**Integração Semântica das Bases de Dados do
Sistema Único de Saúde:
Um Estudo de Caso com o Município de São Paulo**

Débora Lina Nascimento Ciriaco Pereira

DISSERTAÇÃO APRESENTADA
AO
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PARA
OBTENÇÃO DO TÍTULO
DE
MESTRADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Programa: Ciência da Computação
Orientadora: Profa. Dra. Renata Wassermann

Esta pesquisa é parte do INCT da Internet do Futuro para Cidades Inteligentes financiado pelo CNPq proc. 465446/2014-0, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, FAPESP proc. 14/50937-1, e FAPESP proc. 15/24485-9.

Integração Semântica das Bases de Dados do Sistema Único de Saúde: Um Estudo de Caso com o Município de São Paulo

Esta versão da dissertação contém as correções e alterações sugeridas pela Comissão Julgadora durante a defesa da versão original do trabalho, realizada em 19/12/2019. Uma cópia da versão original está disponível no Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo.

Comissão Julgadora:

- Profa. Dra. Renata Wassermann - IME-USP
- Profa. Dra. Laís do Nascimento Salvador - UFBA
- Prof. Dr. Paulo Roberto Miranda Meirelles - UNIFESP

Agradecimentos

Gostaria de expressar minha gratidão a todos que fizeram parte dessa jornada, me apoiando e incentivando a continuar. Agradeço à professora Renata Wassermann, por sua dedicação e paciência ao me orientar. Obrigada por aceitar o desafio de ter uma aluna que não veio da computação, seus conselhos e direção foram extremamente importantes para mim. Sua forma de conduzir o projeto (e a vida!) e maneira leve, amável e ao mesmo tempo séria será algo que levarei para toda a minha trajetória. Agradeço também à professora Laís Nascimento Salvador, que esteve presente em todas as fases do meu projeto, sendo uma fonte de ajuda e direcionamento, sempre muito empenhada. Certamente meu projeto não teria a mesma força sem ela.

Deixo meu agradecimento aos colegas da IBM Research, por estarem comigo em uma das fases mais difíceis para mim, o período das disciplinas. Vocês foram essenciais! Agradeço ao pessoal do LIAMF, vocês tiraram minhas dúvidas, deram suporte e me esperaram para o chá! De fato vocês fizeram a diferença nessa caminhada.

Agradeço à minha casa, por serem meu porto seguro nos tempos calmos e de tempestade. Vocês sabem o quanto precisei de vocês para chegar até aqui. Agradeço ao meu amado, pela compreensão e apoio. Também aos meus irmãos em Cristo, pelas orações que com certeza me ajudaram a seguir sempre.

A todos que apostaram e depositaram sua confiança em mim nesse mestrado, obrigada!

Resumo

Pereira, D. L. N. C. **Integração Semântica das Bases de Dados do Sistema Único de Saúde: Um Estudo de Caso com o Município de São Paulo** 2019. 134 f. Dissertação de Mestrado – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

O grande incentivo à disponibilização de dados populacionais, principalmente em formatos abertos, tem gerado interesse para a realização de análises voltadas à gestão pública. Entretanto, a ausência de informações contextuais e semânticas apresenta um desafio, mesmo para áreas com terminologias já bem estabelecidas, como a da saúde. A execução da integração semântica das bases de dados tem sido uma solução apontada para a melhora na compreensão dos dados, levando assim ao maior aproveitamento destes. Desse modo, foi escolhida e adaptada uma metodologia de integração semântica das bases de dados de nascimento (SINASC) e mortalidade (SIM) do Sistema Único de Saúde, relacionadas à saúde materno-infantil no município de São Paulo. Foi realizado um estudo de caso relacionado ao desenvolvimento do indicador de saúde de Dias Potenciais de Gravidez Perdidos - DPGP. Utilizando a metodologia híbrida de integração semântica, foram criadas três camadas para a solução, cada uma contendo pelo menos uma ontologia, com sua especificação e mapeamentos necessários. As ontologias foram então povoadas com os dados das bases de dados advindos do Ministério da Saúde através do DATASUS e dados já *linkados* da Secretaria Municipal da Saúde de São Paulo, fruto da parceria realizada no contexto do projeto do indicador de saúde DPGP. As ontologias foram então avaliadas quanto à capacidade de responder às questões de competência eleitas pelos especialistas. A solução composta pelas ontologias e mapeamentos mostrou-se útil no processo de integração semântica dos dados, apresentando uma visão global das bases de dados e como estas se relacionavam. Por fim, as ontologias povoadas por dados públicos foram disponibilizadas para a comunidade.

Palavras-chave: Integração Semântica de Bases de Dados, Ontologias, Linked Data, Bases de Dados Populacionais, Sistemas de Informação em Saúde, Sistema Único de Saúde.

Abstract

Pereira, D. L. N. C. **Semantic Data Integration for the Brazilian Public Health System: A Case Study with São Paulo**. 2019. 134 f. Dissertação de Mestrado - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

The great incentive to make population data available, mainly in open formats, has generated interest in carrying out analyzes aimed at public management. However, the absence of contextual and semantic information presents a challenge, even for areas with well-established terminologies, such as health care. The semantic integration of databases has been a solution aimed at improving the understanding of data, thus leading to greater use of them. In this way, a methodology for semantic integration of the birth (SINASC) and mortality (SIM) databases of the Brazilian Unified Health System (SUS), related to maternal and child health in the city of São Paulo, was chosen and adapted. A case study was carried out related to the development of the health indicator of Missed Potential Days of Pregnancy - DPGP.

Using the hybrid semantic integration methodology, three layers were created for the solution, each containing at least one ontology, with its specification and necessary mappings. The ontologies were then populated with data from the databases from the Ministry of Health through DATASUS and data already *linked* from the Municipal Health Secretariat of São Paulo, as a result of the partnership carried out in the context of the DPGP health indicator project. The ontologies were then evaluated for their ability to answer questions of competence elected by experts. The solution made up of ontologies and mappings proved to be useful in the process of semantic data integration, presenting a global view of the databases and how they were related. Finally, the ontologies populated by public data were made available to the community.

Keywords: Semantic Data Integration, Ontology, Linked Data, Population Health Datasets, Health Information Systems, Brazilian Public Health System.

