos relacionados às classes fazem menção à diversas ontologias da área médica.
AFO	Allotrope Foundation Ontology (AFO) é um conjunto de ontologias que fornece um vocabulário padrão e um modelo semântico para a representação de processos analíticos laboratoriais (ALLOTROPE MERGED ONTOLOGY..., 2022).	No contexto da pesquisa realizada não foram encontradas informações para detalhar as classes da ontologia sob análise, porém, além do objetivo os mapeamentos relacionados às classes fazem menção à diversas ontologias da área médica.
DCM	DICOM Controlled Terminology (DCM) é uma terminologia controlada pelo padrão internacional de imagens médicas e informações, que define os formatos de imagens que podem ser trocadas com os dados e qualidade necessários para uso clínico (DICOM CONTROLLED TERMINOLOGY, 2022).	No contexto da pesquisa realizada não foram encontradas informações sobre as classes da ontologia sob análise.

²⁸ O projeto NeuroLOG possui uma plataforma distribuída para apoiar estudos multicêntricos em neurociências que permite o armazenamento e a análise de neurodados com capacidade computacional para suportar experimentos com uso intensivo de dados em um ambiente seguro (NEUROLOG PROJECT, 2012).

CNO	Computational Neuroscience Ontology é um vocabulário controlado de termos usados em Neurociências Computacionais para descrever dados relacionados ao sistema nervoso (COMPUTATIONAL NEUROSCIENCE ONTOLOGY, 2022).	Primeiro nível de classe: Coleções - As coleções rotuladas podem ser usadas onde você for necessário que um conjunto de conceitos seja exibido em uma hierarquia. Os mapeamentos relacionados à esta classe, fazem menção à diversas ontologias da área médica.
DIAGONT	Diagnostic Ontology (DIAGONT) é uma ontologia diagnóstica computacional para estudos diagnósticos, que auxilia na padronização de relatórios de artigos (DIAGNOSTIC ONTOLOGY, 2022).	Primeiro nível de classe: Conceito. Os mapeamentos relacionados a esta classe, fazem menção à diversas ontologias da área médica.
ONTOMA	Ontology of Alternative Medicine (ONTOMA) é uma ontologia que reúne os conceitos comuns de comunicação entre a medicina tradicional e a medicina ocidental (ONTOLOGY OF ALTERNATIVE..., 2022).	Primeiro nível de classe: atores de saúde - Os atores de saúde são atores humanos que intervêm no processo de cuidado.
PREMEDONTO	Precision Medicine Ontology (PREMEDONTO) é uma ontologia de aplicação ²⁹ voltada para a medicina de precisão e as ontologias biomédicas (PRECISION MEDICINE ONTOLOGY, 2022).	Primeiro nível de classe: Atividades - Qualquer ação que possa, no contexto de um estudo ou investigação pós-comercialização, ser definida, planejada, programada ou executada. Exemplos: procedimento cirúrgico, exame laboratorial, administração de medicamento.
CRISP	Computer Retrieval of Information on Scientific Projects é um banco de dados pesquisável de projetos de pesquisa biomédica financiados pelo governo federal dos EUA conduzidos em universidades, hospitais e outras instituições de pesquisa (COMPUTER RETRIEVAL OF..., 2023).	Primeiro nível de classe: Anatomia - cabeçalho para termos anatômicos, fisiológicos e relacionados.
NCIT	National Cancer Institute Thesaurus -	Primeiro nível de classe: Célula

²⁹ As ontologias de aplicação descrevem conceitos que dependem tanto de um domínio particular quanto tarefa, que muitas vezes são especializações de ambas as ontologias relacionadas (GUARINO, 1998, p. 10)

	Um vocabulário para atendimento clínico, pesquisa translacional e básica e informações públicas e atividades administrativas (NATIONAL CANCER INSTITUTE..., 2022).	Anormal - Um tipo de célula humana anormal que pode ocorrer em estados de doença ou modelos de doença.
GALEN	Uma tradução da ontologia Galen completa (do projeto OpenGALEN ³⁰) para a descrição lógica em OWL ³¹ (GALEN ONTOLOGY, 2022).	No contexto da pesquisa realizada não foram encontradas informações para detalhar as classes da ontologia sob análise.
NIFDYS	Neuroscience Information Framework Dysfunction Ontology abrange as áreas de anatomia, doença, coleta de dados, gerenciamento de projeto e design experimental (NEUROSCIENCE INFORMATION FRAMEWORK..., 2022).	No contexto da pesquisa realizada não foram encontradas informações para detalhar as classes da ontologia sob análise.
NONRCTO	Non-Randomized Controlled Trials Ontology. Uma ontologia para auxiliar o processo de revisão sistemática e metanálise de ensaios clínicos não randomizados (NON-RANDOMIZED CONTROLLED..., 2022).	No contexto da pesquisa realizada não foram encontradas informações para detalhar as classes da ontologia sob análise, porém, além do objetivo os mapeamentos relacionados às classes fazem menção à diversas ontologias da área médica.
RCTONT	Randomized Controlled Trials Ontology - uma ontologia específica para Ensaios Controlados Randomizados para facilitar a produção de revisões sistemáticas e metanálises de testes clínicos. (RANDOMIZED CONTROLLED TRIALS..., 2022).	No contexto da pesquisa realizada não foram encontradas informações para detalhar as classes da ontologia sob análise, porém, além do objetivo os mapeamentos relacionados às classes fazem menção à diversas ontologias da área médica.

Fonte: Elaboração própria (2023)

³⁰ O programa GALEN de pesquisa em terminologia médica começou em 1991. Em 1999, o OpenGALEN foi formado para fornecer uma rota de código aberto para disseminar os resultados desse programa e como uma estrutura para seu desenvolvimento futuro. (RECTOR, A. L. et al, 2003)

³¹ OWL é um formato de arquivo que significa "Web Ontology Language". Em geral, o conhecimento expresso no formato OWL é legível por computador e pode representar um rico conhecimento sobre recursos (como partes LOINC e termos LOINC) e as relações entre eles. (LOINC DOCUMENT ONTOLOGY..., 2023)

3.5.2.2 Outras ontologias identificadas

Nesta seção são listadas as ontologias identificadas como sendo de outras áreas que não da área médica, sendo listadas o nome das ontologias sua breve descrição e objetivo, de modo a esclarecer o porquê da inclusão das mesmas dentro desta categoria.

- BCI-O - A ontologia *Brain-Computer Interaction* especifica um modelo de metadados fundamental definido para atividades de captura de dados multimodais do mundo real. Descreve uma estrutura conceitual que os aplicativos BCI podem estender e usar em suas implementações, para definir conceitos centrais que capturam um vocabulário de metadados relevante e interoperável (BRAIN-COMPUTER INTERACTION..., 2022).
- BERO - Ontologia de Pesquisa Biológica e Ambiental (BERO) é uma ontologia de aplicação desenvolvida pela combinação de muitas ontologias relacionadas a esta área (BIOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL..., 2022).
- BIOMO - A ontologia Biological Observation Matrix mapeia o formato BIOM oferecendo um método para converter um arquivo BIOM para RDF e, portanto, publicá-lo como Linked Data (BIOLOGICAL OBSERVATION MATRIX..., 2022).
- COGAT - O Cognitive Atlas é um projeto colaborativo de construção de conhecimento que visa desenvolver uma ontologia que caracterize o estado do pensamento atual nas ciências cognitivas. Ele define um conjunto de conceitos mentais juntamente com um conjunto de tarefas mentais e as relações de medição entre essas classes (COGNITIVE ATLAS ONTOLOGY, 2022).
- DATAcite - A Ontologia DataCite é uma ontologia que permite que as propriedades de metadados para a identificação precisa e consistente de um recurso para fins de citação e recuperação sejam descritas em RDF (SPAR DATAcite ONTOLOGY, 2022).
- DCAT – Data Catalog Vocabulary - É um vocabulário projetado para facilitar a interoperabilidade entre catálogos de dados publicados na Web. O DCAT permite que um editor descreva conjuntos de dados e serviços em um catálogo usando um modelo e vocabulário padrão que facilitam o consumo e a agregação de metadados de vários catálogos (DATA CATALOG VOCABULARY..., 2022).

- DCMITYPE – O vocabulário DCMI Type fornece uma lista geral de domínio cruzado de termos aprovados que podem ser usados como valores para identificar o gênero de um recurso (DCMI TYPE VOCABULARY, 2022).
- FAST-EVENT - Faceted Application of Subject Terminology é um esquema de título de assunto facetado e enumerativo derivado do LCSH (FAST FACETED APPLICATION..., 2022)
- FGNHNS - Ontologia de grupos de alimentos da Pesquisa Nacional de Saúde e Nutrição do Ministério da Saúde, Trabalho e Bem-Estar. Os alimentos são divididos em categorias principais, médias e secundárias, e os nomes em inglês e japonês dos alimentos pertencentes às categorias secundárias são anotados (FOODGROUPTHNS, 2022).
- GEOSPARQL - O padrão GeoSPARQL oferece suporte à representação e consulta de dados geoespaciais na Web Semântica e define um vocabulário para representar estes dados em RDF definindo uma extensão para a linguagem de consulta SPARQL³² para processá-los (GEOSPARQL, 2022).
- GEOSPECIES - Esta ontologia foi projetada para ajudar a integrar conceitos de espécies e suas ocorrências, sequências de genes, imagens, referências e informações geográficas (GEOSPECIES ONTOLOGY, 2022).
- GFO - A *General Formal Ontology* é uma ontologia de alto nível para modelagem conceitual, que está sendo constantemente desenvolvida pela Onto-Med. Inclui elaboração de categorias como objetos, processos, tempo e espaço, propriedades, relações, papéis, funções, fatos e situações (GENERAL FORMAL ONTOLOGY..., 2010).
- G-PROV - *Guideline Provenance* (G-PROV) é uma ontologia que fornece o vocabulário para permitir a proveniência em sistemas de suporte à decisão clínica (GUIDELINE PROVENANCE, 2022).
- GSSO - A ontologia Gender, Sex, and Sexual Orientation (GSSO) é uma ontologia interdisciplinar que conecta termos da biologia, medicina, psicologia, sociologia e estudos de gênero, com o objetivo de preencher as lacunas entre as

³² Protocol and RDF Query Language (SPARQL) é uma linguagem padronizada para a consulta de grafos RDF. Pode ser usada para expressar consultas em diversas fontes de dados e contém recursos para consultar padrões de gráfico obrigatórios e opcionais junto com suas conjunções e disjunções. (SPARQL QUERY LANGUAGE..., 2008).

variações linguísticas dentro e fora do ambiente de saúde (GENDER, SEX, AND..., 2022).

- HASCO - A Human-Aware Science Ontology integra uma coleção de ontologias científicas bem estabelecidas e visa abordar questões relacionadas à anotação de dados para grandes ecossistemas, onde os dados podem vir de diversas fontes, incluindo sensores, resultados de laboratório e questionários (HUMAN-AWARE SCIENCE ONTOLOGY, 2022).
- HHEAR - Human Health Exposure Analysis Resource é uma ontologia de propriedades usada para anotar os estudos incluídos no gráfico de conhecimento (HHEAR PROPERTIES, 2022).
- HHEARVS - Uma ontologia SKOS de esquemas de conceitos a serem usados em modelos de metadados CEDAR (HHEAR VALUE SETS, 2022).
- MADS-RDF - Metadata Authority Description Schema em RDF é um sistema de organização de conhecimento projetado para uso com valores controlados para nomes (pessoais, corporativos, geográficos, etc.), tesouros, taxonomias, sistemas de título de assunto e outros valores controlados listas (METADATA AUTHORITY..., 2022).
- MODSCI – Modern Science Ontology é uma ontologia de referência para modelagem de diferentes tipos de ciências modernas e entidades relacionadas, como descobertas científicas, cientistas renomados, instrumentos e fenômenos (MODERN SCIENCE ONTOLOGY, 2022).
- OA - A Web Annotation Ontology descreve um modelo e formato estruturados para permitir que as anotações sejam compartilhadas e reutilizadas em diferentes plataformas de hardware e software (WEB ANNOTATION ONTOLOGY, 2022)
- PROJ – Project Ontology é uma ontologia relacionada com PROV-O que tem como objetivo possibilitar a publicação de informações que descrevam projetos, inclusive projetos de pesquisa (PROJECT ONTOLOGY, 2022).
- QUDT - O esquema QUDT, ou "Quantidade, Unidade, Dimensão e Tipo" define as propriedades das classes básicas e as restrições usadas para modelar quantidades físicas, unidades de medida e suas dimensões em vários sistemas de medição (QUANTITIES, UNITS, DIMENSIONS..., 2022).
- RVO - Research Variable Ontology, propõe um esquema que pode ser usado para registrar pesquisas de análise de dados empíricos e pode ser usado como uma base de conhecimento para apoiar a fase de exploração de conhecimento de uma nova

pesquisa analítica para aprender e obter recomendações. (RESEARCH VARIABLE ONTOLOGY, 2022)

- SALMON - Uma ontologia que representa o conhecimento sobre salmão, características de seus habitats, partes interessadas do salmão e entidades relacionadas (SALMON ONTOLOGY, 2022)
- SCO - A Ontologia de Coorte de Estudo (SCO) é desenvolvida para modelar a estrutura geral e os padrões de variáveis de coorte e grupos de controle/intervenção definidos nas descrições de população estruturada de estudos de caso observacionais e ensaios clínicos (STUDY COHORT ONTOLOGY, 2022).
- SEPIO - A Ontologia de Informações de Proveniência e Evidências Científicas (SEPIO) foi desenvolvida para dar suporte à descrição de evidências e informações de proveniência para alegações científicas (SCIENTIFIC EVIDENCE AND..., 2022).
- SIO - A ontologia integrada da ciência semântica (SIO) fornece uma ontologia de nível superior simples e integrada para representação de conhecimento consistente em entidades físicas, processuais e informacionais (SEMANTICSCIENCE INTEGRATED ONTOLOGY, 2022).
- TOK – Terminological and Ontological Knowledge Resources Ontology - uma Ontologia que descreve Recursos com diferentes formatos. Esta Ontologia pode ser usada para anotar e descrever recursos de Conhecimento Terminológico, Ontológico (TERMINOLOGICAL AND ONTOLOGICAL..., 2022).
- VIVO - A ontologia VIVO representa os pesquisadores no contexto de suas experiências, produtos, interesses, realizações e instituições associadas (VIVO ONTOLOGY FOR..., 2022).
- VIVO-ISF - Os módulos de ontologia Vivo - Integrated Semantic Framework fornecem um conjunto de tipos (classes) e relacionamentos (propriedades) para representar os pesquisadores e o contexto completo em que trabalham. (VIVO-INTEGRATED SEMANTIC..., 2022).