Conteúdo

Lista de Abreviações	ix
Lista de Figuras	xi
Lista de Tabelas	xiii
1 Introdução	1
1.1 Motivação	3
1.2 Caracterizando o projeto	5
1.3 Contexto do projeto	7
1.4 Publicações e Apresentações	7
1.5 Organização do trabalho	8
2 Conceitos	9
2.1 Integração de dados	9
2.2 Integração Semântica dos Dados	10
2.2.1 Web Semântica	11
2.3 Ontologias: Definições, Modelagem e Usos	14
2.3.1 Engenharia de Ontologias	16
2.3.2 Ontologias na integração de dados	18
2.4 Integração de dados baseada em ontologias - OBDI	18
2.4.1 Abordagens de OBDI	20
3 Metodologia de Desenvolvimento da Solução	23
3.1 Compreensão do Problema e Escolha das Fontes de Dados	23
3.2 Escolha da abordagem de OBDI	26
3.3 Desenvolvimento da solução OBDI híbrida	29
3.3.1 Arquitetura da solução	29
4 Desenvolvimento das ontologias e mapeamentos independentes da aplicação	33
4.1 Avaliação das Fontes de Dados	33
4.2 Desenvolvimento das Ontologias da Camada OF	34
4.3 Desenvolvimento dos Mapeamentos FD_OF	42

5	Desenvolvimento das ontologias e mapeamentos dependentes da aplicação	47
5.1	Desenvolvimento da Ontologia da Camada OD	47
5.1.1	Cenário Motivador	48
5.1.2	Questões de Competência Informais	48
5.1.3	Especificação Formal: Terminologia	51
5.1.4	Formalização das Questões de Competência	54
5.2	Desenvolvimento das Ontologias da Camada OI: Primeira Parte	59
5.3	Desenvolvimento dos Mapeamentos OD_OI	59
5.4	Desenvolvimento dos Mapeamentos OF_OI	60
5.5	Desenvolvimento das Ontologias da Camada OI: Segunda Parte	61
5.6	Desenvolvimento dos Links <i>sameAs</i>	62
5.7	Desenvolvimento dos Mapeamentos OI_OD	62
6	Conclusão	65
6.1	Trabalhos Futuros	66
A	Diagramas Entidade Relacionamento	67
B	Consultas nas ontologias da camada OF	69
C	Questões de Competência	71
D	Dicionário de Mapeamento de Termos entre OFs e OD	77
A	Bases de dados para integração	85
B	Exemplo da Declaração de Nascido Vivo	89
C	Variáveis do SINASC	91
D	Exemplo da Declaração de Óbito	99
E	Variáveis do SIM	101
F	Variáveis da DNDO	109
	Bibliografia	113

Lista de Abreviações

AIDS	Síndrome da Imunodeficiência Adquirida
APAC	Autorização de Procedimentos de Alta Complexidade
API	<i>Application Programming Interface</i>
BPA-I	Boletim de Produção Ambulatorial Individualizado
CBO	Classificação Brasileira de Ocupações
CENTERMS	Centro Nacional de Terminologias em Saúde
CEP	Código de Endereçamento Postal
CID	Classificação Internacional de Doenças
CIDACS	Centro de Integração de Dados e Conhecimento para Saúde
CIT	Comissão Intergestores Tripartite
CMD	Conjunto Mínimo de Dados
CNES	Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde
CNS	Cartão Nacional de Saúde
CPF	Cadastro de Pessoa Física
CSV	<i>Comma-separated Values</i>
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DBC	<i>Database Container</i> (extensão)
DBF	<i>Database file</i> (extensão)
DL	<i>Description Logic</i> - Lógica de Descrição
DN	Declaração de Nascimento
DO	Declaração de Óbito
DPGP	Dias Potenciais de Gravidez Perdidos
ePing	Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
GAV	<i>Global-as-View</i>
GLAV	<i>Global-and-Local-as-View</i>
GSS	Gestão de Sistemas de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICICT	Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde
INCT	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia

KOS	<i>Knowledge Organization Systems</i>
LAV	<i>Local-as-View</i>
LD	<i>Linked Data</i>
LDM	<i>Linked Data Mashup</i>
LOD	<i>Linked Open Data</i>
OBDA	<i>Ontology-Based Data Access</i>
OBDI	<i>Ontology-Based Data Integration</i>
OD	Ontologia de Domínio
OF	Ontologias de Fonte
OI	Ontologias de Integração
OWL	<i>Ontology Web Language</i>
RDF	<i>Resource Description Framework</i>
RNDS	Rede Nacional de Dados em Saúde
RTS	Repositório de Terminologias em Saúde
SAMHPS	Sistema de Atenção Médico-Hospitalar da Previdência Social
SIA	Sistema de Informação Ambulatorial
SIGA	Sistema Integrado de Gestão da Assistência à Saúde
SIGTAP	Sistema de Gerenciamento da Tabela de Procedimentos, Medicamentos, Órteses/Próteses e Materiais Especiais do SUS
SIH	Sistema de Informações Hospitalar
SIM	Sistema de Informações de Mortalidade
SINASC	Sistema de Informações de Nascidos Vivos
SIS	Sistemas de Informação de Saúde
SisPreNatal	Sistema de Acompanhamento da Gestante
SMS-SP	Secretaria Municipal da Saúde de São Paulo
SNOMED-CT	<i>SNOMED Clinical Terms</i>
SPARQL	<i>SPARQL Protocol and RDF Query Language</i>
SQL	<i>Structured Query Language</i>
SUS	Sistema Único de Saúde
SWEO	<i>Semantic Web Education and Outreach</i>
TANU	Triagem Auditiva Neonatal Universal
UBS	Unidade Básica de Saúde
URI	<i>Uniform Resource Identifier</i>
USP	Universidade de São Paulo
UTF-8	<i>8-bit Unicode Transformation Format</i> - Padrão de codificação de caracteres
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
XLS	Extensão do Excel
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