3.6 PADRÃO FHIR

Para os sistemas de informação em saúde, segundo Bender e Sartipi (2013), a interoperabilidade é tida como um requisito essencial, pois, sistemas com esta característica oferecem além de um melhor custo-benefício, também uma disponibilização mais eficaz das informações para os tratamentos de pacientes. Essa interoperabilidade pode ser alcançada a partir da utilização de padrões consistentes para a definição do significado sintático e semântico da informação. Destaca-se, portanto, a necessidade de usar padrões para permitir a interação e troca de informação a partir de definições heterogêneas de recursos, conforme observado na subseção sobre interoperabilidade.

Neste contexto, pode-se citar a Health Level Seven (HL7), que é uma organização sem fins lucrativos de desenvolvimento de padrões que foi criada em 1987 para desenvolver, especificamente, padrões para sistemas de informação hospitalares. Atualmente, a HL7 é uma comunidade internacional de especialistas em informações da área saúde que possui o objetivo de desenvolver padrões para a troca de informação em saúde e interoperabilidade entre sistemas. Esta organização produz tanto padrões de sistema eletrônico para troca de mensagens, bem como para a estrutura de documentos e de conteúdo visando oferecer um suporte para a interoperabilidade de sistemas (BENDER; SARTIPI, 2013).

Recentemente a HL7 iniciou o desenvolvimento de um novo padrão denominado Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR), que utiliza uma abordagem incremental interativa no intuito de desenvolver um padrão que reflita as melhores práticas atuais das indústrias em projetos de sistema complexos. O FHIR surgiu a partir de um contexto que existia uma pressão devido à falta de implementações da 3ª versão do HL7, e devido a esta cobrança, iniciou-se um estudo para analisar como os padrões de troca de mensagens da HL7 poderiam ser melhorados, o que inspirou o questionamento sobre uma nova abordagem para a troca de informações de saúde, posteriormente denominada FHIR (BENDER; SARTIPI, 2013).

Segundo Reisen et al. (2021) FHIR é um padrão introduzido em 2011 inicialmente usado em sistemas da área de saúde fornecendo um padrão informacional composto de diversos recursos com o objetivo de obter uma padronização de estrutura e conteúdo para suprir as necessidades informacionais dos sistemas de informação em saúde.

Ressalta-se que a 3ª versão do HL7, bem como as versões anteriores não foram descartadas, mas sim utilizadas como base para a implementação do Padrão FHIR como mostra a figura a seguir:

Figura 7 – Comparação de versões da HL7

Table 1. Comparison of FHIR with HL7 V2 & V3

Property	HL7 v2	HL7 v3	HL7 FHIR
Year initiated	1987	1997	2011
Development Process/methodology	Bottom up / ad hoc	Top-down, MDA	Iterative and incremental
Architectural paradigm	Message, Fields and records	Message-Oriented	RESTful
Semantic Ontology	No	Yes	Yes?
Learning overhead	Order of weeks	Order of months	Order of weeks
Specialized tooling required?	Yes - parser	Yes - model compiler	No
Directly consumable?	yes	no	yes
Order of size of specification	hundreds of pages	thousands of pages	hundreds of pages
Implementation examples in specification	yes	minimal	yes
Reference implementations available from HL7	no	no	yes
Industry and community support	strong	weak	n/a - too new
Inherently suitable for mobile devices	no	no	yes
Number of message types	?	450	30
Degree of adoption	Very high	Very low	n/a
Information model type	ad hoc	constrained RIM	?
International character support	no (ASCII)	conceptually yes	yes (UTF8)
International message format support	single global standard	localized by realm	single global standard

Fonte: (BENDER; SARTIPI, 2013, p. 331)

De acordo com a figura 7, pode-se notar algumas diferenças do FHIR para as versões anteriores, podendo destacar que o FHIR tem um paradigma arquitetônico baseado em RESTful.³³ Sob o viés da utilização em sistemas computadorizados, esse paradigma pode ser considerado como um fator que reduz as dificuldades para a interoperabilidade entre sistemas, pois é um modelo de interface para aplicações na Web que facilita a troca de mensagens (MOREIRA et al., 2019).

O padrão FHIR tem como alvos principais para sua utilização, os laboratórios clínicos e de saúde pública, organizações de desenvolvimento de padrões, agências reguladoras, fornecedores farmacêuticos, fornecedores de equipamentos, fornecedores de tecnologias de informação para cuidados de saúde, fornecedores de sistemas de apoio à decisão clínica, fornecedores de laboratório, secretarias de saúde locais e estaduais, provedores de serviços de imagem médica, instituições de saúde dentre outros (WELCOME TO FHIR, 2022).

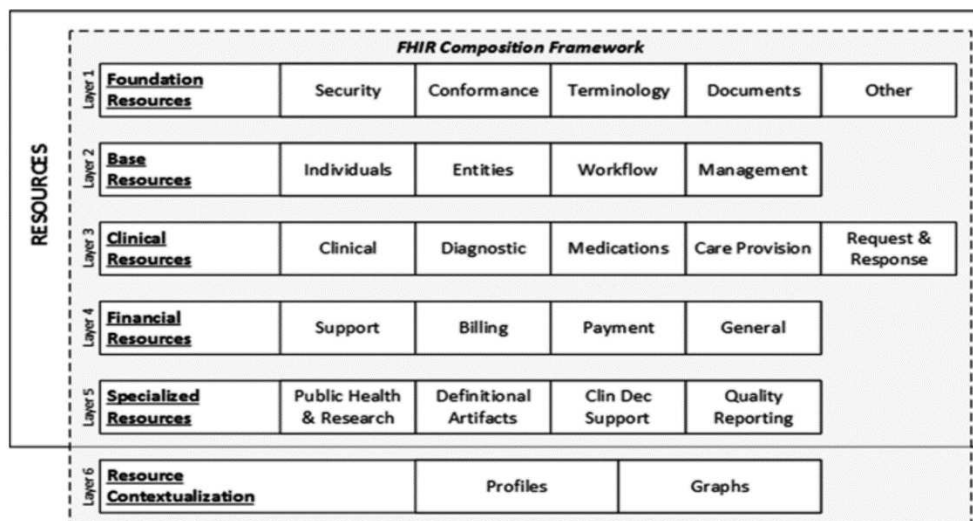
³³ Padrão de arquitetura para permitir interoperabilidade em chamadas de sistemas e programas na Ciência da Computação (BENDER; SARTIP, 2013)

Pode-se citar como benefícios deste padrão, a criação de uma especificação comum pela qual os participantes da área de saúde podem compartilhar informações, a possibilidade do desenvolvimento de aplicações que se beneficiam do acesso a informações de alta qualidade de forma que sejam de fácil utilização e o apoio às melhorias na prestação de cuidados de saúde (WELCOME TO FHIR, 2022).

3.6.1 Módulos do Padrão FHIR

Os recursos do FHIR são divididos em camadas e inseridas em nestas camadas estão os módulos, como apresentado na Figura 8:

Figura 8 – Estrutura das camadas do FHIR



Fonte: (BRAUNSTEIN, 2018, p. 183)

Após uma análise detalhada do FHIR, a partir de seu site oficial e de cada um de seus módulos, foram identificados três módulos (Fundação, Conformidade e Terminologia) que serão detalhados nas subseções a seguir devido ao recorte adotado sobre a representação semântica além de estarem inseridos no contexto da Biblioteconomia e no escopo desta pesquisa.

Vale destacar que não está previsto para esta pesquisa trabalhar especificamente com os aspectos tecnológicos que permeiam a área da Ciência da Computação e áreas afins que estão presentes no detalhamento dos módulos, principalmente em alguns recursos explicitados.

A escolha dos módulos foi feita de forma a atender aos requisitos descritos na subseção 2.2, os termos foram mantidos em língua inglesa, para manter o padrão encontrado na literatura e no site, e a descrição procura esclarecer o significado do termo.

3.6.1.1 Módulo de fundação

Este módulo, onde encontra-se a infraestrutura de definição básica na qual o restante da especificação é construído, é responsável pela infraestrutura geral do FHIR e mantém a maior parte da documentação básica para sua especificação (FOUNDATION MODULE, 2022). A composição deste módulo se dá da seguinte forma:

1. *Resource*:

Define uma série de diferentes tipos de recursos que podem ser usados para trocar e/ou armazenar dados para resolver uma ampla gama de problemas relacionados à saúde, tanto clínicos quanto administrativos. Além disso, também define diversas maneiras de trocar dados.

2. *Domain Resource*:

Segue a mesma definição do tópico acima, porém com algumas características específicas como explicitado a seguir:

- Possui uma representação XHTML³⁴.
- Pode conter recursos relacionados adicionais (Contained Resources)³⁵
- Pode ter extensões adicionais, bem como os dados definidos (Extensibility)³⁶

3. *Basic*:

É usado para lidar com conceitos ainda não definidos dentro do FHIR, recursos somente narrativos que não são mapeados para um já existente.

4. *Binary*:

Representa os dados de um único artefato bruto como conteúdo digital acessível em seu formato nativo. Normalmente são usados para lidar com conteúdo como:

³⁴ eXtensible Hypertext Markup Language (abreviado XHTML) é uma reformulação da linguagem de marcação HTML, combinada com as regras da linguagem de marcação XML, objetivando a melhoria da exibição das páginas Web em diversos dispositivos (televisão, palm, celular, etc), além da melhoria da acessibilidade do conteúdo (XHTML, 2020).

³⁵ <http://hl7.org/implement/standards/fhir/references.html#contained>

³⁶ <http://hl7.org/implement/standards/fhir/extensibility.html>

- Documentos CDA³⁷
- Documentos PDF³⁸
- Imagens

Pode conter qualquer conteúdo, seja texto, imagem, PDF, arquivo zip etc. e são exibidos em sua forma nativa na interface, mas também podem ser representados em XML³⁹, JSON⁴⁰ ou outros formatos, como quando necessário.

5. *Bundle*:

Tem o objetivo de reunir uma coleção de recursos em uma única instância de um determinado contexto. No FHIR, isso é chamado de "agregação" (ou encapsulamento) dos recursos. É útil da seguinte maneira:

- Retornando um conjunto de recursos que atendem a alguns critérios como parte de uma operação do servidor (RESTful API - Pesquisa)
- Retornando um conjunto de versões como parte da operação de histórico⁴¹ em um servidor.
- Enviando um conjunto de recursos como parte de uma troca de mensagens.⁴²
- Agrupando um conjunto independente de recursos para atuar como uma coleção permutável e persistente com integridade clínica, por exemplo, um documento⁴³ clínico.
- Criando, atualizando ou excluindo um conjunto de recursos em um servidor como uma única operação (Transações)⁴⁴
- Armazenando uma coleção de recursos.

³⁷ O HL7 Clinical Document Architecture (CDA) é um padrão de marcação baseado em XML destinado a especificar a codificação, estrutura e semântica de documentos clínicos (CLINICAL DOCUMENT ARCHITECTURE, 2021)

³⁸ O PDF (Portable Document Format) é um formato de arquivo, desenvolvido pela Adobe Systems em 1993, para representar documentos de maneira independente do aplicativo, do hardware e do sistema operacional usados para criá-los. Um arquivo PDF pode descrever documentos que contenham texto, gráficos e imagens num formato independente de dispositivo e resolução (PORTABLE DOCUMENT FORMAT, 2022)

³⁹ Em computação, XML (Extensible Markup Language) é um tipo de linguagem utilizada para compartilhamento fácil de informações por intermédio da internet, através da criação de documentos com dados organizados hierarquicamente para ser usado por diferentes sistemas informatizados (XML, 2022).

⁴⁰ Em computação, JSON, um acrônimo de JavaScript Object Notation, é um formato compacto, de padrão aberto independente, para troca de dados simples e rápida entre sistemas (JSON, 2022).

⁴¹ <http://hl7.org/implement/standards/fhir/http.html#history>

⁴² <http://hl7.org/implement/standards/fhir/messaging.html>

⁴³ <http://hl7.org/implement/standards/fhir/documents.html>

⁴⁴ <http://hl7.org/implement/standards/fhir/http.html#transaction>

6. *Questionnaire:*

Um conjunto estruturado de perguntas destinadas a orientar a coleta de respostas dos usuários finais fornecendo controle detalhado sobre a ordem, apresentação, fraseologia e agrupamento para permitir que a coleta de dados seja coerente e consistente. Trata-se de uma coleção organizada de perguntas destinadas a solicitar informações de pacientes, provedores ou outros indivíduos envolvidos no domínio da saúde.

7. *Questionnaire Response:*

Um conjunto estruturado de perguntas e suas respostas ordenadas e agrupadas em subconjuntos coerentes, correspondendo à estrutura de agrupamento do questionário a ser respondido. Este recurso fornece uma lista completa ou parcial de respostas preenchidas ao responder a um questionário cobrindo a necessidade de comunicar dados provenientes de formulários usados em exames de histórico médico, questionários de pesquisa e, às vezes, registros completos de especialidades clínicas.

8. *List:*

É uma coleção de registros simples e ordenada utilizada para registros de dados sobre alergias, medicamentos, alertas, histórico familiar e histórico médico. Os dados suportados por essa coleção podem ser homogêneos, consistindo em apenas um tipo de recurso (por exemplo, listas de alergias), bem como heterogêneos, contendo uma variedade de informações, por exemplo, uma lista de problemas incluindo: predisposições, intolerâncias, alergias e procedimentos recentes.

9. *Composition:*

Um conjunto de informações relacionadas à saúde que são reunidas em um único pacote lógico que fornece uma única declaração de significado coerente, estabelecendo seu próprio contexto. Define a estrutura e o conteúdo necessários para um documento.

10. *Document Reference:*

Fornecer metadados sobre o documento para que ele possa ser encontrado e gerenciado e é usado para indexar um documento, nota clínica e outros objetos binários para disponibilizá-los em um sistema de saúde.

11. *DocumentManifestation:*

Reúne um conjunto de recursos no contexto clínico que podem ser objeto de fluxo de trabalho, e com um objetivo específico. Normalmente é utilizado em sistemas de

indexação de documentos para trazer o agrupamento de contexto clínico para um conjunto mais amplo de recursos.

12. *Operational Outcome:*

São conjuntos de mensagens de erro, aviso e informações que fornecem informações detalhadas sobre o resultado de uma tentativa de operação do sistema. Eles são fornecidos como uma resposta direta do sistema e fornecem informações sobre o resultado da operação.

13. *Parameters:*

É usado para definir as informações e todos os parâmetros que devem ser seguidos para as operações do sistema.

14. *Subscription:*

Depois que uma inscrição é feita, todos os recursos recém-criados ou atualizados que atendem aos critérios fazem com que uma notificação seja enviada usando o canal pré-definido.

15. *Subscription status:*

Descreve o estado de uma inscrição durante as notificações e é usado para transmitir informações sobre o estado atual e o conteúdo de uma notificação.

16. *Subscription topic:*

Descreve um fluxo de alterações e eventos relacionados às inscrições e com anotações úteis para fazer projeções. É usado para definir eventos conceituais ou computáveis.

17. *Message header:*

Criado para dar suporte a troca de mensagens usando recursos FHIR. Seu principal uso se dá quando as mensagens são trocadas. Pode ser usado para disponibilizar um arquivo de mensagens anteriores e gerenciar um conjunto de mensagens.

3.6.1.2 Módulo de conformidade

Este módulo é utilizado para testar a conformidade com a o FHIR e definir guias de implementação. O Módulo de Conformidade representa metadados sobre os tipos de dados e recursos do padrão FHIR e pode ser usado para criar especificações derivadas (CONFORMANCE MODULE, 2022). Sua composição é apresentada da seguinte maneira:

1. *Capability Statement*:

Documenta um conjunto de comportamentos de um servidor que pode ser usada como uma declaração de funcionalidade real ou uma declaração de melhoria que for necessária. É uma parte fundamental da estrutura geral de conformidade no FHIR e é usado como uma declaração dos recursos do software ou de um conjunto de regras para um aplicativo. Pode ser usada para teste de compatibilidade do sistema, geração de código ou como base para uma avaliação de conformidade.

2. *Structure Definition*:

É usado para descrever os recursos subjacentes, tipos de dados definidos no FHIR e também para descrever extensões e restrições, ou seja, um conjunto de definições de elementos de dados e suas regras de uso associadas. Isso permite que as definições das estruturas sejam compartilhadas e publicadas através de repositórios, comparadas entre si, e usadas como base para geração de códigos e relatórios.

É parte importante do módulo de conformidade, pois apresenta a estrutura de metadados que viabiliza o compartilhamento com outros recursos, utilizando os seguintes atributos:

- *Url* – identificador usado para referenciar a especificações.
- *Identifier* – identificadores alternativos.
- *Version* – versão corrente da estrutura de especificação.
- *VersionAlgorithm* – Indica o mecanismo usado para comparar as versões para determinar qual é a mais atual.

- *Name* - Um nome legível por computador que identifica a estrutura adequada para geração de códigos.
- *Title* - Um nome que identifica a estrutura.
- *Status* – Permite a filtragem de definições que são apropriadas para o uso no sistema.
- *Experimental* - Estrutura criada para fins de teste.
- *Date* - A data em que esta versão da estrutura foi publicada.
- *Publisher* - Detalhes do indivíduo ou organização que aceita a responsabilidade de publicação.
- *Contact* - Detalhes de contato para ajudar um usuário a encontrar e se comunicar com o editor
- *Description* - Uma descrição em linguagem natural de texto livre da estrutura e seu uso.
- *Purpose* - Por que essa estrutura foi criada e qual é a intenção dela
- *UseContext & Jurisdiction* - Detalhes computáveis sobre propósito e escopo de uso.
- *Copyright* - Restrições de uso e/ou publicação
- *FhirVersion* - A versão da especificação FHIR na qual esta estrutura se baseia.
- *Type* - O tipo que descreve a estrutura
- *ContextType & context* - Para extensões e os tipos de contextos nos quais a extensão pode ser usada.

A estrutura dos recursos também está disponível em diferentes formatos que permitem sua implementação, como é demonstrado no anexo A

Para cada um desses Recursos, há propriedades complementares que não foram avaliadas.

O detalhamento em relação à estrutura, com informações sobre:

- o nome da propriedade;
- uma indicação sobre o nível de maturidade para a adoção da propriedade, conforme rótulos a seguir:

N - *Normative* - aprovado para padronização;

- TU - *Trial use* - pronto para uso mas ainda em teste e sem aprovação para padronização;
- C - *constraints* - o elemento pode conter, ou pode ser afetados por outro que possua o conteúdo “invariante”;
- D - *Draft* - não está suficientemente completa para uso;
- I - *Informative* - recomendações para implementação;
- XD - *Deprecated* - em descontinuidade
- Os limites das suas ocorrências (cardinalidade),
- O tipo de dado utilizado no seu uso,
- Além de descrições complementares e regras limitadoras (outras limitações - *constraints*)

Vale ressaltar que essas propriedades estão no *roadmap* para desenvolvimento e presentes nos três módulos *ValueSet*, *CodeSystem* e *ConceptMap*. Esses três elementos serão explorados na seção 3.6.1.3 – Módulo de Terminologia.

3. *Operation Definition:*

Fornece uma definição formal computável de uma operação ou uma consulta nomeada. Serve a dois propósitos principais:

- Para permitir a determinação automática da compatibilidade do sistema
- Para permitir a geração dinâmica de formulários para conduzir as operações.

4. *Search Parameter:*

Define um item de pesquisa para ser usado para pesquisar/filtrar em um recurso e mostra:

- como consultar o parâmetro de pesquisa de um cliente
- como o parâmetro de pesquisa deve ser entendido pelo servidor
- onde, no recurso de origem, o parâmetro corresponde

5. *Compartment Definition:*

Define como os recursos são acessados em um servidor, sendo um agrupamento lógico de recursos que compartilham uma propriedade comum e têm duas funções principais:

- Funcionam como um mecanismo de acesso para encontrar rapidamente um conjunto de recursos relacionados
- Fornecem uma base de definição para aplicar o controle de acesso aos recursos rapidamente.

6. *Implementation Guide:*

É um conjunto de regras sobre como os recursos FHIR são usados, com documentação associada para apoiar e esclarecer o uso. Classicamente, essas regras são publicadas na Web usando o FHIR Implementation Guide Publisher.

O modelo FHIR traz em seus guias de implementação cenários para resolução de problemas típicos de saúde. São cenários não exaustivos, mas que apresentam exemplos que podem ser utilizados em diferentes situações. O uso de PHR (*Personal Health Records*) e a publicação de documentos compartilhados (*Document Sharing*) viabilizam soluções compartilhadas para a implementação por intermédio de APIs (*Application Programming Interface*).

7. *Element Definition (datatype):*

É a definição de um elemento em um recurso ou em uma extensão. Esta definição inclui:

- Nome, Cardinalidade e tipo de dados
- Definições, notas de uso e requisitos
- Valores padrão ou fixos
- Restrições, limites de comprimento e outras regras de uso
- Vinculação de Terminologia
- Mapeamentos para outras especificações
- Informações de uso estrutural

8. *Full profiling details:*

A especificação base FHIR descreve um conjunto de recursos básicos e estruturas que são usados em muitos contextos diferentes na área da saúde, e cria uma plataforma ou base comum na qual uma variedade de soluções diferentes é implementada.

9. *Detailed Conformance:*

A especificação FHIR é composta por um conjunto de descrições que detalham o conjunto de recursos e os frameworks⁴⁵ que são utilizados para permitir que sistemas interoperem de maneira ampla e flexível.

As aplicações devem seguir as recomendações:

- "*RESTful FHIR*": uso de APIs baseadas em arquitetura *RESTful*.
- "*FHIR messaging*": uso de requisição de mensagens entre emissor e receptor. As mensagens possuem um cabeçalho que trata códigos pré-determinados e metadados adicionais.
- "*FHIR documents*": uso de padrões de documentos sobre saúde, incluindo sobre dados clínicos.

3.6.1.3 Módulo de terminologia

Este módulo é utilizado para o uso e suporte de terminologias e artefatos relacionados. O Módulo de Terminologia fornece uma visão geral e é, também, um guia para os recursos FHIR, operações, tipos de dados codificados e vocabulários que são usados para representar e comunicar dados estruturados e codificados na especificação (TERMINOLOGY MODE, 2022).

Esse guia viabiliza a compreensão de significados e conceitos para os valores codificados, sejam eles *fixed strings* (cadeia de caracteres fixas) ou *coded value* (valores que formam o código), possibilitando o mapeamento origem-destino entre diferentes SOC, por meio de atributos específicos que complementam a *Structure Definition* apresentada na subseção 3.6.1.2 – Módulo de conformidade.

Quando esses valores codificados são representados por *coded value* devem seguir o padrão de representação:

System – URI que identifica o sistema utilizado.

⁴⁵ Framework pode ser entendido como um conjunto de trechos de código e ferramentas de programação que foram reunidos e disponibilizados para serem reutilizados na resolução de problemas específicos no desenvolvimento de soluções automatizadas na ciência da computação. Os frameworks contribuem para a interoperabilidade. (FRAMEWORK, 2015).

Version – A versão do sistema utilizado.

Code – o valor numérico que identifica o conceito definido.

Display – a descrição do conceito definido.

O exemplo apresentado pela figura 9 demonstra uma especificação sobre trecho de código para *code value* baseado em LOINC *code*:

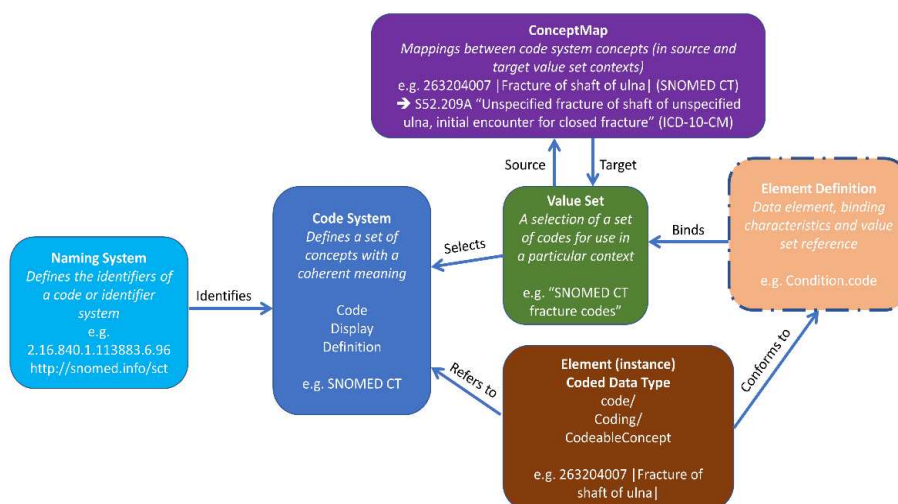
Figura 9 – FHIR code value baseado em LOINC code

```
{
  "system" : "http://loinc.org",
  "version" : "2.62",
  "code" : "55423-8",
  "display" : "Number of steps in unspecified time Pedometer"
}
```

Fonte: Using Codes in Resources (2022)

As principais estruturas relacionadas à terminologia e seus relacionamentos são representadas na Figura 10:

Figura 10 – Estrutura do módulo de terminologia do FHIR



Fonte: Terminology Mode (2022)

O comportamento do fluxo operacional desse módulo pode ser entendido como um determinado conceito será mapeado para valores padronizados:

- A Partir de um *CodeSystem*, busca-se quais os conjuntos de valores que formarão o significado adequado ao contexto;
- Esse conjunto de valores é recuperado segundo *ValueSet* que delimita o contexto (domínio contínuo de valores no conjunto);
- O *NamingSystem* faz referência ao identificador do *CodeSystem* (podendo ser um código ou uma URI);
- O *Element* ou a instância (ocorrência) é um dado codificado que atenderá o mapeamento solicitado entre origem-destino (*source-target*) e que encapsulará tanto seus valores quanto o significado (um *ElementDefinition*).

Analisando a figura 10 podemos descrever detalhadamente os seguintes recursos:

- *CodeSystem* - Usado para declarar a existência e descrever um sistema de código e suas principais propriedades e, opcionalmente, definir uma parte ou todo o seu conteúdo.
- *ValueSet* – Especifica um conjunto de códigos extraídos de um ou mais sistemas de código, destinados ao uso em um contexto específico.
- *ConceptMap* - Define o mapeamento de um conjunto de conceitos definidos para facilitar a troca de dados entre sistemas.
- *NamingSystem* - Emite símbolos exclusivos para a identificação de conceitos, pessoas, dispositivos etc.
- *TerminologyCapabilities* - Documenta um conjunto de recursos de um servidor de terminologia FHIR que pode ser usado como uma declaração da funcionalidade real do servidor ou uma declaração de implementação que for necessária ou desejada.

O detalhamento da estrutura de metadados do recurso *CodeSystem* está no anexo B. Cabe ressaltar que a estrutura também está disponível nos formatos XML, JSON, Turtle e R4DIFF, além de um modelo de classes em UML, o que torna o recurso disponível para acesso por instruções programáticas e facilita a sua adoção e/ou implementação em sistemas informatizados.

Conforme apresentado na Figura 10, existem mapeamentos origem-destino sobre os conjuntos de valores presentes no FHIR. A tabela referenciada nessa figura contém

uma lista com um extrato dos mais de oitenta mapeamentos entre conjuntos de valores definidos como parte da especificação FHIR, conforme figura a seguir:

Figura 11 – Conjunto de valores do FHIR

Using Codes Code Systems Value Sets **Concept Maps** Identifier Systems

4.5 Mappings between Value Sets Defined in FHIR

FHIR Infrastructure ↗ Work Group	Maturity Level: N/A	Standards Status: Informative
--	---------------------	-------------------------------

This table contains a list of all the mappings between value sets that are defined as part of the FHIR specification.

Name	Source	Target
FHIR-v3-Address-Use	AddressUse	AddressUse ↗
Specimen mapping from v2 table 0487 to SNOMED CT	hl7VS-specimenType ↗	http://snomed.info/sct?hir_vs ↗
SNOMED CT to ICD-10-CM mappings for fracture of ulna	http://snomed.info/sct?hir_vs ↗	http://hl7.org/fhir/sid/icd-10-us ↗
IndicatorToRequestPriority	http://cds-hooks.hl7.org/ValueSet/indicator ↗	RequestPriority
v3.AddressType	AddressType	AddressUse ↗
v2.AddressUse	AddressUse	hl7VS-addressType ↗
v3.AddressUse	AddressUse	AddressUse ↗
v2.AdministrativeGender	AdministrativeGender	hl7VS-administrativeSex ↗
v3.AdministrativeGender	AdministrativeGender	AdministrativeGender ↗
v2.ContactPointSystem	ContactPointSystem	hl7VS-telecommunicationEquipmentType ↗
v2.ContactPointUse	ContactPointUse	hl7VS-telecommunicationUseCode ↗
v3.ContactPointUse	ContactPointUse	AddressUse ↗
v3.DataAbsentReason	DataAbsentReason	NullFlavor ↗
v3.DocumentReferenceStatus	DocumentReferenceStatus	ActStatus ↗
v2.NameUse	NameUse	hl7VS-nameType ↗
v3.NameUse	NameUse	EntityNameUseR2 ↗
FHIR-example-2	http://example.org/fhir/example1 ↗	http://example.org/fhir/example2 ↗
AccountStatusCanonicalMap	AccountStatus	Canonical Status Codes for FHIR Resources
AllergyIntoleranceClinicalStatusCodesCanonicalMap	AllergyIntolerance Clinical Status Codes	Canonical Status Codes for FHIR Resources
AllergyIntoleranceVerificationStatusCodesCanonicalMap	AllergyIntolerance Verification Status Codes	Canonical Status Codes for FHIR Resources
AppointmentStatusCanonicalMap	AppointmentStatus	Canonical Status Codes for FHIR Resources
CarePlanActivityStatusCanonicalMap	CarePlanActivityStatus	Canonical Status Codes for FHIR Resources
CareTeamStatusCanonicalMap	CareTeamStatus	Canonical Status Codes for FHIR Resources
ChargeItemStatusCanonicalMap	ChargeItemStatus	Canonical Status Codes for FHIR Resources
ClinicalImpressionStatusCanonicalMap	Clinical Impression Status	Canonical Status Codes for FHIR Resources
CompositionStatusCanonicalMap	CompositionStatus	Canonical Status Codes for FHIR Resources
ConditionVerificationStatusCanonicalMap	ConditionVerificationStatus	Canonical Status Codes for FHIR Resources
ConsentStateCanonicalMap	ConsentState	Canonical Status Codes for FHIR Resources
ContractResourcePublicationStatusCodesCanonicalMap	Contract Resource Publication Status codes	Canonical Status Codes for FHIR Resources