Lista de Figuras

1.1	Representação do <i>framework</i> de 4 camadas	6
2.1	Representação de parte da ontologia <i>Semantic Web for Resource Community</i>	15
2.2	Metodologia para Engenharia de Ontologia	17
2.3	Representação dos elementos de uma solução OBDI	20
2.4	Abordagens de OBDI	20
3.1	Fluxograma da metodologia seguida e referência de localização no texto	23
3.2	Variáveis selecionadas da base de dados do SINASC	24
3.3	Variáveis selecionadas da base de dados do SIM	25
3.4	Seleção das bases terminológicas	26
3.5	Abordagens de OBDI, destaque para a OBDI híbrida	27
3.6	Árvore de Recomendação de abordagens de OBDI	28
3.7	Esquema da solução OBDI híbrida desenvolvida	29
3.8	Arquitetura da solução OBDI híbrida desenvolvida, com o fluxo de conceitos e a ordem de criação	31
3.9	Arquitetura da solução OBDI híbrida desenvolvida, com o fluxo das informações durante as consultas	32
4.1	Legenda para os diagramas das ontologias	35
4.2	Diagrama correspondente a ontologia OF_{SINASC}	36
4.3	Diagrama correspondente a ontologia OF_{SIM}	37
4.4	Diagrama correspondente a ontologia OF_{DNDO}	38
4.5	Recorte da ficha de preenchimento do SINASC	39
4.6	Classes da ontologia OF_{SINASC} e propriedades da classe GestacaoEParto	39
4.7	Propriedade de Objeto diagnosticadoCom da ontologia OF_{SINASC}	40
4.8	Exemplo da ontologia OF_{SINASC} preenchida com indivíduos da Família Real Britânica	41
4.9	Consulta exemplo das declarações de nascimento do SINASC que tiveram óbito re- gistrado no SIM, ontologia OF_{DNDO}	42
4.10	Configuração do <i>plug-in</i> do Ontop no Protégé	42
4.11	Aba <i>Mapping assistant</i> , do Ontop	43
4.12	Mapeamento de uma classe com suas propriedades de dados	44
4.13	Mapeamento de uma classe com suas propriedades de objetos	44
4.14	Indivíduos da base de dados do SINASC materializados na ontologia OF_{SINASC} . .	45
4.15	Exemplo de consulta SPARQL com os indivíduos virtualizados	45

4.16	Exemplo de consulta SPARQL com os indivíduos materializados	46
5.1	Arquitetura da solução OBDI híbrida desenvolvida, com o fluxo de conceitos e a ordem de criação, destaque para a etapa dependente da aplicação	47
5.2	Diagrama da ontologia de domínio, OD_{SMI}	52
5.3	Recorte do diagrama da ontologia OD_{SMI} , foco nas classes superclasse Diagnostico - Diagnóstico e suas subclasses	53
5.4	Recorte do diagrama da ontologia OD_{SMI} , foco nas classes que precisam de definições externas, como Neonato - Neonato	53
5.5	Resultado da análise do OOPS! para a ontologia OD_{SMI}	54
5.6	Indivíduos de teste da OD_{SMI}	55
5.7	Resposta da questão de competência sobre óbito materno após o parto, ontologia OD_{SMI}	55
5.8	Resposta da questão de competência sobre registro de abortos ou perdas fetais anteriores ao parto, ontologia OD_{SMI}	56
5.9	Resposta da questão de competência sobre o peso do filho ao nascer, ontologia OD_{SMI}	56
5.10	Resposta da questão de competência sobre óbito de recém nascido com diagnóstico de anomalia congênita no SINASC, ontologia OD_{SMI}	56
5.11	Diagrama representando o caminho percorrido para responder à questão de competência Houve óbito de algum recém nascido que tem registro de anomalia congênita no SINASC?	57
5.12	Resposta da questão de competência sobre as causas do óbito de recém nascido, ontologia OD_{SMI}	57
5.13	Resposta da questão de competência sobre a presença de diagnóstico de anomalia congênita do recém nascido, ontologia OD_{SMI}	58
5.14	Resposta da questão de competência sobre a quantidade de consultas pré-natal realizadas durante a gestação, ontologia OD_{SMI}	58
5.15	Resposta da questão de competência sobre a existência de óbito fetal, ontologia OD_{SMI}	58
5.16	Resposta da questão de competência sobre a hora do nascimento do recém nascido, ontologia OD_{SMI}	59
5.17	Recorte da ontologia OI_{SINASC}	61
5.18	Recorte da tela do <i>framework</i> SILK já com as ontologias OI_{SINASC} e OI_{SIM}	62
A.1	Diagrama Entidade Relacionamento - SINASC	67
A.2	Diagrama Entidade Relacionamento - SIM	68
B.1	Consulta exemplo de recém nascidos presentes na ontologia OF_{SINASC} - FR	69
B.2	Consulta exemplo de recém nascidos com anomalia congênita presentes na ontologia OF_{SINASC} - FR	69
B.3	Consulta exemplo de óbitos de menores de 1 ano presentes na ontologia OF_{SIM} - FR	70
B.4	Consulta exemplo da data de nascimento dos óbitos de menores de 1 ano presentes na ontologia OF_{SIM} - FR	70
A.1	Bases de dados do SIS-SUS	86

Lista de Tabelas

2.1	Construtores da DL e seus significados	16
4.1	Tipos de indivíduos encontrados na integração das bases de dados do SINASC e SIM	34
5.1	Campos referentes ao CNES	60
5.2	Apresentação da idade na tabela do SIM	60
C.1	Descrição das questões de competência - Objeto de estudo: Mãe	73
C.2	Descrição das questões de competência - Objeto de estudo: Nascido Vivo, Filho ou Recém Nascido (RN)	74
C.3	Descrição das questões de competência - Objeto de estudo: Gestação	75
C.4	Descrição das questões de competência - Objeto de estudo: Parto	75
D.1	Anomalia Congênita	77
D.2	Atendimento	77
D.3	Atendimento Ambulatorial	77
D.4	Consulta Ambulatorial	78
D.5	Consulta Pré-natal	78
D.6	Doença Crônica	78
D.7	Doença Transmissível	78
D.8	Estabelecimento	78
D.9	Falecido	78
D.10	Filho	79
D.11	Gestação	79
D.12	Internação	79
D.13	Internação Relacionada à Gravidez	79
D.14	Localização da Ocorrência	80
D.15	Localização da Residência	80
D.16	Localização do Estabelecimento	81
D.17	Localização do Nascimento	81
D.18	Mãe	81
D.19	Nascido Vivo	81
D.20	Nascimento	82
D.21	Natimorto	82
D.22	Obito	82
D.23	Pai	82

D.24 Parto	83
D.25 Pré-natal	83
D.26 Procedimento	83
D.27 Recém-nascido	83
D.28 Trabalho de Parto	84
D.29 Usuário	84
D.30 Vício	84

Capítulo 1

Introdução

O avanço da tecnologia tem levado a uma maior disponibilização de fontes de dados, das mais diversas áreas do conhecimento [MSAPLC⁺17]. É nesse cenário marcado pelo incentivo à publicação e uso de dados em que a divulgação de dados populacionais chama a atenção para as possibilidades de novas análises voltadas tanto à melhoria da gestão pública quanto aos novos campos de pesquisa. Segundo a iniciativa *Open Data Barometer*¹, em 2016, o Brasil era o 18º colocado no ranking de 144 países avaliados quanto à disponibilidade e qualidade dos dados públicos de seus municípios, em áreas como saúde, educação, finanças, legislação, entre outras. Embora bem colocado e com diversas iniciativas para a publicação dos dados², a necessidade de melhoria da qualidade das fontes é perceptível, principalmente no que diz respeito à licenças para uso aberto, identificadores únicos para os registros e formatos legíveis por máquinas, como CSV e XML.