Fonte: Terminology Mode (2022)

De forma análoga, a figura 12, mostra os Sistemas de identificação, que são mais de cinquenta, do modelo FHIR:

Figura 12 – Sistemas de identificação do FHIR

Identifier	URI	OID (for non-FHIR systems)	Type	Comment
URLs (W3C ¹): when the identifier is a URI	urn:ietf:rfc:3986	2.16.840.1.113883.4.873		As defined by RFC 3986 ¹ (with many schemes defined in many RFCs). For OIDs and UUIDs, use the URN Form (urn:oid: ² (note: lowercase) and urn:uuid: ³
DICOM Unique Id ⁴	urn:dicom:uid			An OID issued under DICOM OID rules. DICOM OIDs are represented as plain OIDs, with a prefix of "urn:oid:"
United States Social Security Number ⁵	http://hl7.org/fhir/sid/us-ssn	2.16.840.1.113883.4.1	SB ⁶ (US)	The SSN is represented in resources with dashes removed
United States Medicare Number ⁵	http://hl7.org/fhir/sid/us-medicare	2.16.840.1.113883.4.572	SB ⁶ (US)	Medicare Numbers (HIC or HICN) are represented without any spaces or dashes
Medicare Beneficiary Identifier (United States) ⁵	http://hl7.org/fhir/sid/us-mbi	2.16.840.1.113883.4.927	SB ⁶ (US)	Medicare Beneficiary Identifiers are represented without any spaces or dashes
United States National Provider Identifier ⁵	http://hl7.org/fhir/sid/us-npi	2.16.840.1.113883.4.6	PRN ⁶ (US)	
Global Trade Item Number (GTIN) ⁷	https://www.gs1.org/gtin	1.3.160		Note: GTINs may be used in both Codes and Identifiers
Alaska Driver's License	urn:oid:2.16.840.1.113883.4.3.2	2.16.840.1.113883.4.3.2	DL ⁶ (US)	
Alabama Driver's License	urn:oid:2.16.840.1.113883.4.3.1	2.16.840.1.113883.4.3.1	DL ⁶ (US)	
Arkansas Driver's License	urn:oid:2.16.840.1.113883.4.3.5	2.16.840.1.113883.4.3.5	DL ⁶ (US)	
Arizona Driver's License	urn:oid:2.16.840.1.113883.4.3.4	2.16.840.1.113883.4.3.4	DL ⁶ (US)	
California Driver's License	urn:oid:2.16.840.1.113883.4.3.6	2.16.840.1.113883.4.3.6	DL ⁶ (US)	
Colorado Driver's License	urn:oid:2.16.840.1.113883.4.3.8	2.16.840.1.113883.4.3.8	DL ⁶ (US)	
Connecticut Driver's License	urn:oid:2.16.840.1.113883.4.3.9	2.16.840.1.113883.4.3.9	DL ⁶ (US)	
DC Driver's License	urn:oid:2.16.840.1.113883.4.3.11	2.16.840.1.113883.4.3.11	DL ⁶ (US)	
Delaware Driver's License	urn:oid:2.16.840.1.113883.4.3.10	2.16.840.1.113883.4.3.10	DL ⁶ (US)	
Florida Driver's License	urn:oid:2.16.840.1.113883.4.3.12	2.16.840.1.113883.4.3.12	DL ⁶ (US)	
Georgia Driver's License	urn:oid:2.16.840.1.113883.4.3.13	2.16.840.1.113883.4.3.13	DL ⁶ (US)	
Hawaii Driver's License	urn:oid:2.16.840.1.113883.4.3.15	2.16.840.1.113883.4.3.15	DL ⁶ (US)	

Fonte: Terminology Mode (2022)

Esta lista de sistemas de identificação é atualizada frequentemente pelo sistema FHIR. As situações mais comuns em que o módulo de terminologia é aplicado:

- Criar ou fazer referência a um sistema de código;
- Criar ou referenciar um conjunto de valores;
- Registrar dados usando códigos pré-coordenados;
- Registrar dados usando expressões pós-coordenadas;
- Registrar dados usando vários sistemas de código local ou padrão (traduções);
- Expandir um conjunto de valores;
- Validar um código;
- Procurar um termo de exibição para um código;
- Traduzir um código de um valor definido para outro;
- Mapear dados entre diferentes terminologias;
- Declarar os recursos de um serviço de terminologia.

3.6.2 Padrão FHIR e interoperabilidade

Analisando os módulos acima descritos, na seção 3.6.1 percebe-se que os mesmos possuem uma relação direta com o âmbito da representação semântica e são essenciais para o padrão FHIR no que se refere a interoperabilidade e padronização e trocas de dados na área de saúde, sobre isto, Kilintzis et al. (2019, p. 2, tradução nossa), afirma “o conjunto de padrões HL7 é sem dúvida a padronização mais reconhecida em esforço no campo da tecnologia para ciências da saúde.”⁴⁶

Ainda segundo os autores o padrão é moderno e líder no quesito de interoperabilidade e pode ser considerado ideal para as melhores práticas de interoperabilidade na área da saúde (KILINTZIS et al., 2019). Essa visão sobre o padrão FHIR é corroborada por Chaves et al. (2021, p. 918, tradução nossa) que descreve o padrão como:

um conjunto de padrões internacionais que descrevem terminologia, formas de transação e segurança ao lidar com informações médicas e [...] utiliza os formatos JSON ou XML para definir as informações de forma mais fácil de implementar e entender, aproveitando ao máximo os tipos de dados para garantir suas premissas de descrição e troca de dados segura e confiável.⁴⁷

Além destes autores citados, também compartilham da mesma visão, Kiourtis et al. (2019) que ressaltam a importância de que os dados da área da saúde sejam estruturados e disponibilizados utilizando padrões terminológicos e afirmam ainda que o padrão FHIR representa um avanço no desenvolvimento e estrutura de padrões para a área médica sendo o mais recente e melhor desenvolvido neste contexto.

Dito isto, e voltando para o contexto da pandemia de covid-19 em que uma série de ações globais de pesquisa estão sendo implementadas para combater o vírus e seus efeitos, e estão sendo criadas investigações baseadas em dados para fornecer respostas mais ágeis a eventos futuros (CAMPOS et al, 2021). Pode-se citar a utilização do FHIR neste sentido em pesquisas como as de Martínez-Garcia et al., (2020) que fala da aplicação deste modelo para que os dados clínicos sejam inseridos dentro dos princípios FAIR.

⁴⁶ The HL7 set of standards is arguably the most acknowledged standardization effort in the field of health informatics.

⁴⁷HL7 is a set of international standards describing terminology, ways of transaction and security when dealing with medical information. Its 4th iteration, created in 2011, known as Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR) utilizes either JSON or XML formats to define information in a way that is easier both to implement and understand, taking full advantage of the data types to ensure its premises of secure and reliable data description and exchange.

Pode-se citar também Zong et al (2020) que afirmam que o FHIR está surgindo como uma estrutura de padrões de última geração para troca de dados eletrônicos da área da saúde. Os autores chamam a atenção para a capacidade de modelagem do FHIR na padronização de dados e que sua pesquisa tem como objetivos projetar, desenvolver e avaliar um método baseado em FHIR que possa permitir a extração automática de dados oriundos de formulários de relato de caso para ensaios clínicos de câncer usando registros eletrônicos de saúde.

Também pode-se citar o modelo semântico *CORD-19-on-FHIR*⁴⁸ que é uma versão dos dados COVID-19 Open Research Dataset (CORD-19), fornecidos pelo Allen Institute para apoiar pesquisas sobre covid-19/SARS-COV-2. Este modelo é representado em FHIR RDF e foi produzido a partir da mineração de dados do conjunto de dados CORD-19 e com a adição de anotações semânticas. O objetivo é facilitar a ligação com outros conjuntos de dados biomédicos e permitir uma resposta a perguntas de pesquisa (GITHUB, 2022).

Estas pesquisas foram aqui supracitadas com a intenção tentar demonstrar a relevância do padrão FHIR para a padronização e troca de informações na área da saúde e que existem pesquisas recentes que corroboram a utilização deste modelo para estes fins.

3.6.3 SOC para dados clínicos do padrão FHIR

Nesta seção serão descritos os SOC apontados pelo FHIR. A análise foi feita a partir do site que hospeda o padrão, analisando as informações encontradas em seus módulos. O quadro apresenta duas colunas, uma com o nome do SOC e a outra sua breve descrição e objetivo.

Quadro 4 – SOC do padrão FHIR

SOC	OBJETIVO
ICID10CM	A ICID - Classificação Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde, frequentemente designada pela sigla ICID (em inglês: International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems - ICID) fornece dados relativos à classificação de doenças A ICID-10CM é uma atualização referente a codificação e classificação dos dados de

⁴⁸ <https://github.com/fhircat/CORD-19-on-FHIR>

	mortalidade dos atestados de óbito (INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF..., 2022)
SNOMEDCT	A Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms (SNOMED CT) é uma terminologia de saúde clínica abrangente e multilíngue e é um recurso com conteúdo clínico cientificamente validado que é lançado mensalmente, permite a representação consistente de conteúdo clínico em sistemas de informações clínicas, dados de saúde e plataformas analíticas e soluções de interoperabilidade. (WHO WE ARE, 2022)
LOINC	O principal objetivo do Logical Observation Identifiers, Names, and Codes (LOINC) é desenvolver e promover a adoção de padrões de dados abertos que permitam a transmissão, compreensão e uso eficientes de dados de saúde, através de padrões de terminologia abertos integrados a todos os sistemas de informações clínicas que compartilham dados (MISSION, VISION AND..., 2023)
NDFRT	O National Drug File - Reference Terminology (NDF-RT) visa organizar a lista de medicamentos em uma representação formal modelando as características dos medicamentos, incluindo ingredientes, estrutura química, forma de dosagem, efeito fisiológico, mecanismo de ação, farmacocinética e doenças relacionadas (NATIONAL DRUG FILE..., 2019)
NCI METATHESAURUS	O NCI Metathesaurus (NCIm) é um banco de dados de terminologia biomédica que cobre a maioria das terminologias usadas pelo National Cancer Institute (NCI) para cuidados clínicos, pesquisa translacional e básica e informações públicas e atividades administrativas (NCI METATHESAURUS, 2019).
Rxnorm	O RxNorm é uma terminologia para medicamentos clínicos que vincula seus nomes a muitos dos vocabulários de medicamentos comumente usados em gerenciamento de farmácia e software de interação medicamentosa (RXNORM, 2022)
MDC	O Medical Device Communications (MDC) é um sistema detalhado de códigos usados em dispositivos de saúde pessoal e dispositivos médicos de cuidados intensivos para identificação de medições fisiológicas e também para alertas, alarmes e várias condições técnicas, como estado de calibração e estado da bateria
AMA CPT	O conjunto de códigos Current Procedural Terminology (CPT), criado e mantido pela American Medical Association, é a linguagem da medicina hoje e o código para o futuro. Esse sistema de terminologia é a nomenclatura médica mais amplamente aceita e usada para relatar procedimentos e serviços médicos em programas de seguro de saúde públicos e privados. (AMA CPT LICENSING..., 2023)

NDC	O Diretório do Código Nacional de Medicamentos (NDC) da FDA contém informações sobre medicamentos acabados, medicamentos inacabados e medicamentos compostos.
CVX	O Centro Nacional de Imunização e Doenças Respiratórias (NCIRD) do CDC desenvolveu e mantém o conjunto de códigos CVX (vacina administrada). Os códigos CVX para vacinas inativas permitem a transmissão de registros e históricos de imunização (IIS: CURRENT HL7..., 2023)
DSM-5	O Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais da Nação do CDC, Quinta Edição (DSM-5), é a ferramenta taxonômica e diagnóstica publicada pela American Psychiatric Association (APA). Nos Estados Unidos, o DSM atua como a principal autoridade para diagnósticos psiquiátricos. As recomendações de tratamento, bem como o pagamento pelos prestadores de cuidados de saúde, são muitas vezes determinados pelas classificações do DSM (DSM-5, 2008)
RADLEX	RadLex é uma ontologia de referência ativa e com curadoria para radiologia. Ele foi desenvolvido sob o patrocínio da Sociedade Radiológica da América do Norte (RSNA) com apoio adicional do Instituto Nacional de Imagem Biomédica e Bioengenharia (NIBIB) e da Grade de Informática Biomédica do Câncer do Instituto Nacional do Câncer (caBIG) (RADLEX, 2021).
ICPC	ICPC (International Classification of Primary Care) é um método de classificação para atendimentos de atenção primária. Permite classificar o motivo da consulta (RFE) do paciente, os problemas/diagnósticos gerenciados, as intervenções de atenção primária ou geral e a ordenação dos dados da sessão de atenção primária em um episódio da estrutura assistencial (INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF..., 2021)
ICF	A Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde, mais comumente conhecida como ICF, é uma classificação de saúde e domínios relacionados à saúde (INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF..., 2023)
ATC	Anatomical Therapeutic Chemical Classification System No sistema de classificação ATC, as substâncias ativas são classificadas em uma hierarquia com cinco níveis diferentes (ANATOMICAL THERAPEUTIC CHEMICAL..., 2022).
ITEF LANGUAGE TAG	Uma tag de idioma IETF BCP 47 é um código ou tag padronizado usado para identificar idiomas humanos na Internet (IETF LANGUAGE TAG, 2023)
ISO11073-10101:2004	A ISO 11073-10101:2004 abrange a arquitetura de nomenclatura para comunicação de dispositivos médicos no ponto de atendimento. Ela define a arquitetura geral da organização e os relacionamentos entre os componentes da nomenclatura e fornece especificações de semântica e sintaxe (ISSO/IEE..., 2004).

DCM	DICOM Controlled Terminology (DCM) é uma terminologia controlada pelo padrão internacional de imagens médicas e informações, que define os formatos de imagens que podem ser trocadas com os dados e qualidade necessários para uso clínico (DICOM CONTROLLED TERMINOLOGY, 2022).
HCPTC	A versão atual do Conjunto de Códigos de Taxonomia do Provedor de Saúde da American Medical Association (HEALTH CARE PROVIDER..., 2023)

Fonte: Elaboração própria (2023)

Ressalta-se que a maioria dos SOC adotados pelo padrão FHIR e listados no quadro 4 são terminologias. Sobre as terminologias, Vidal e Palleta (2020, p. 2) afirmam que:

A Ciência da Informação tem se utilizado de instrumentos de controle terminológicos para representar e organizar informações. A função desses instrumentos em uma Unidade de Informação é de subsidiar os processos de representação da informação documentária. A Terminologia compõe um campo do conhecimento que se relaciona com diversas áreas especializadas, estabelecendo métodos e princípios, que elaboram ferramentas de reconhecimento automático como os Sistemas de Organização do conhecimento (SOC).

Neste sentido, justifica-se o uso de “SOC” na primeira coluna do quadro 4

4 RESULTADOS

Esta dissertação teve como objetivos específicos 3 e 4 avaliar características do modelo semântico WHO COVID-19 à luz das características da descrição semântica do conjunto de dados clínicos do padrão FHIR e Relacionar as eventuais lacunas existentes no modelo semântico WHO COVID-19, de modo a sugerir adequações para representação dos dados clínicos.

Nesta seção estão expostos os resultados obtidos, que permitiram alcançar os objetivos propostos, como seguem nas subseções a seguir:

4.1 ANÁLISE DA DESCRIÇÃO SEMÂNTICA

Para cumprir os objetivos relatados acima, esta subseção expõe os dados e resultados oriundos destas análises que possibilitaram a elaboração do quadro a seguir que coteja os SOC identificados em cada esforço de padronização do padrão FHIR e do modelo WHO COVID-19.

Quadro 5 - Modelos comuns ao FHIR e ao modelo semântico WHO COVID-19

SOC	FHIR	WHO COVID-19
DCM	x	x
ICID10CM	x	x
SNOMEDCT	x	x
LOINC	x	x

Fonte: Elaboração própria (2023)

Como mostra o quadro 5, foi percebido que existem quatro terminologias da área médica que foram listadas tanto no FHIR quanto no modelo semântico WHO COVID-19.

Cabe comentar que LOINC pode ser um SOC importante no contexto da representação de dados clínicos digitais para a área de saúde. Como observado na subseção 3.2, especialmente no contexto digital, a interoperabilidade é tema relevante na

integração e interação entre elementos heterogêneos e, portanto, uma estrutura como LOINC pode viabilizar a adoção de códigos que se comportem como uma língua franca.⁴⁹

Nesse sentido pode-se deduzir que o padrão de códigos pode facilitar a implantação da proposta LOINC, mas encontra resistência de instituições que já tenham muitos dados definidos segundo outros padrões. Bietenbeck e Boeker (2018) e Rajput, Ballout e Drenkhahn (2020) comentam sobre a importância de LOINC como proposta para interoperabilidade, pois destacam as aproximações entre o uso desse SOC em conjunto com padrões como SNOMED CT, o que nos indica um caminho fértil para a continuidade de pesquisas sobre SOC no campo da saúde.

A lista abaixo, representa os 15 SOC presentes no FHIR e não representados no modelo semântico WHO COVID-19:

- AMA CPT
- ATC
- CVX
- DSM-5
- HCPTC
- ICF
- ICPC
- ISO11073-10101:2004
- ITEF LANGUAGE TAG
- MDC
- NCI METATHESAURUS
- NDC
- NDFRT
- RADLEX
- Rxnorm

Abaixo estão listados os 27 SOC presentes no modelo semântico WHO COVID-19 e não representados pelo FHIR:

⁴⁹Língua franca ou língua de contato é a língua que um grupo multilíngue de seres humanos intencionalmente adota ou desenvolve para que todos consigam sistematicamente comunicar-se uns com os outros. (WIKIPEDIA, 2023)

- AFO
- BRIDG
- BRO
- CHEAR
- CNO
- CRISP
- DIAGONT
- GALEN
- GFO - BIO
- GLYCORDF
- GVO
- ICPS
- MEDDRA
- MESH
- NCIT
- NIFDYS
- NIFSTD
- NONRCTO
- OBO Foundry
- OCHV
- ONL
- ONTOMA
- ONTOVIP
- PMD
- PREMEDONTO
- RCTONT
- SEE

Como observado no Quadro 5, o modelo semântico WHO COVID-19 e o padrão FHIR possuem quatro terminologias comuns e percebe-se também que quinze SOC apontados pelo padrão FHIR não foram apontados pelo modelo semântico WHO COVID-19 e que 27 SOC do modelo semântico não estão listados no padrão FHIR.

No processo de cotejamento percebeu-se que os SOC relacionados acima atendem à área médica e, portanto, auxiliam na compreensão de eventos médicos ou na troca de

mensagens entre contextos relacionados, o que indica que o Padrão FHIR e o modelo WHO COVID-19 podem realizar uma incorporação no que se refere aos SOC utilizados.

4.2 ANÁLISE DA ESTRUTURA DE METADADOS E PROPRIEDADES

Nesta seção estão apresentados os resultados oriundos da análise da estrutura de metadados e propriedades do modelo semântico WHO COVID-19 e do padrão FHIR.

No padrão FHIR, conforme explorado na subseção 3.6.1.2 módulo de conformidade, existe maior detalhamento em relação à estrutura. O dicionário de propriedades é bem completo e o Flag para indicar o nível de maturidade é característica importante para, por exemplo, priorizar o processo de implantação dessas propriedades. As características da propriedade, com a cardinalidade e o tipo também contribuem para o melhor entendimento dos metadados.

Há diferentes exemplos para uso dos recursos e cabe ressaltar que como todo recurso FHIR, há na estrutura de metadados e propriedades com especificações em UML, XML, JSON, Turtle e R4DIFF, o que permite seu uso de maneira mais flexível nas organizações.

No modelo semântico WHO COVID-19, conforme apresentado na seção 3.5 especificamente na figura 5, que detalha as classes do modelo, percebe-se que existe um detalhamento menor do que quando comparado ao padrão FHIR. Pode-se inferir o mesmo sobre a estrutura de propriedades, apresentada na figura 6.

Além disso, as informações sobre cada classe e propriedade específica também são menos detalhadas quando comparadas ao FHIR e não existem tantas opções de estruturas de metadados e especificações para facilitar o compartilhamento entre outros sistemas, ou seja, pode-se analisar que o padrão FHIR possui características que facilitam a interoperabilidade, sendo esta característica mais madura quando comparado ao modelo semântico WHO-COVID-19.

No contexto desta análise, foram identificados que:

1. De acordo com o sintetizado em 4.1, que trata da análise sobre o módulo de conformidade do Padrão FHIR, e também de acordo com o anexo A, a *structure*

description desse padrão é mais detalhada. Isto pode indicar elementos de melhoria para o no modelo semântico WHO COVID-19.

2. Conforme estrutura apresentada no anexo B, o FHIR está melhor especificado em relação a estrutura de codificação (*code systems*)
3. Foram identificados mais SOC no modelo semântico WHO COVID-19 do que no FHIR conforme apresentado na subseção 4.1

5 CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

O término de um projeto é o momento importante para avaliação de resultados, cumprimento de metas e levantamento de lições aprendidas. Neste sentido esta dissertação teve por objetivo geral identificar os SOC e vocabulários da área médica e os esquemas de representação semântica que tratam os dados clínicos do projeto VODANBR e cotejá-los em conjunto com os mesmos componentes do modelo FHIR para avaliar a necessidade de incorporação de melhorias e alinhamento de padrões para uso no modelo semântico WHO COVID-19

Os resultados permitem que se apresentem as seguintes conclusões:

1. Apesar do FHIR estar bem detalhado em relação à estrutura de atributos e serviços, no recorte adotado pela pesquisa não foram encontradas muitas referências ao uso de Sistemas de Organização do Conhecimento da área médica.
2. O modelo semântico WHO-COVID-19 tem um bom nível de detalhe em relação ao uso de SOC e também sobre uso de Ontologias, quando comparado ao FHIR.
3. Conforme apresentado nas figuras 10 e 11, as propriedades do FHIR são mais detalhadas do que o das figuras 5 e 6 que representam os dados do modelo semântico WHO COVID-19, desta forma recomenda-se a incorporação. A estrutura de propriedades das classes do modelo semântico WHO COVID-19 é bem detalhada, mas pode incorporar o detalhamento de propriedades do projeto FHIR.

Para além disso, como o modelo semântico WHO COVID-19 descreve padrões semânticos FHIR e LOINC é possível inferir que o formulário de registro de casos de covid-19 tenha algum grau de alinhamento com as recomendações *FHIR Documents*, no entanto, não fez parte da análise deste trabalho a conformidade do formulário em relação ao padrão HL7 e CDA, mas sim do modelo semântico.

Adicionalmente aos resultados obtidos no cotejamento dos modelos, no contexto desta pesquisa pode-se observar:

1. Baixo quantitativo de resultados sobre a literatura de FHIR nas bases nacionais, como pode ser verificado na seção 2, que trata da metodologia, especificamente no quadro 1.
2. Identificou-se a existência da Comunidade HL7 BRASIL⁵⁰, como uma forma de inserção deste padrão para sistemas de informação em saúde, no contexto brasileiro. Isto fica claro a partir um de seus objetivos definidos no próprio site da HL7 BRASIL que é suprir a demanda de implantação de FHIR no mercado brasileiro, para atender às novas exigências da Sociedade do Conhecimento para troca de dados em saúde que exige a Interoperabilidade e a portabilidade de dados como requisito de negócio.

A revisão de literatura tratada na seção 3 e a descrição projetos e modelos alvos de estudo desta pesquisa, forneceram todo o aporte teórico para o desenvolvimento e o alcance dos resultados mediante os objetivos específicos pré-determinados.

O primeiro objetivo específico de identificar e relacionar os SOC que são utilizados para descrição dos campos do modelo semântico WHO COVID-19, foi alcançado a partir dos dados expostos nos quadros 2 e 3. Já o segundo, de levantar as características da descrição semântica do conjunto de dados clínicos do padrão FHIR foi obtido a partir das análises expostas na seção 3.6.3 especificamente com os dados que foram descritos no quadro 4.

O terceiro objetivo específico de avaliar as características da descrição semântica do conjunto de dados clínicos do projeto VODANBR à luz das características da descrição semântica do conjunto de dados clínicos do padrão FHIR foi conquistado a partir dados da seção 4 de resultados, especificamente no quadro 5 e na seção 4.2. Por fim o último objetivo, foi alcançado a partir também da seção 4, especificamente a partir das análises e conclusões descritas.

As seções que descrevem o modelo semântico WHO COVID-19 e o padrão FHIR apresentam indícios para melhorar o problema sobre a interoperabilidade semântica e a sua importância para a representação de informação, conforme cotejamento apresentado na seção 4.1. É possível, a partir destes indícios, propor incremento na descrição de dados clínicos do modelo semântico WHO COVID-19 à luz da descrição dos mesmos do padrão FHIR.

⁵⁰ <https://hl7.org.br>

A baixa quantidade de publicações nacionais que contemplam o uso de FHIR aponta para um campo rico de desenvolvimento de pesquisas futuras. O aprofundamento de investigações sobre os níveis de maturidade, as formas de implementação, a integração com estudos sobre o PEP (Prontuário Eletrônico do Paciente)⁵¹, bem como a possibilidade de adoção de mecanismos de inferência em tratamentos e diagnósticos decorrentes dos múltiplos metadados e serviços disponíveis no FHIR podem ser projetos de pesquisa importantes na área das Ciências da Saúde e das Ciências Sociais Aplicadas.

O contexto pandêmico que a covid-19 trouxe para a sociedade, demonstrou as necessidades que a mesma possui, e muitos desafios que pode vir a enfrentar. Especificamente quando se fala de representação semântica na área da saúde, este contexto também expôs a necessidade de novas práticas e melhorias neste sentido, até mesmo para ter respostas e formas de lidar diferentes, no caso de futuros surtos de vírus ou contextos semelhantes ao atual.

Neste âmbito, o projeto Vírus Outbreak Data Network e seus correlatos espalhados pelo mundo, desempenham um papel fundamental, bem como a Organização Mundial de Saúde e o Modelo Semântico WHO COVID-19. Percebeu-se a partir da análise da literatura, que o FHIR é um padrão considerado recente e eficaz no que se refere a troca de mensagens dentro da área da saúde e também na característica de interoperabilidade.

O tema desta pesquisa demonstrou-se complexo e com uma abrangência para além de uma investigação com espaço temporal reduzido. Essa percepção foi convalidada no processo de qualificação, pois existem muitas dimensões de análise que envolvem múltiplos perfis profissionais (cientistas da informação, cientistas da computação, profissionais da área médica, produtores de equipamentos médicos, gestores de políticas, dentre outros). Apesar disso, dada a relevância do assunto para os processos de Organização e Representação do Conhecimento e seus reflexos na Interoperabilidade Semântica, delimitou-se o recorte no campo empírico, com o intuito de ser possível fomentar outras pesquisas na área.

⁵¹ Para Bentes Pinto (2012), PEP além de conter os registros de todas as informações concernentes a um paciente, servindo como o documento de acompanhamento do mesmo, funciona também como ferramenta de síntese, de documento médico-legal, de comunicação e pesquisa clínica, gestão das organizações de saúde, estudos epidemiológicos e evolução da qualidade de cuidados.

REFERÊNCIAS

ABOUT DCMI. **Dublin Core**, 2023. Disponível em:

<https://www.dublincore.org/about/>. Acesso em: 25 jan. 2023.

ABOUT THE OBO FOUNDRY. **OBO Foundry**, 2022. Disponível em:

<https://obofoundry.org/about-OBO-Foundry.html>. Acesso em: 20 jan. 2023.

AMA CPT LICENSING OVERVIEW. **AMA**, 2023. Disponível em: <https://www.ama-assn.org/practice-management/cpt/ama-cpt-licensing-overview>. Acesso em: 29. Jan. 202

ALLOTROPE MERGED ONTOLOGY SUITE. **Bioportal**, 2022. Disponível em:

<https://bioportal.bioontology.org/ontologies/AFO>. Acesso em: 20 jan. 2023.

ASTI VERA, Armando. **Metodologia da pesquisa científica**. 8. ed. São Paulo: Globo, 1989.

BENDER, D.; SARTIPI, K. HL7 FHIR: An Agile and RESTful approach to healthcare information exchange. In: IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems, 26, 20-22 jun., 2013, Porto. **Proceedings** [...]. Porto, Universidade do Porto, 2013. p. 326-331. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6627810>.

Acesso em: 13 maio 2022.

BENTES PINTO, V. Prontuário eletrônico do paciente: documento técnico de informação e comunicação do domínio da saúde. **Enc. Bibli: R. Eletr. Bibliotecon. Ci. Inf.**, v. 21, 2006. Disponível em:

<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/147/14702104.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2023.

BERTAGNOLIO, S. et al. Clinical characteristics and prognostic factors in people living with HIV hospitalized with COVID-19: findings from the WHO Global Clinical Platform. In: IAS Conference on HIV Science, 11. 18-21, jul. 2021, Berlin. **The programme** [...]. Berlin: IAS, 2021. Disponível em:

https://theprogramme.ias2021.org/PAGMaterial/PPT/3307_4871/IAS_2021_e_poster_3.pdf. Acesso em: 23 jul. 2022.