Com a ideia da disponibilização das fontes de dados, surge a necessidade de integração das mesmas e de, desta forma, obter análises mais complexas, com visões mais completas. Segundo [DC⁺17], ao longo dos anos, foi observado um crescente interesse em integração dos dados, também, para assegurar a interoperabilidade entre as fontes de dados heterogêneas. O uso de modelos (semânticos) de representação do conhecimento, especialmente de ontologias, tem se tornado uma abordagem significativa para a complexa tarefa de integração. Esta abordagem é difundida por iniciativas como: a *Semantic Web*, de [BHBL09, BL06], que busca atribuir um sentido, uma semântica, ao conteúdo presente na Web; e *FAIR Data* [WDA⁺16], que fala sobre a disponibilização de dados em boas condições para o reuso, ou seja com qualidade e documentação de contexto. [BPDH10] descreve sobre a necessidade de interoperabilidade das bases de dados apresentando alguns casos de sucesso onde a ligação só foi possível por meio de uma união entre governo e empresas privadas, ambos possuidores de diferentes tipos de dados.

A área da saúde, apesar de manter grande repositórios de dados, bem como glossários e padrões terminológicos, também padece dos mesmos problemas referentes à qualidade e heterogeneidade dos dados [SB06]. Em [MSAPLC⁺17] são citados pelo três cenários que envolvem e dificultam a integração de dados na área da saúde:

- O primeiro está relacionado às diferenças entre os propósitos de criação e diferentes usos para os dados de origem clínica, como prontuários eletrônicos, dados advindos de pesquisas clínicas e aqueles de saúde pública. No Brasil ainda existe a diferença entre os dados gerados pelo SUS - Sistema Único de Saúde e pela saúde suplementar: os planos e seguradoras de saúde e os atendimentos financiados pelo próprio usuário. Esse viés de formação dos sistemas dificulta a integração, uma vez que não surgiram para serem integrados, podendo possuir falhas de segurança, confiabilidade e níveis inapropriados de agregação;
- O segundo cenário está ligado à crescente diversidade de fontes de dados, devido às várias

¹Open Data Barometer: https://opendatabarometer.org/?_year=2016&indicator=ODB

²Algumas iniciativas nacionais para a disponibilização de dados:

Imprensa Nacional: <http://portal.impresanacional.gov.br/>

Portal da Transparência: <http://www.portaltransparencia.gov.br/downloads/>

origens e tecnologias utilizadas. Isso impõe conhecimentos distintos, carecendo, muitas vezes, de equipes multidisciplinares;

- O último cenário refere-se ao gerador do dado. Antes, os dados eram gerados num modelo centrado no provedor de saúde, agora eles são centrados no paciente. Isso tem reflexos na modelagem dos sistemas de informação, na assistência a saúde e na tomada de decisão ao nível de gestão. A forma a interpretação dos dados também sofre mudanças, bem como seu nível de confiabilidade.

Ao sistema de saúde brasileiro, além das questões supracitadas onde destacou-se a dificuldade de interoperabilidade, somam-se sistemas de informação independentes e redundantes [Bra15]. Embora existam iniciativas e indícios de progresso, nota-se que ainda há muito a ser feito, principalmente para manterem integradas as bases de dados atuais com as que surgirão no futuro. É possível destacar cinco propostas do Governo Federal e do Ministério da Saúde relacionadas à integração das informações:

- ePing - Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico³: Iniciativa mais geral relacionada ao Governo Federal que regulamenta a utilização de tecnologia a fim de obter a interoperabilidade dos sistemas de informação públicos brasileiros. Nele são apresentadas as soluções recomendadas para adoção nos sistemas, como o uso de UTF-8 para os caracteres de texto das publicações oficiais e a terminologia padrão para termos clínicos em saúde o SNOMED-CT. Na caracterização dos modelos destaca-se que o desenvolvimento e manutenção de ontologias é preconizado como o padrão para a interoperabilidade dos dados na dimensão semântica dos sistemas de informação;
- CENTERMS – Centro Nacional de Terminologias em Saúde⁴: O CENTERMS, que responde ao Ministério da Saúde, tem como objetivo propiciar discussões e gerenciar atividades técnicas relacionadas às terminologias de saúde utilizadas pelos sistemas eletrônico de dados em saúde a fim de que eles obtenham uma interoperabilidade semântica.
- RTS - Repositório de Terminologias em Saúde⁵: É um portal desenvolvido pelo Ministério da Saúde, instituído pela Resolução CIT - Comissão Intergestores Tripartite nº 39 de 22 de março de 2018, com o objetivo de gerenciar e publicizar as terminologias em saúde utilizadas pelos sistemas de informação do Brasil, tais como CID - Classificação Internacional de Doenças, CNES - Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde, CBO - Classificação Brasileira de Ocupações e outras.
- CMD - Conjunto Mínimo de Dados⁶: Instituído pelo Decreto de 29 de novembro de 2017 e pela Resolução CIT nº 6, de 25 de agosto de 2016, o CMD é o sistema de coleta os dados de todos os atendimentos em saúde que ocorrem no território nacional, tanto do SUS quanto da saúde suplementar. Ele está em fase de implementação, já capturando informações sobre a atenção básica no SUS. O objetivo é substituir alguns sistemas de informação utilizados atualmente, tais como a APAC - Autorização de Procedimento Ambulatorial, o SIA - Sistema de Informação Ambulatorial e o SIH - Sistema de Informação Hospitalar.
- Conecte SUS⁷: Lançada pelo Ministério da Saúde no dia 11 de novembro de 2019, a mais nova estratégia de informatização e integração dos dados de saúde dos pacientes do SUS visa integrar os sistemas por meio do CPF - Cadastro de Pessoa Física, ao invés do CNS - Cartão Nacional de Saúde, até então considerado o principal identificador para os usuários do

³ePing: <http://eping.governoeletronico.gov.br/>

⁴CENTERMS: <https://proadi.wixsite.com/centerms>

⁵RTS: <https://rts.saude.gov.br>

⁶CMD: <https://conjuntominimo.saude.gov.br>

⁷Notícia sobre o programa Conecte SUS: <http://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/45989-saude-sera-conectada-em-todo-brasil>

SUS e priorizado nas ações anteriores, como o CMD. Como resultado o Ministério terá um único sistema de dados em saúde do SUS, o RNDS - Rede Nacional de Dados em Saúde. O projeto piloto, que foi iniciado no estado de Alagoas na data do lançamento do programa irá informatizar as UBS - Unidades Básicas de Saúde e em seguida integrar as bases de dados da atenção básica.