BIETENBECK, Andreas; BOEKER, Martin; CHULZ, Stefan. NPU, LOINC, and SNOMED CT: a comparison of terminologies for laboratory results reveals individual advantages and a lack of possibilities to encode interpretive comments. **Journal of Laboratory Medicine**, [s. l.], v. 42, n. 6, p. 267-275, 2018. Disponível em: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/labmed-2018-0103/html>. Acesso em: 20 mar. 2023.

BIOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL RESEARCH ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/BERO>. Acesso em: 21 jan. 2023

BIOLOGICAL OBSERVATION MATRIX ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/BIOMO> Acesso em: 21 jan. 2023

BIOMEDICAL RESOURCE ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/BRO>. Acesso em: 20 jan. 2023.

BIOMEDICAL RESEARCH INTEGRATED DOMAIN GROUP MODEL. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/BRIDG>. Acesso em: 20 jan. 2023.

BOCATTO, Vera Regina Casari. FUJITA, Mariângela Spotti Lopes. Avaliação da linguagem documentária DeCS na área de fonoaudiologia na perspectiva do usuário: um estudo de observação da recuperação da informação com protocolo verbal. **Enc. Bibli: R. Eletr. Bibliotecon. Ci. Inf.**, Florianópolis, n. 21, 2006. Disponível em: <https://brapci.inf.br/index.php/res/v/38298>. Acesso em: 20 jan. 2023.

BRAIN-COMPUTER INTERACTION (BCI) ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/BCI-O>. Acesso em: 20 jan. 2023.

BRAUNSTEIN, M. L. **Health Informatics on FHIR: How HL7's New API is Transforming Healthcare**. [Berlim], Springer, 2018. E-book.

CAMPOS, Maria Luiza de Almeida; Barbosa, Nilson Theobald. Interoperabilidade Semântica: proposta metodológica para o mapeamento semântico entre SOCs em sistemas heterogêneos. **Inf. & Soc.:Est.**, João Pessoa, v. 30, n. 4, p. 1-21, out./dez. 2020. Disponível em: <https://brapci.inf.br/index.php/res/download/155809>. Acesso em: 20 jan. 2023.

CARLAN, Eliana; MEDEIROS, Marisa Brascher Basílio. Sistemas de Organização do Conhecimento na visão da Ciência da Informação. **Revista Ibero-Americana de Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 4, n. 2, p. 53–73, 2011. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/RICI/article/view/1675>. Acesso em: 21 jan. 2023.

CATARINO, Maria Elisabete. Simple Knowledge Organization System: construindo sistemas de organização do conhecimento no contexto da Web Semântica. **Revista Informação e Tecnologia**, João Pessoa, v. 1, n. 1, p. 17-28, jan./jun., 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/itec/article/view/19307/10980>. Acesso em: 19 jan. 2023.

CEDAR METADATA TOOLS. **Metadacenter**, 2016. Disponível em: <https://more.metadacenter.org/tools-training/cedar-metadata-tools>. Acesso em: 18 jan. 2023

CHAVES, A. et al. Development of FHIR based web applications for appointment management in healthcare. **Procedia Computer Science**, Amsterdam, v. 184, p. 917-922, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.03.114>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050921007596>. Acesso em: 16 jul. 2022

CLINICAL DOCUMENT ARCHITECTURE. **Wikipédia**, 2022. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Clinical_Document_Architecture. Acesso em 29 jan. 2023

CHILDREN'S HEALTH EXPOSURE ANALYSIS RESOURCE. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/CHEAR>. Acesso em: 20 jan. 2023

COGNITIVE ATLAS ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/COGAT>. Acesso em: 20 jan. 2023.

COMMITTEE ON CATALOGING: DESCRIPTION & ACCESS. **Task force on metadata**: final report. Chicago: American Library Association, 2000. Disponível em: <http://downloads.alcts.ala.org/ccda/tf-meta6.html>. Acesso em: 20 jan. 2023.

COMPUTATIONAL NEUROSCIENCE ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/CNO>. Acesso em: 20 jan. 2023.

COMPUTER RETRIEVAL OF INFORMATION ON SCIENTIFIC PROJECTS. **NBER**, 2023. Disponível em: [https://www.nber.org/research/data/computer-retrieval-information-scientific-projects#:~:text=The%20NIH%20CRISP%20\(Computer%20Retrieval,hospitals%2C%20and%20other%20research%20institutions](https://www.nber.org/research/data/computer-retrieval-information-scientific-projects#:~:text=The%20NIH%20CRISP%20(Computer%20Retrieval,hospitals%2C%20and%20other%20research%20institutions). Acesso em: 20 jan. 2023.

CONFORMANCE MODULE. **HL7 FHIR**, 2022 Disponível em: <http://hl7.org/fhir/conformance-module.html#5.0>. Acesso em: 16 jul. 2022

CORD-19-ON-FHIR-SEMANTICS FOR COVID-19 DISCOVERY. **GITHUB**. 2022. Disponível em: <https://github.com/fhircat/CORD-19-on-FHIR>. Acesso em: 23 jul. 2022

CVX - VACCINES ADMINISTERED. **CDC**, 2023. Disponível em: <https://www2a.cdc.gov/vaccines/iis/iisstandards/vaccines.asp?rpt=cvx>. Acesso em: 29 jan 2023.

DATASET PROCESSING. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/ONL-DP>. Acesso em: 20 jan. 2023

DATA CATALOG VOCABULARY (DCAT). **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/DCAT-FDC>. Acesso em: 21 jan. 2023.

DCMI TYPE VOCABULARY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/DCMITYPE/?p=summary>. Acesso em: 21 jan. 2023.

DIAGNOSTIC ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/DIAGONT2023>. Acesso em: 20 jan. 2023.

DICOM CONTROLLED TERMINOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/DCM>. Acesso em: 20 jan. 2023.

DSM-5. **Wikipedia**, 2008. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/DSM-5>. Acesso em: 29 jan. 2023.

EMYGDIO, Jeanne Louize; ALMEIDA, Maurício Barcellos. Representações formais do conhecimento aplicadas à interoperabilidade semântica de terminologias clínicas. **Revista Múltiplos Olhares em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 9, n. 2, p. 1-15, 2019. Disponível em: <https://brapci.inf.br/index.php/res/download/137148>. Acesso em: 23 jan. 2023

EUROPEAN COMMISSION. Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions: **European Interoperability Framework** – implementation strategy. Brussels: COM, 2017. p. 1-9 Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:2c2f2554-0faf-11e7-8a35-01aa75ed71a1.0017.02/DOC_1&format=PDF Acesso em: 21 jan. 2023.

FAST (FACETED APPLICATION OF SUBJECT TERMINOLOGY) EVENT. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/FAST-EVENT>. Acesso em: 21 jan. 2023.

FRAMEWORK. **Wikipedia**, 2015. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Framework>. Acesso em: 30 jan. 2023.

FOODGROUPNHNS. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/FGNHNS>. Acesso em: 20 jan. 2023.

FOUNDATION MODULE. **HL7 FHIR**, 2022 Disponível em: <http://hl7.org/fhir/foundation-module.html>. Acesso em: 16 jul. 2022

GALEN ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/GALEN>. Acesso em: 20 jan. 2023.
GENDER, SEX, AND SEXUAL ORIENTATION ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/GSSO> Acesso em: 21 jan. 2023

GENERAL FORMAL ONTOLOGY (GFO). **Ontomed**, 2010. Disponível em: <https://www.onto-med.de/ontologies/gfo>. Acesso em: 20 jan. 2023.

GENERAL FORMAL ONTOLOGY FOR BIOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/GFO-BIO>. Acesso em 20 jan. 2023.

GENOME VARIATION ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/GVO>. Acesso em: 20 jan. 2023.

GEOSPARQL. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/GEOSPARQL>. Acesso em: 21 jan. 2023

GEOSPECIES ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/GEOSPECIES>. Acesso em: 21 jan. 2023.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 184 p. ISBN 9788522458233.

- GLYCORDF. **Bioportal**, 2022. Disponível em:
<https://bioportal.bioontology.org/ontologies/GLYCORDF>. Acesso em: 20 jan. 2023.
- GOVERNO FEDERAL DO BRASIL. **O QUE É A COVID-19?** [2021]. Disponível em: [h https://www.gov.br/saude/pt-br/coronavirus/o-que-e-o-coronavirus](https://www.gov.br/saude/pt-br/coronavirus/o-que-e-o-coronavirus). Acesso em: 22 mar. 2022.
- GUARINO, Nicola. Formal Ontology and Information Systems. In: FOIS'98, 1., 1998, Trento, Italy. **Proceedings** [...] Amsterdam: IOS Press, 1998, p. 3-15. Disponível <http://www.loa.istc.cnr.it/old/Papers/FOIS98.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2023.
- GUEDES, Renan Mastrange et al. Maturidade de gestão de projetos de sistemas de informação: um estudo exploratório quantitativo no Brasil. **Production**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 364-378, 2014. Disponível em: [Acesso em: 23 jul. 2022.](#)
- GRUNINGER, M. et al. Ontology, taxonomy, folksonomy: understanding the distinctions. **Applied Ontology**, Amsterdam, v. 3, n. 3, p. 191–200, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/220438669_Ontology_Summit_2007-Ontology_taxonomy_folksonomy_Understanding_the_distinctions. Acesso em: 20 jan. 2023.
- GUIDELINE PROVENANCE. **Bioportal**, 2022. Disponível em:
<https://bioportal.bioontology.org/ontologies/G-PROV>. Acesso em: 20 jan. 2023.
- GUIZZARDI, Giancarlo et al., Ontologias de Fundamentação, Modelagem Conceitual e Interoperabilidade Semântica. IN: Iberoamerican Meeting of Ontological Research, 2011, Gramado. **Proceedings** [...] Vitória, ES: UFES. 2011, p. 1-6. Disponível em: <https://ceur-ws.org/Vol-728/paper6.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2023.
- HEALTH CARE PROVIDER TAXONOMY CODE SET CSV. **NUCC**, 2023. Disponível em: <https://www.nucc.org/index.php/code-sets-mainmenu-41/provider-taxonomy-mainmenu-40/csv-mainmenu-57>. Acesso em: 29 jan. 2023.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7113084/>. Acesso em: 23 jul. 2022
- HEALTH (ICF). **WHO**, 2023. Disponível em:
<https://www.who.int/classifications/international-classification-of-functioning-disability-and-health>. Acesso em: 29 jun. 2023
- HENNING. Patrícia Corrêa et al. Desmistificando os princípios FAIR: Conceitos, métricas, tecnologias e aplicações inseridas no ecossistema dos dados FAIR. **Pesq. Bras. em Ci. da Inf. e Bib.**, João Pessoa, v. 14, n. 3, p. 175-192, 2019. DOI: 10.22478/ufpb.1981-0695.2019v14n3.46969. Disponível em:
<https://brapci.inf.br/index.php/res/download/150630>. Acesso em: 29 jan. 2023.
- HHEAR PROPERTIES. **Bioportal**, 2022. Disponível em:
<https://bioportal.bioontology.org/ontologies/HHEARP>. Acesso em: 21 jan. 2023.
- HHEAR VALUE SETS. **Bioportal**, 2022. Disponível em:
<https://bioportal.bioontology.org/ontologies/HHEARVS/?p=summary>. Acesso em: 21 jan. 2023.

HODGE, Gail. **Systems of Knowledge Organization for Digital Libraries: Beyond Traditional Authority Files**. Washington: The Digital Library Federation, 2000. Disponível em: <https://www.clir.org/wp-content/uploads/sites/6/pub91.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2023

HOME. **Ontomed**, 2010. Disponível em: <https://www.onto-med.de>. Acesso em: 18 jan. 2023

HUMAN-AWARE SCIENCE ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/HASCO>. Acesso em: 21 jan. 2023.

IETF LANGUAGE TAG. **Wikipedia**, 2023. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/IETF_language_tag. Acesso em: 23 jan. 2023.

IIS: CURRENT HL7 STANDARD CODE SET INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF PRIMARY CARE. **Wikipedia**, 2021. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/International_Classification_of_Primary_Care. Acesso em: 29 jan. 2023.

INTERNATIONAL CLASSIFICATION FOR PATIENT SAFETY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/ICPS>. Acesso em: 20 jan. 2023.

INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF DISEASES, TENTH REVISION, CLINICAL MODIFICATION (ICD-10-CM). **CDC**, 2022. Disponível em: <https://www.cdc.gov/nchs/icd/icd-10-cm.htm>. Acesso em: 29 jan. 2023.

INTRODUCTION TO SKOS. **W3C**, 2012. Disponível em: <https://www.w3.org/2004/02/skos/intro>. Acesso em: 19 jan. 2023.

INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF FUNCTIONING, DISABILITY AND ANATOMICAL THERAPEUTIC CHEMICAL CLASSIFICATION SYSTEM. **WHO**, 2022. Disponível em: https://www.whocc.no/atc/structure_and_principles/. Acesso em: 29 jan. 2023.

ISO/IEEE 11073-10101:2004. **ISO**, 2004. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/37890.html>. Acesso em: 29 jan. 2023.

JSON. **Wikipedia**, 2022. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/JSON>. Acesso em: 29 jan. 2023.

KILINTZIS, V. et al. Supporting integrated care with a flexible data management framework built upon Linked Data, HL7 FHIR and ontologies. **Journal of Biomedical Informatics**, San Diego, v. 94, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2019.103179>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1532046419300978?via%3Dihub>. Acesso em 16 jul. 2022

KIOURTIS, A. et al. Aggregating the syntactic and semantic similarity of healthcare data towards their transformation to HL7 FHIR through ontology matching.

International Journal of Medical Informatics, [Shannon], v. 132, 2019. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2019.104002>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1386505618309377>. Acesso em: 16 jul. 2022

LARA, Marilda Lopes Ginez de. Representação documentária em jogo a significação.

1993. 133 f. Dissertação (Mestrado em Biblioteconomia e Documentação) - Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993. Disponível em:

<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/27/27137/tde-21112019-154348/pt-br.php>. Acesso em: 20 jan. 2023.

LIBRARY OF CONGRESS SUBJECT HEADINGS (LCSH). **Librarianshipstudies**,

2020. Disponível em: <https://www.librarianshipstudies.com/2018/01/library-of-congress-subject-headings-lcsh.html>. Acesso em: 28 jan. 2023.

LIMA, Gercina Ângela de; MACULAN, Benildes C. M. dos S. Estudo comparativo das estruturas semânticas em diferentes sistemas de organização do conhecimento. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 46, n. 1, p. 60-72, jan./abr., 2017. Disponível em:

<https://revista.ibict.br/ciinf/article/view/4014/3453>. Acesso em 21 jan. 2023.

LÍNGUA FRANCA. **Wikipédia**, 2021. Disponível em:

https://pt.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADngua_franca. Acesso em: 20 mar. 2023

LINKED DATA. **W3C**, 2020 Disponível em:

<https://www.w3.org/standards/semanticweb/data>. Acesso em 28 jan. 2023.