Dado o contexto dos diversos esforços para a integração e disponibilização dos dados em saúde, principalmente os do SUS, foi desenvolvida a proposta do presente projeto. Desse modo, o objetivo geral deste trabalho é realizar a integração semântica das bases de dados dos sistemas de natalidade - SINASC e mortalidade - SIM do SUS, ambas relacionadas à saúde materno-infantil e ao desenvolvimento do indicador de saúde DPGP - Dias Potenciais de Gravidez Perdidos [DRQK⁺19]. A integração foi testada com os dados do município de São Paulo, filtrando as variáveis que são úteis para o problema de pesquisa. Para isso, durante o curso da dissertação, foi eleita e adaptada uma metodologia de integração de bases de dados por meio de ontologias. Os objetivos específicos estão listados a seguir:

- Mapear as terminologias utilizadas nas bases de dados SINASC e SIM da cidade de São Paulo.
- Avaliar a abordagem de OBDI - *Ontology Based Data Integration*, integração de dados baseada em ontologia, que melhor se adéqua ao problema de pesquisa;
- Adaptar a metodologia escolhida à proposta da dissertação;
- Desenvolver as ontologias, considerando o reuso de ontologias existentes, contendo as terminologias e os *schemas* (ou parte deles) presentes nas bases de dados SINASC e SIM;
- Integrar as bases de dados SINASC e SIM por meio das camadas ontológicas criadas;
- Avaliar a qualidade da integração;
- Realizar buscas nas bases por meio das ontologias criadas;
- Disponibilizar os dados que já estavam públicos em um formato *Linked Open Data*.

De acordo com a literatura, com a integração das bases é possível transformar as informações acessíveis para humanos e máquinas [DH05] e assim seguir os pacientes por todo o fluxo de cuidado [MGL⁺09], localizá-los [GPS⁺15], aumentar a quantidade de informações sobre um indivíduo [MSMS17], reduzir o retrabalho, melhorar o acompanhamento clínico e aumentar a confiabilidade dos dados.

É esperado que, com esse trabalho, o conhecimento presente nas duas bases de dados possa ser visto por inteiro, auxiliando na compreensão dos dados, seu fluxo e contexto, por pessoas que não são especialistas no domínio. Será possível assim realizar um mapeamento dos termos presentes nos dados e nas relações entre os conceitos, tornando clara a determinação dos sujeitos das bases e auxiliando na realização de buscas, uma vez que o vocabulário será unificado. Outro resultado dessa abordagem é a possibilidade de reutilização da estrutura de integração para a realização de outros casos de uso que também utilizem o SINASC e o SIM.

1.1 Motivação

O panorama atual dificulta encontrar respostas a perguntas como:

- Quantos pacientes são atendidos pela rede de saúde?
- Quais foram os procedimentos realizados pelo paciente na última internação?
- Dado um filho recém nascido, qual o histórico de saúde da mãe?

- A mãe possui registro de diagnóstico de diabetes ou sífilis anteriores a esta gestação?
- Caso o óbito tenha ocorrido em uma criança maior de 1 ano, qual foi o peso desta criança ao nascer?
- O recém nascido diagnosticado com anomalia congênita na TANU também tem seu registro realizado no SINASC?

Devido à fragmentação dos sistemas, redundância das informações é evidenciada em temas como o reporte das anomalias congênitas (malformações de órgãos ou partes do corpo durante o desenvolvimento no útero⁸). Afinal, seus dados estão distribuídos em oito bases independentes:

- SINASC: Sistema de Informações de Nascidos Vivos. A principal fonte de dados sobre o tema;
- SIM: Sistema de Informações de Mortalidade;
- SIH: Sistema de Informações Hospitalares;
- BPA-I: Boletim de Produção Ambulatorial Individualizado;
- APAC: Autorização de Procedimentos de Alta Complexidade;
- TANU: Triagem Auditiva Neonatal Universal;
- GSS: Gestão de Sistemas de Saúde;
- SIGA: Sistema Integrado de Gestão da Assistência à Saúde. Sistema presente no município de São Paulo onde há o cadastro de usuários do SUS do município, os atendimentos e os registros do SISPreNatal, sistema para o registro e acompanhamento de gestantes.

Muitos desses sistemas têm seus dados disponibilizados no site do DATASUS⁹. Os dados podem ser adquiridos em formato CSV a partir de uma interface online de filtragem, o TABNET¹⁰. Caso seja necessária a aquisição da base completa, sem filtros por colunas, o acesso se dá a partir da página de arquivos de dados¹¹. Nesta página os arquivos são disponibilizados em formato DBF (uma extensão originária das bases de dados dBase que ainda hoje é a padrão para exportação de dados no SUS) ou DBC (uma extensão de compactação do DBF). Esses arquivos devem ser transformados em CSV pelo usuário do conjunto de dados.

Além das páginas do DATASUS, é possível obter dados do SUS das seguintes maneiras:

- Acessando a plataforma PCDAS - Plataforma de ciência de dados aplicada a saúde¹², do IciCT - Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde, da Fiocruz. A plataforma desenvolvida pela Fiocruz do Rio de Janeiro tem a finalidade de ampliar o acesso aos dados do SUS de maneira fácil e intuitiva, apresentando os dados de alguns sistemas do SUS, já previamente tratados. Há ainda a opção de visualização dos dados e a disponibilização de ferramentas de análise de dados, como o R Studio Server¹³.
- Acessando iniciativas de distribuição de dados pelo Governo Federal ou pelas Secretarias Estaduais ou Municipais de Saúde, tais como os portais Brasileiro de Dados Abertos¹⁴, Governo Aberto SP¹⁵, Dados Abertos da Prefeitura de São Paulo¹⁶ e o portal Conecta SUS, do governo de Goiás¹⁷.

⁸Anomalias congênitas: <http://decs.bvs.br/cgi-bin/wxis1660.exe/decserver/>

⁹DATASUS: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=02>

¹⁰TABNET: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=060804>

¹¹Arquivos de dados DATASUS: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0901>

¹²ICICT: <https://bigdata.iciet.fiocruz.br/>

¹³R Studio: <https://rstudio.com/products/rstudio/>

¹⁴Portal de Dados Abertos: <http://dados.gov.br/dataset?organization=ministerio-da-saude-ms>

¹⁵Governo Aberto SP: <http://www.governoaberto.sp.gov.br/>

¹⁶Prefeitura de São Paulo: http://dados.prefeitura.sp.gov.br/pt_PT/

¹⁷Conecta SUS, Governo de Goiás: <http://www.conectasus.go.gov.br/campanhas-conecta-sus/>

- Realizando o cadastro para ter acesso controlado à Plataforma de Dados Integrados do Cidacs¹⁸, o Centro de Integração de Dados e Conhecimento para Saúde, da FIOCRUZ de Salvador. A plataforma possui dados de uma Coorte de 100 milhões de brasileiros, com os indivíduos presentes nos sistemas Cadastro Único, responsável pelo cadastro dos cidadãos que recebem benefício social, SINASC e SIM.
- Parcerias locais com o Ministério da Saúde, por meio do DATASUS e/ou FIOCRUZ ou com as Secretarias Municipais e Estaduais, como é o caso deste projeto.

Os dados disseminados publicamente são devidamente anonimizados a fim de não comprometer a identidade dos pacientes e profissionais que atuaram no cuidado. Como consequência, a tarefa de ligação dos registros das bases, que depende do acesso aos dados identificados, precisa estar relacionada a um órgão mantenedor dos registros originais.

Do ponto de vista epidemiológico, ter as informações dispersas entre as bases significa não saber ao certo quantos pacientes foram diagnosticados e quais estão em tratamento. A falta de informações leva à erros no número de notificações, o que enviesa a elaboração de indicadores demográficos e de saúde, dificultando a acurácia do desenvolvimento de sistemas de vigilância e estabelecimento de políticas de saúde [Sã12].

Ao inquirir soluções, é observado que questões como a compreensão da terminologia utilizada para o preenchimento dos registros e a necessidade de análises extremamente contextualizadas, dificultam iniciativas de profissionais de fora da área da saúde. Por outro lado, lidar com tamanho das bases e a complexidade computacional que as permeia é um fator limitador para os profissionais da saúde. Isto é agravado quando a população alvo é a da cidade de São Paulo, que em 2010 era de mais de 11 milhões¹⁹. Conforme apresentado em conversa com técnicos da SMS-SP - Secretaria Municipal da Saúde de São Paulo, a cidade possui complexidade de uma unidade da federação, o que dificulta a adequação dos seus sistemas de informação às soluções gerais, como a de e-Saúde, sugerida pelo Ministério da Saúde [Bra17].

1.2 Caracterizando o projeto

Apresentadas as circunstâncias em que o projeto está inserido, os desafios tanto computacionais quanto específicos do domínio da saúde, tornam-se perceptíveis, sendo necessário contar com uma equipe multiprofissional. Para a realização desta pesquisa, foi desenvolvida uma parceria com a SMS-SP e com a Faculdade de Saúde Pública da USP. Com o auxílio da equipe de especialistas (composta por aproximadamente 20 profissionais, entre especialistas nas bases de dados e técnicos da SMS-SP e professores e alunos de pós graduação da Faculdade de Saúde Pública da USP) foi possível compreender o domínio e levantar as questões supracitadas. Da colaboração também veio o acesso às bases individualizadas não identificadas do SINASC e do SIM para o município de São Paulo e as questões de competências que foram utilizadas para validar as ontologias desenvolvidas.

Os especialistas guiaram a escolha das bases de dados e do caso de uso: saúde materno-infantil voltada para o desenvolvimento do indicador de saúde DPGP, utilizando os dados do município de São Paulo. O desenvolvimento do indicador de saúde se dá no contexto do projeto *Dias Potenciais de Gravidez Perdidos (DPGP): uma medida inovadora da idade gestacional para avaliar intervenções e resultados de saúde materno-infantil*. O objetivo do projeto é a realização de um estudo sobre a avaliação da idade gestacional e das consequências de nascimentos precoces para a população. A partir disso, é esperado o desenvolvimento de um indicador de saúde que medirá a perda no tempo de gestação, comparando-a com o tempo de gestação esperado [DRQK+19]. No entanto, a elaboração do indicador necessita da integração das bases de dados de natalidade e mortalidade, da compreensão das variáveis e de como se dá o seu preenchimento. A necessidade de técnicas de integração que levam em conta o uso de contexto foi determinante na escolha deste estudo de caso.

¹⁸Cidacs: <http://cidacs.bahia.fiocruz.br/>

¹⁹IBGE, São Paulo, SP : <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/panorama>

Outros trabalhos que utilizaram uma metodologia integração semântica de bases de dados e que serviram como parâmetro para a dissertação podem ser citados: [dMMV15, FPB16, RP16, SGW⁺18, SGSK18, ZHZZ07, MBM12, BGB⁺16].

A abordagem técnica utilizada para a realização da integração semântica foi influenciada pelos trabalhos de dMMV15, FPB16, RP16, SGW⁺18, SGSK18, ZHZZ07, MBM12, BGB⁺16. No entanto, foram os trabalhos de VCA⁺15, LVO16b, LOV17 que mais trouxeram contribuições. Nelles, os autores desenvolveram um *framework* baseado em ontologias para a especificação formal de visões *Linked Data Mashup* (LDM). Onde *mashups* são um tipo de aplicação web que oferece novas funcionalidades ao combinar, agregar e transformar recursos pré-existentes. O *framework* possui 4 camadas e manutenção incremental de acordo com as necessidades do usuário final, sendo apresentado na Figura 1.1.

Figura 1.1: Representação do *framework* de 4 camadas. Imagem apresentada no artigo [LVO16b]

Iniciando das camadas inferiores até as superiores, temos:

- **Camada de dados:** Onde estão localizadas as bases de dados, denominadas fontes de dados S_i . Cada fonte de dado $S_1...S_N$ dá origem a uma ontologia O_{S_i} que a descreve, de acordo com os princípios do *Linked Data*.
- **Camada das visões exportadas e links semânticos:** É composta pelas diversas visões exportadas $E_1...E_N$ a partir das ontologias da camada de dados $O_{S_1...S_N}$. Assim, são geradas novas ontologias $O_{E_1...E_N}$ que refletem a visão exportada. As novas ontologias são $O_{E_1...O_{E_N}}$. Nesta camada também são definidas as regras para a descoberta dos *links* semânticos. Cada *link* semântico aponta a similaridade entre dois objetos do mundo real localizados em bases distintas.
- **Camada de integração semântica:** Camada que contém a ontologia de domínio O_M . Esta representa a visão integrada homogênea M sobre as fontes de dados $S_1, ..., S_N$ unificadas.
- **Camada de visão de aplicação:** Construída a partir de parâmetros passados pelo usuário final, esta camada possui as diversas visões de aplicações $V_1...V_N$, construídas para cada contexto.