LINSCHOTEN, M; ASSELBERGS, F. W. CAPACITY-COVID: a European Registry to determine the role of cardiovascular disease in the COVID-19 pandemic. **European heart journal**. [Oxford], v. 41, n. 19, p. 1795-1796, 2020. DOI: <https://doi.org.ez370.periodicos.capes.gov.br/10.1093/eurheartj/ehaa280>. Disponível em:

<https://academic-oup-com.ez370.periodicos.capes.gov.br/eurheartj/article/41/19/1795/5817734>. Acesso em:

<https://academic-oup-com.ez370.periodicos.capes.gov.br/eurheartj/article/41/19/1795/5817734>. Acesso em:

23 jul. 2022.

LINKED DATA MODULE. **HL7 FHIR**, 2022 Disponível em:

<https://hl7.org/fhir/2018Jan/linked-data-module.html>. Acesso em: 16 jul. 2022

LOINC DOCUMENT ONTOLOGY OWL FILE. **LOINC**, 2023. Disponível em:

[https://loinc.org/document-](https://loinc.org/document-ontology/owl/#:~:text=OWL%20is%20a%20file%20format,and%20the%20relationships%20between%20them)

[ontology/owl/#:~:text=OWL%20is%20a%20file%20format,and%20the%20relationships%20between%20them](https://loinc.org/document-ontology/owl/#:~:text=OWL%20is%20a%20file%20format,and%20the%20relationships%20between%20them). Acesso em: 28 jan. 2023.

MARTÍNEZ-GARCÍA, et al. **FAIRness for FHIR project: Making Health Datasets FAIR using HL7 FHIR**. Apresentação de Power Point. Disponível em:

[https://www.fair4health.eu/storage/files/Resource/49/RDA%20VP17%20-](https://www.fair4health.eu/storage/files/Resource/49/RDA%20VP17%20-%20Poster%20FHIR4FAIR%20-%20Poster_v3.pdf)

[%20Poster%20FHIR4FAIR%20-%20Poster_v3.pdf](https://www.fair4health.eu/storage/files/Resource/49/RDA%20VP17%20-%20Poster%20FHIR4FAIR%20-%20Poster_v3.pdf). Acesso em: 23 jul. 2022

MAZZOCCHI, Fulvio. Knowledge organization system (KOS): An Introductory Critical Account. **Knowledge Organization**, [Edmonton], v. 45, n. 1, p. 54-78, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5771/0943-7444-2018-1-54>. Acesso em: 19 jan. 2023.

MEDICAL DICTIONARY FOR REGULATORY ACTIVITIES TERMINOLOGY (MEDDRA). **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/MEDDRA>. Acesso em: 29 jan. 2023.

MEDICAL IMAGE SIMULATION. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/OntoVIP>. Acesso em: 20 jan. 2023.

MEDICAL SUBJECT READINGS. **National Library Of Medicine**, 2022. Disponível em: https://www.nlm.nih.gov/mesh/intro_preface.html#pref_rem. Acesso em: 29 jan. 2023.

MESSA, J. A. F.; CAMPOS, M. L. A. Diretrizes para avaliação de domínios de conhecimento em tesouros: uma análise da atualidade temática do macrothesaurus brasileiro de direito constitucional. **Encontro Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Ciência da Informação**, n. XVIII ENANCIB, 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/104642>. Acesso em: 20 abr. 2023.

METADATA AUTHORITY DESCRIPTION SCHEMA IN RDF. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/MADS-RDF>. Acesso em: 21 jan. 2023.

MICHAELIS: moderno dicionário da língua portuguesa. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 1998- (Dicionários Michaelis). 2259p.

MISSION, VISION, AND PRINCIPLES FOR OPEN TERMINOLOGY DEVELOPMENT. **LOINC**, 2023. Disponível em: <https://loinc.org/principles/>. Acesso em: 29 jan. 2023.

MODERN SCIENCE ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/MODSCI>. Acesso em: 21 jan. 2023

MOREIRA et al. Repositórios para dados localizáveis, acessíveis, interoperáveis e reutilizáveis (FAIR): adaptando um repositório de dados para se comportar como um FAIR Data Point. **Liinc em Revista**, Brasília, DF, v. 15, n. 2, p. 244-258, 2019. DOI: <https://doi.org/10.18617/liinc.v15i2.4817>. Disponível em: <https://revista.ibict.br/liinc/article/view/4817>. Acesso em: 20 jun. 2022

MORAIS, Marília Winkler; RAMALHO, Rogério Aparecido Sá; SOUZA, Janailton Lopes. Representação em SKOS de um microtesauro de conhecimentos estratégicos nas organizações. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 24, n. 2, p. 187-198, out./dez. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pci/a/6X3vZrWjCxD73ckQRwGQrbv/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 jan. 2023

MONS, B. The VODAN IN: support of a FAIR-based infrastructure for COVID-19.

European Journal of Human Genetics, [Londres], v. 28, n. 6, p. 724–727, 2020. DOI: 10.1038/s41431-020-0635-7. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7201909/>. Acesso em: 15 jun. 2022

MUNBLIT, Daniel et al. Risk factors for long-term consequences of COVID-19 in hospitalised adults in Moscow using the ISARIC Global follow-up protocol: StopCOVID cohort study. **Clin Exp Allergy** [Oxford], v. 51. p. 1107-1120, 2021. DOI: 10.1111/cea.13997. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/cea.13997>. Acesso em: 23 jul. 2022.

NATIONAL CANCER INSTITUTE THESAURUS. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/NCIT>. Acesso em: 20 jan. 2023.

NATIONAL DRUG CODE DIRECTORY. **FDA**, 2022. Disponível em: <https://www.fda.gov/drugs/drug-approvals-and-databases/national-drug-code-directory>. Acesso em: 29 jan. 2023

NCI METATHESAURUS. **NCI**, 2022. Disponível em: <https://ncimetathesaurus.nci.nih.gov/ncimbrowser/>. Acesso em: 29 jan. 2023

NEUROSCIENCE INFORMATION FRAMEWORK (NIF) STANDARD ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/NIFSTD>. Acesso em: 23 jan. 2023.

NEUROSCIENCE INFORMATION FRAMEWORK (NIF) DYSFUNCTION ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/NIFDYS>. Acesso em: 21 jan. 2023.

NON-RANDOMIZED CONTROLLED TRIALS ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/NONRCTO>. Acesso em: 20 jan. 2023.

NEUROLOG PROJECT. **Neurolog**, 2012. Disponível em: <http://neurolog.i3s.unice.fr/>. Acesso em: 20 jan. 2023.

ONTOLOGY OF CONSUMER HEALTH VOCABULARY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/OCHV>. Acesso em: 20 jan. 2022.

ONTOLOGY OF ALTERNATIVE MEDICINE, FRENCH. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/ONTOMA>. Acesso em: 20 jan. 2023.

PAEPCKE, Andreas et al. Interoperability for digital libraries worldwide. **Communications of the ACM**, [Nova Iorque], v. 41, n. 4, abr., 1998. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/273035.273044>. Acesso em: 20 jan. 2023.

PERSIAN MEDICINE DISEASES ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/PMD>. Acesso em: 20 jan. 2023.

PRECISION MEDICINE ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/PREMEDONTO>. Acesso em: 20 jan. 2023.

PROJECT ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/PROJ>. Acesso em: 21 jan. 2023.

PROVENANCE ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/PROVO>. Acesso em: 19 jan. 2023

PORTABLE DOCUMENT FORMAT. **Wikipédia**, 2022. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Portable_Document_Format. Acesso em 29 jan. 2023

QUANTITIES, UNITS, DIMENSIONS, AND TYPES ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/QUDT>. Acesso em: 21 jan. 2023.

RAMALHO, Rogério Aparecido Sá. Análise do modelo de dados SKOS: Sistema de Organização do Conhecimento Simples para a Web. **Revista Informação e Tecnologia**, João Pessoa, v. 2, n. 1, p. 66-79, jan./jul., 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/itec/article/view/25995/14680>. Acesso em 21 jan. 2023

RAMALHO, Rogério; Aparecido Sá, SOUSA, Janailton Lopes. Diretrizes para avaliação de sistemas de organização do conhecimento representados em SKOS. **Informação & Informação**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 126–138, 2019. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/informacao/article/view/37986/pdf>. Acesso em 27 jan. 2023.

RADLEX. **NCIT**, 2021. Acesso em: 29 jan 2023. Disponível em: https://ncit.nci.nih.gov/ncitbrowser/pages/vocabulary.jsf?dictionary=RadLex&version=4_1. Acesso em: 29 jan. 2023

RAJPUT, Abdul Mateen; BALLOUT, Sarah; DRENKHAHN, Cora. **Standardizing the unit of measurements in LOINC-coded laboratory tests can significantly improve semantic interoperability**. Amsterdã: IOS Press, 2020. p. 234-235. E-book. Disponível em: <https://ebooks.iospress.nl/doi/10.3233/SHTI200733>. Acesso em: 20 mar. 2023

RANDOMIZED CONTROLLED TRIALS ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/RCTONT>. Acesso em: 23 jan. 2023.

RDF. **W3C**, 2014. Disponível em: <https://www.w3.org/RDF/>. Acesso em: 28 jan. 2023.

RECTOR, A. L. et al. OpenGALEN: Open Source Medical Terminology and Tools. In: AMIA, 7., 2003, Washinton, DC. **Proceedings** [...] Washington, DC: AMIA, 2003, p. 982. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1480228/>. Acesso em 28 jan. 2023.

REISEN, Mirjam Van et al. Design of a FAIR digital data health infrastructure in Africa for COVID-19 reporting and research. **Advanced Genetics**, [Nova Jersey], v. 2, n. 2, p.

1-17, 2021. DOI: 10.1002/ggn2.10050. Disponível em:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ggn2.10050>. Acesso em: 10 jul. 2022

RESEARCH VARIABLE ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em:
<https://bioportal.bioontology.org/ontologies/RVO>. Acesso em: 21 jan. 2023

RIBEIRO, C. J. S.; SANTOS, L. O. B. S.; MOREIRA, J. L. R. Princípios fair e interoperabilidade: reprodutibilidade com o uso de modelagem conceitual orientada a ontologias. **Informação & Informação**, Londrina, v. 25, n. 3, p. 28-51, 2020. DOI: 10.5433/1981-8920.2020v25n3p28 Acesso em: 30 jan. 2023.

RIBEIRO, Cláudio José Silva. Modelo de maturidade para repositórios digitais: um caminho para sua adoção na gestão de dados de pesquisa. **Liinc em Revista**, Brasília, DF, vol. 15, n. 3, 2019. DOI: <https://doi.org/10.18617/liinc.v15i2.4816>. Disponível em: <https://revista.ibict.br/liinc/article/view/4816>. Acesso em: 23 jul. 2022.

RXNORM. **NLM**, 2022. Disponível em:
<https://www.nlm.nih.gov/research/umls/rxnorm/index.html>. Acesso em: 29 jan. 2023

SALMON ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em:
<https://bioportal.bioontology.org/ontologies/SALMON>. Acesso em: 20 jan. 2023.

SANTOS, C. A. C. M. dos. A Organização e Representação do Conhecimento na Pandemia de COVID-19: Contribuições e Desafios. **Revista Fontes Documentais**, Aracaju, v. 3, n. esp., p. 75–85, 2020. Disponível em:
<https://brapci.inf.br/index.php/res/download/151365>. Acesso em: 15 jun. 2022

SANTOS, Fatima Cristina Lopes dos. Interoperabilidade semântica entre repositórios de saúde pública. **Cadernos BAD**, [s.l.], n. 2, jul-dez, p. 193-196, 2014. Disponível em: <https://brapci.inf.br/index.php/res/download/78926>. Acesso em: 20 jan. 2023

SAYÃO, Luis Fernando; MARCONDES, Carlos Henrique. O desafio da interoperabilidade e as novas perspectivas para as bibliotecas digitais. **TransInformação**, Campinas, vol. 20, n. 2, p. 133-148, maio/ago., 2008. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/tinf/a/LSxTfhK6Nfx54t4ypBK87kM/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 jan. 2023.

SCIENTIFIC EVIDENCE AND PROVENANCE INFORMATION ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/SEPIO>. Acesso em: 21 jan. 2023.

SEMANTICSCIENCE INTEGRATED ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em:
<https://bioportal.bioontology.org/ontologies/SIO>. Acesso em: 21 jan. 2023

SPAR DATACITE ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em:
<https://bioportal.bioontology.org/ontologies/DATACITE>. Acesso em: 21 jan. 2023.

STUDY COHORT ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em:
<https://bioportal.bioontology.org/ontologies/SCO>. Acesso em: 20 jan. 2023.

SURGICAL SECONDARY EVENTS. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/SSE>. Acesso em: 20 jan. 2023.

SPARQL QUERY LANGUAGE FOR RDF. **W3C**, 2008. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>. Acesso em: 17 jan. 2023

TEIXEIRA, Livia Marangon Duffles; ALMEIDA, Maurício Barcellos. Princípios ontológicos no suporte a terminologias clínicas: método e ontologia para reorganização da Classificação Internacional de Doenças. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 48, n. 1, p. 94-112, 2019. Disponível em: <https://revista.ibict.br/ciinf/article/view/4291/4101>. Acesso em: 20 jan. 2023

TERMINOLOGICAL AND ONTOLOGICAL KNOWLEDGE RESOURCES ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/TOK>. Acesso em: 21 jan. 2023.

TERMINOLOGY MODULE. **HL7 FHIR**, 2022. Disponível em: <http://hl7.org/fhir/terminology-module.html>. Acesso em 16 jul. 2022.

USHOLD, Mike; MENZEL, Christopher. **Semantic integration & interoperability using RDF and OWL**. W3C: Cambridge, Massachusetts, 2005. Disponível em: <https://www.w3.org/2001/sw/BestPractices/OEP/SemInt/>. Acesso em: 20 jan. 2023.

USING MDC CODES WITH FHIR. **HL7 FHIR**, 2022. Disponível em: <http://hl7.org/fhir/mdc.html>. Acesso em: 29 jan. 2023

USING CODES IN RESOURCES. **HL7 FHIR**, 2023. Disponível em: <https://hl7.org/fhir/r5//terminologies.html>. Acesso em: 20 mar. 2023.

VEIGA, Viviane et al. VODAN BR: a gestão de dados no enfrentamento da pandemia coronavírus. **Páginas A&B, Arquivos e Bibliotecas (Portugal)**, Porto, v. 3, n. esp., p. 51–58, 2020. Disponível em: https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/46443/2/Artigo_CONFOA_2021_Veiga_et_al.pdf. Acesso em: 15 jun. 2022

VIDAL, A. L. F.; PALETTA, F. C. A atuação da terminologia para o desenvolvimento dos sistemas de organização do conhecimento no contexto da ciência da informação. **Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia**, João Pessoa, v. 15, n. 4, p. 1-20, 2020. DOI: 10.22478/ufpb.1981-0695.2020v15n4.57062. Disponível em: <https://brapci.inf.br/index.php/res/v/153145>. Acesso em: 31 jan. 2023.

VIRUS OUTBREAK DATA NETWORK (VODAN). **GO FAIR**, 2022. Disponível em: <https://www.go-fair.org/implementation-networks/overview/vodan/>. Acesso em: 28 jun. 2022.

VIVO-INTEGRATED SEMANTIC FRAMEWORK. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/VIVO-ISF>. Acesso em: 20 jan. 2023.

VIVO ONTOLOGY FOR RESEARCHER DISCOVERY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/VIVO>. Acesso em: 20 jan. 2023.

VODAN BRAZIL. **VODAN BR**, 2020. Disponível em: <https://vodanbr.github.io/>. Acesso em: 22 ago. 2021.

VODAN BRAZIL: HOSPITAL PARTNERS. **FIOCRUZ**, 2020. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/en/vodan-brazil-hospital-partners>. Acesso em: 10 jun. 2022.

WEB ANNOTATION ONTOLOGY. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/OA>. Acesso em: 21 jan. 2023.

XHTML. **Wikipedia**, 2020. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/XHTML>. Acesso em: 29 jan. 2023.

XML. **Wikipedia**, 2022. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/XML>. Acesso em: 29 jan. 2023.

WEISS, Leila Cristina. Web e a Interoperabilidade semântica: uma análise das perspectivas teóricas dos estudos desenvolvidos na área de Ciência da Informação. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 27, n. 3, p. 431-457, jul./set. 2021. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/EmQuestao/article/view/107807/61794>. Acesso em: 20 jan. 2023.

WELCOME TO FHIR. **HL7 FHIR**, 2022. Disponível em: <https://www.hl7.org/fhir/>. Acesso em: 28 jun. 2022

WHO COVID-19 RAPID VERSION CRF semantic data model. **Bioportal**, 2022. Disponível em: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/COVIDCRFRAPID/>. Acesso em: 29 jan. 2023.

WHO WE ARE. **SNOMED**, 2022. Disponível em: <https://www.snomed.org/snomed-international/who-we-are>. Acesso em: 29 jan. 2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **The WHO Global Clinical Platform for COVID-19**. 2022. Disponível em: <https://who.int/teams/health-care-readiness-clinical-unit/covid-19/data-platform/>. Acesso em: 10 de maio de 2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global COVID-19 clinical platform case report form (CRF) for post COVID condition (post COVID-19 CRF), 9 February 2021. 2022. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345298?locale-attribute=pt&>. Acesso em: 10 maio de 2022.

ZENG, Marcia Lei. et al. Implications of Knowledge Organization Systems for Health Information Exchange and Communication during the COVID-19 Pandemic. **Data and Information Management**, Wuhan, v. 4, n. 3, p. 148–170, 2020. DOI: <https://doi.org/10.2478/dim-2020-0009>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2543925122000468?via%3Dihub>. Acesso em: 15 jun. 2022

ZENG, Marcia Lei. Knowledge Organization Systems (KOS). **Knowledge Organization**, [Edmonton], v. 35, n. 2, p. 160–182, 2008. Disponível em: https://www.academia.edu/26672820/Knowledge_Organization_Systems_KOS. Acesso em: 20 jan. 2023.

ZONG, N. et al. Developing an FHIR-Based Computational Pipeline for Automatic Population of Case Report Forms for Colorectal Cancer Clinical Trials Using Electronic Health Records. **JCO clinical cancer informatics**, Alexandria, VA, v. 4, p. 201-209, 2020. DOI: doi: 10.1200/CCI.19.00116. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7444441/>
NATIONAL DRUG FILE REFERENCE TERMINOLOGY (NDF-RT). OIT.VA, 2019. Disponível em: <https://www.oit.va.gov/Services/TRM/StandardPage.aspx?tid=5221#:~:text=It%20organizes%20the%20drug%20list,%2C%20pharmacokinetics%2C%20and%20related%20di> seases. Acesso em: 29 jan. 2023.

ANEXO A - ESTRUTURA MÓDULO DE CONFORMIDADE DO PADRÃO FHIR

Structure				
Name	Flags	Card.	Type	Description & Constraints
StructureDefinition	N		DomainResource	Structural Definition + Warning: Name should be usable as an identifier for the module by machine processing applications such as code generation + Rule: Element paths must be unique unless the structure is a constraint + Rule: If the structure is not abstract, then there SHALL be a baseDefinition + Rule: If the structure defines an extension then the structure must have context information + Rule: A structure must have either a differential, or a snapshot (or both) + Rule: If there's a type, its content must match the path name in the first element of a snapshot + Rule: All element definitions must have an id + Rule: The first element in a snapshot has no type unless model is a logical model. + Rule: If the first element in a differential has no "." in the path and it's not a logical model, it has no type + Rule: In any snapshot or differential, no label, code or requirements on an element without a "." in the path (e.g. the first element) + Rule: All element definitions must have unique ids (snapshot) + Rule: All element definitions must have unique ids (diff) + Rule: Context Invariants can only be used for extensions + Rule: FHIR Specification models only use FHIR defined types + Rule: Default values can only be specified on specializations + Rule: FHIR Specification models never have default values + Rule: No slice name on root + Rule: If there's a base definition, there must be a derivation + Warning: Elements in Resources must have a min cardinality of 0 or 1 and a max cardinality of 1 or * Elements defined in Ancestors: id, meta, implicitRules, language, text, contained, extension, modifierExtension Interfaces Implemented: CanonicalResource
url	Σ C	1..1	uri	Canonical identifier for this structure definition, represented as a URI (globally unique) + Warning: URL should not contain or # - these characters make processing canonical references problematic Additional identifier for the structure definition
identifier	Σ	0..*	Identifier	
version	Σ	0..1	string	Business version of the structure definition
versionAlgorithm[x]	Σ TU	0..1		How to compare versions Binding: Version Algorithm (Extensible)
versionAlgorithmString			string	
versionAlgorithmCoding			Coding	
name	Σ C	1..1	string	Name for this structure definition (computer friendly)
title	Σ T	0..1	string	Name for this structure definition (human friendly)
status	?! Σ	1..1	code	draft active retired unknown
status	?! Σ	1..1	code	draft active retired unknown Binding: PublicationStatus (Required)
experimental	Σ	0..1	boolean	For testing purposes, not real usage
date	Σ	0..1	dateTime	Date last changed
publisher	Σ T	0..1	string	Name of the publisher/steward (organization or individual)
contact	Σ	0..*	ContactDetail	Contact details for the publisher
description	T	0..1	markdown	Natural language description of the structure definition
useContext	Σ TU	0..*	UsageContext	The context that the content is intended to support
jurisdiction	Σ XD	0..*	CodeableConcept	Intended jurisdiction for structure definition (if applicable) Binding: Jurisdiction ValueSet (Extensible)
purpose	T	0..1	markdown	Why this structure definition is defined
copyright	T	0..1	markdown	Use and/or publishing restrictions
copyrightLabel	T TU	0..1	string	Copyright holder and year(s)
keyword	Σ XD	0..*	Coding	Assist with indexing and finding Binding: Structure Definition Use Codes / Keywords (Extensible)
fhirVersion	Σ	0..1	code	FHIR Version this StructureDefinition targets Binding: FHIRVersion (Required)
mapping	C	0..*	BackboneElement	External specification that the content is mapped to + Rule: Must have at least a name or a uri (or both)
identity		1..1	id	Internal id when this mapping is used
uri	C	0..1	uri	Identifies what this mapping refers to
name	C	0..1	string	Names what this mapping refers to
comment		0..1	string	Versions, Issues, Scope limitations etc
kind	Σ C	1..1	code	primitive-type complex-type resource logical Binding: Structure Definition Kind (Required)
abstract	Σ C	1..1	boolean	Whether the structure is abstract

context	Σ C	0..*	BackboneElement	If an extension, where it can be used in instances
type	Σ	1..1	code	fhirpath element extension Binding: Extension Context Type (Required)
expression	Σ	1..1	string	Where the extension can be used in instances
contextInvariant	Σ C	0..*	string	FHIRPath invariants - when the extension can be used
type	Σ C	1..1	uri	Type defined or constrained by this structure Binding: All FHIR Types (Extensible)
baseDefinition	Σ C	0..1	canonical(StructureDefinition)	Definition that this type is constrained/specialized from
derivation	Σ C	0..1	code	specialization constraint - How relates to base definition Binding: Type Derivation Rule (Required)
snapshot	C	0..1	BackboneElement	Snapshot view of the structure + Rule: Each element definition in a snapshot must have a formal definition and cardinalities, unless model is a logical model + Rule: All snapshot elements must start with the StructureDefinition's specified type for non-logical models, or with the same type name for logical models + Rule: For CodeableReference elements, target profiles must be listed on the CodeableReference, not the CodeableReference.reference + Rule: For CodeableReference elements, bindings must be listed on the CodeableReference, not the CodeableReference.concept + Guideline: The root element of a profile should not have mustSupport = true + Rule: All snapshot elements must have a base definition
element	C	1..*	ElementDefinition	Definition of elements in the resource (if no StructureDefinition) + Rule: provide either a binding reference or a description (or both) + Rule: If there are no discriminators, there must be a definition
differential	C	0..1	BackboneElement	Differential view of the structure + Rule: No slicing on the root element + Rule: In any differential, all the elements must start with the StructureDefinition's specified type for non-logical models, or with the same type name for logical models
element	C	1..*	ElementDefinition	Definition of elements in the resource (if no StructureDefinition)

ANEXO B - ESTRUTURA DO CODE SYSTEM DO PADRÃO FHIR

Name	Flags	Card.	Type	Description & Constraints
CodeSystem	N		DomainResource	Declares the existence of and describes a code system or code system supplement + Warning: Name should be usable as an identifier for the module by machine processing applications such as code generation + Rule: Within a code system definition, all the codes SHALL be unique + Warning: If there is an explicit hierarchy, a hierarchyMeaning should be provided + Warning: If there is an implicit hierarchy, a hierarchyMeaning should be provided + Rule: If the code system content = supplement, it must nominate what it's a supplement for Elements defined in Ancestors: id, meta, implicitRules, language, text, contained, extension, modifierExtension Interfaces Implemented: MetadataResource
url	Σ C	0..1	uri	Canonical identifier for this code system, represented as a URI (globally unique) (Coding.system) + Warning: URL should not contain or # - these characters make processing canonical references problematic
identifier	Σ	0..*	Identifier	Additional identifier for the code system (business identifier)
version	Σ	0..1	string	Business version of the code system (Coding.version)
versionAlgorithm[x]	Σ TU	0..1		How to compare versions Binding: Version Algorithm (Extensible)
versionAlgorithmString			string	
versionAlgorithmCoding			Coding	
name	Σ C	0..1	string	Name for this code system (computer friendly)
title	Σ T	0..1	string	Name for this code system (human friendly)
status	? Σ	1..1	code	draft active retired unknown Binding: PublicationStatus (Required)
experimental	Σ	0..1	boolean	For testing purposes, not real usage
date	Σ	0..1	dateTime	Date last changed
publisher	Σ T	0..1	string	Name of the publisher/steward (organization or individual)
contact	Σ	0..*	ContactDetail	Contact details for the publisher
description	T	0..1	markdown	Natural language description of the code system
useContext	Σ TU	0..*	UsageContext	The context that the content is intended to support
jurisdiction	Σ XD	0..*	CodeableConcept	Intended jurisdiction for code system (if applicable) Binding: Jurisdiction ValueSet (Extensible)
purpose	T	0..1	markdown	Why this code system is defined
copyright	T	0..1	markdown	Use and/or publishing restrictions
copyright	T	0..1	markdown	Use and/or publishing restrictions
copyrightLabel	T TU	0..1	string	Copyright holder and year(s)
approvalDate	TU	0..1	date	When the CodeSystem was approved by publisher
lastReviewDate	TU	0..1	date	When the CodeSystem was last reviewed by the publisher
effectivePeriod	Σ TU	0..1	Period	When the CodeSystem is expected to be used
topic	XD	0..*	CodeableConcept	E.g. Education, Treatment, Assessment, etc Binding: Definition Topic (Example)
author	TU	0..*	ContactDetail	Who authored the CodeSystem
editor	TU	0..*	ContactDetail	Who edited the CodeSystem
reviewer	TU	0..*	ContactDetail	Who reviewed the CodeSystem
endorser	TU	0..*	ContactDetail	Who endorsed the CodeSystem
relatedArtifact	TU	0..*	RelatedArtifact	Additional documentation, citations, etc
caseSensitive	Σ	0..1	boolean	If code comparison is case sensitive
valueSet	Σ	0..1	canonical(ValueSet)	Canonical reference to the value set with entire code system
hierarchyMeaning	Σ C	0..1	code	grouped-by is-a part-of classified-with Binding: Code System Hierarchy Meaning (Required)
compositional	Σ	0..1	boolean	If code system defines a compositional grammar
versionNeeded	Σ	0..1	boolean	If definitions are not stable
content	Σ C	1..1	code	not-present example fragment complete supplement Binding: Code System Content Mode (Required)
supplements	Σ C TU	0..1	canonical(CodeSystem)	Canonical URL of Code System this adds designations and properties to
count	Σ	0..1	unsignedInt	Total concepts in the code system
filter	Σ	0..*	BackboneElement	Filter that can be used in a value set
code	Σ	1..1	code	Code that identifies the filter
description	Σ	0..1	string	How or why the filter is used
operator	Σ	1..*	code	= is-a descendant-of is-not-a regex in not-in generalizes child-of descendant-leaf exists Binding: Filter Operator (Required)
value	Σ	1..1	string	What to use for the value

property	Σ	0..*	BackboneElement	Additional information supplied about each concept
code	Σ	1..1	code	Identifies the property on the concepts, and when referred to in operations
uri	Σ	0..1	uri	Formal identifier for the property
description	Σ	0..1	string	Why the property is defined, and/or what it conveys
type	Σ	1..1	code	code Coding string integer boolean dateTime decimal Binding: Property Type (Required)
concept	C	0..*	BackboneElement	Concepts in the code system
code	C	1..1	code	Code that identifies concept
display		0..1	string	Text to display to the user
definition		0..1	string	Formal definition
designation	C	0..*	BackboneElement	Additional representations for the concept + Rule! Must have a value for concept.designation.use if concept.designation.additionalUse is present
language		0..1	code	Human language of the designation Binding: All Languages (Required) Additional Bindings Common Languages Starter Set
use	C	0..1	Coding	Details how this designation would be used Binding: Designation Use (Extensible)
additionalUse	C TU	0..*	Coding	Additional ways how this designation would be used Binding: Designation Use (Extensible)
value		1..1	string	The text value for this designation
property		0..*	BackboneElement	Property value for the concept
code	C	1..1	code	Reference to CodeSystem.property.code
value[x]		1..1		Value of the property for this concept
valueCode			code	
valueCoding			Coding	
valueString			string	
valueInteger			integer	
valueBoolean			boolean	
valueDateTime			dateTime	
valueDecimal			decimal	
concept	C	0..*	see concept	Child Concepts (is-a/contains/categorizes)