Como parte do resultado desses estudos o grupo publicou um site²⁰ contendo um aprofundamento do método e alguns estudos de caso. No principal deles, o grupo realizou uma prova de

²⁰SemanticSUS: <https://semanticsus.github.io/semanticSUS/index.html>

conceito com as bases do e-SUS (que contém dados clínicos dos indivíduos) e do SINASC, através de uma parceria com a Secretaria Municipal da Saúde de Tauá-CE, cuja população, no Censo do IBGE de 2010, era de 55.716 habitantes²¹. Foi então desenvolvida uma ferramenta que visa auxiliar a tomada de decisão dos gestores públicos por meio de acompanhamento e previsão de casos de mortalidade materno-infantil no município, associando-os aos hábitos maternos [LVO16a].

1.3 Contexto do projeto

Este trabalho foi desenvolvido no contexto do subprojeto *Combining Data for Better Health-care*²², do INCT de Cidades Inteligentes InterSCity - *Enabling the Future Internet for Smart Cities*²³, financiado pela FAPESP, CAPES e CNPq. Para a realização da dissertação estiveram envolvidos técnicos da SMS-SP e professores e alunos da Faculdade de Saúde Pública da USP envolvidos no projeto *Dias Potenciais de Gravidez Perdidos (DPGP): uma medida inovadora da idade gestacional para avaliar intervenções e resultados de saúde materno-infantil*, financiado pelo CNPq e pela Fundação Bill e Melinda Gates. Contou-se também com a colaboração do grupo de pesquisa liderado pela professora Vânia Vidal, da Universidade Federal do Ceará.

1.4 Publicações e Apresentações

Durante o desenvolvimento da dissertação foram publicados os seguintes trabalhos:

- Pereira, Débora Lina N. Ciriaco, Renata Wassermann, e Laís Salvador. “Integração Semântica das Bases de Dados do Município de São Paulo: Um Estudo de Caso com Anomalias Congênitas.” Em ONTOBRAS (<http://ceur-ws.org/Vol-2228/abstract2.pdf>), pp. 276-281. 2018.
- Ciriaco, Debora Lina, Alexandre Pessoa, Laís Salvador, e Renata Wassermann. Semantic Data Integration for Public Health in Brazil. LatinX in AI Research at ICML 2019, Jun 2019, Long Beach, Estado Unidos. (<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02266921/document>)

E realizadas apresentações nos seguintes eventos:

- 2º Seminário da pesquisa “Dias potenciais de gravidez perdidos (DPGP): uma medida inovadora da idade gestacional”. Ontologia e integração semântica - avanços e desafios. 24-25 de Outubro 2019, São Paulo, Brasil.
- 1º Seminário da pesquisa “Dias potenciais de gravidez perdidos (DPGP): uma medida inovadora da idade gestacional”. Ontologia do nosso objeto: avanços e desafios. 07 de Julho 2019, São Paulo, Brasil.
- Innovative Engineering Solutions for Affordable Health Technologies for Latin America. DIA-SUS: Data, Integration and Analysis for Brazilian Public Health System. 13-15 Maio 2019, Rio de Janeiro, Brasil.
- 2º Workshop do Projeto InterSCity do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia da Internet do Futuro para Cidades Inteligentes. DIA-SUS: Data, Integration and Analysis for Brazilian Public Health System. 15-17 Abril 2019, São Sebastião, Brasil.

²¹IBGE, cidade de Tauá- CE: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/taua/panorama>

²²DataHealth: https://interscity.org/research_themes/combining-data-better-health-care/

²³INCT InterSCity: <https://interscity.org/>

1.5 Organização do trabalho

No capítulo 2, são apresentados os principais conceitos concernentes a este trabalho. Os capítulos seguintes expõem a metodologia seguida neste trabalho. No capítulo 3, a metodologia geral é descrita, assim como as escolhas de arquitetura. Os dois capítulos seguintes mostram o desenvolvimento das ontologias e dos seus respectivos mapeamentos, primeiro os independentes da aplicação (capítulo 4) e depois os dependentes (capítulo 5). Finalmente, no capítulo 6 a conclusão do trabalho é apresentada, incluindo uma seção de trabalhos futuros.

Capítulo 2

Conceitos

Neste capítulo serão apresentados os conceitos necessários para a compreensão da proposta de dissertação.

2.1 Integração de dados

A invenção da internet e a revolução dos computadores levou o acesso ao dado digital a bilhões de pessoas. Assim, manipulá-lo e obter o máximo do seu potencial é algo desejado por muitos. Entretanto, diferente do isolamento dos sistemas de informação tradicionais, atualmente tem crescido a necessidade por sistemas integrados e interoperáveis. A integração de dados promove a manipulação transparente dos mesmos entre as múltiplas fontes [CX05]. No entanto, o processo de integração dos dados é cheio de desafios: por questões de sistemas, como montar uma estrutura de comunicação entre as bases de dados; por razões lógicas, como a heterogeneidade semântica das múltiplas bases de dados; ou pelo acesso, organização e gestão dos dados [DHI12a].

As fontes de dados podem se heterogêneas na sintaxe, no esquema ou na semântica. A heterogeneidade sintática é resultado de diferentes modelos e linguagens de dados. Já a heterogeneidade esquemática é fruto de diferenças estruturais, enquanto que a semântica é causada pela diferença do significado ou interpretação do dado em um determinado contexto [CX05].

Segundo [Chr12], integrar dados advindos de diferentes fontes é um processo que consiste de três tarefas. A seguir essas tarefas serão apresentadas e discutidas:

- Alinhamento de esquema - *schema matching*: Essa tarefa consiste em identificar as diversas fontes de dados, bem como seus atributos, estruturas, vocabulários e completude. Aqui também é importante notar como se dará o acesso aos dados e se há alguma restrição em termos de privacidade. O componente principal do alinhamento de esquema é o Mapeamento de esquema - *Schema mapping*.
 - Mapeamento de esquema - *Schema mapping*: É no mapeamento do esquema onde ocorrerá a especificação de quais dados existem e de como os termos utilizados nas fontes de dados se relacionarão com o esquema que mediará a integração. Existem várias classes de mapeamento de esquema, entre elas as mais conhecidas, de acordo com [DHI12b], são:
 - * *Global-as-View* - GAV: Aqui, o esquema mediador, ou global, é definido como um conjunto de visões sobre as fontes de dados. A principal vantagem do GAV é a sua simplicidade metodológica. Para reformular uma consulta basta refazer as conexões do esquema geral com as fontes de dados. Sua principal limitação está na adição e remoção de fontes de dados, que resultará na remodelagem de todas as conexões;
 - * *Local-as-View* - LAV: Essa abordagem segue exatamente o oposto da anterior. Aqui, as fontes de dados servem de visões para o esquema global, descrevendo-as da maneira mais precisa e independente o possível. Assim, sua maior vantagem é a possibilidade de combinar os dados de diversas fontes, sendo fácil adicioná-los e removê-los.

No entanto essa facilidade demanda uma maior complexidade na formulação das consultas;

- * *Global-and-Local-as-View* - GLAV: O formalismo das duas abordagens anteriores é expresso na abordagem GLAV. Aqui, são realizadas duas consultas, uma a partir do esquema global e outra a partir das fontes locais, o que permite aproveitar dos benefícios de ambas as abordagens.

Muitos artigos sobre integração semântica de dados (que será vista nos tópicos posteriores) apresentam essas abordagens para guiar as metodologias de integração. No entanto, com o passar dos anos e com a especialização das técnicas semânticas, a contextualização dessa abordagem tem caído em desuso.

- Linkage dos registros - *data matching*: A principal tarefa do linkage dos registros é identificar e relacionar os mesmos indivíduos do mundo real nos diferentes registros das fontes de dados. Um caso especial de linkage dos registros é a detecção de duplicidades (presença do mesmo indivíduo em uma única fonte de dados). Há diferentes métodos para realização desses relacionamentos, no entanto eles geralmente são divididos entre:
 - Linkage determinístico: No linkage determinístico os registros idênticos de acordo uma ou mais variáveis é tido como pertencente ao mesmo indivíduo;
 - Linkage probabilístico: No linkage probabilístico são executados algoritmos de proximidade entre os registros. Aqueles registros que atingirem um nível aceitável de similaridade são considerados pertencentes ao mesmo indivíduo. Existem diversos algoritmos, como o Soundex e suas variações e ferramentas que auxiliam na realização desse processo, como o Reclink¹ e o Merge Toolbox².

Em 2006 [STV⁺06](#) realizou uma revisão sistemática da literatura que apontou 71 publicações, referentes a 40 estudos que realizaram o *linkage* das bases de dados públicas brasileiras. A maioria dos trabalhos trata de *linkage* da base do SIM e do SINASC. Foi observado que, embora não seja um trabalho recente, as metodologias apontadas pouco sofreram alteração, como pode ser visto em [\[MGL⁺09, BPDH10, RROB11, SF14, MSMS17\]](#). A evolução das metodologias está mais relacionada aos *softwares* utilizados para a realização do *linkage* probabilístico, como o Epi Info³ e o OpenRecLink⁴, do que a uma mudança no paradigma das junções. Apesar disso, é possível observar incrementos metodológicos, como o de [\[PPS⁺18\]](#) e o de [\[GPS⁺15\]](#), que utilizou uma união entre a metodologia de *linkage* de dados probabilística com a codificação fonética.

- Fusão dos dados - *data fusion*: A terceira tarefa consiste em unificar os registros que foram classificados como sendo o mesmo indivíduo. Quando esse processo é aplicado em uma única base de dados ele é chamado de deduplicação.

2.2 Integração Semântica dos Dados

Ainda que de menor modo a integração semântica dos dados, na forma como geralmente é realizada, trate sobre o conteúdo semântico, é sabido que um maior esforço é necessário para a explicitação e compreensão do contexto por trás dos dados. Afinal é sabido que, para que os dados coletados pelos sistemas sejam plenamente úteis, é essencial que haja mais do que o acesso aos dados, é fundamental que exista o entendimento do seu significado, das suas relações e do contexto, portanto que exista um componente semântico. Essa necessidade é tornada mais evidente quando é preciso integrar ou ter uma visão geral de sistemas cujos modelos de dados são diversos, as

¹Reclink: <http://reclink.sourceforge.net/>

²Merge Toolbox: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/data-management/merge.htm>

³Epi Info: <https://www.cdc.gov/epiinfo/index.html>

⁴OpenRecLink: <http://reclink.sourceforge.net/>

propriedades heterogêneas e a terminologia vasta. No entanto, comumente, durante o processo de modelagem de bases de dados relacionais e de planilhas, o componente semântico fica implícito nos nomes das tabelas e das variáveis, dificultando o entendimento para qualquer um que não seja o criador do conjunto de dados [CP17]. O mesmo ocorre quando os dados fazem parte de um sistema que distancia o preenchimento dos dados dos seus usuários finais, como é o caso das fichas de preenchimento do SUS. Ao longo do processo, a estrutura inicial é esquecida e o conteúdo semântico do preenchimento do dado, perdido.

Foi percebida então, a necessidade de ter sistemas que fossem capazes de expressar as conexões semânticas nos dados e entre os diferentes tipos de dados. Esses sistemas deveriam apresentar as nuances de contexto e, ao mesmo tempo, ser formal o suficiente para permitir que tanto softwares quanto seres humanos realizassem inferências baseadas no que está representado [CP17]. Quando, num processo de integração, há uma grande preocupação com os conceitos e as relações presentes nos conjuntos de dados, diz-se que há um processo de integração semântica. Nele, os dados semanticamente heterogêneos são integrados com uma menor perda de informação e uma maior recuperação do contexto [CX05].

Entretanto, estabelecer conexões semânticas entre bases de dados pode ser uma tarefa difícil, principalmente se as fontes de dados forem grandes e complexas. Os autores CP17 apontaram como desafios no processo de integração semântica dos dados: O acesso aos dados, o acesso ao contexto e a interpretação real dos dados e o estabelecimento de relações significativas entre os dados.

2.2.1 Web Semântica

Uma vez vencida a barreira do acesso aos dados, o acesso ao contexto e o estabelecimento das relações é algo que ainda dificulta o processo de integração, principalmente quando é necessário realizar um trabalho em larga escala. Ainda que nem todos os dados sejam disponibilizados na web e que a integração não seja feita com esse foco, o conceito de Web Semântica mudou a forma como se interage com o conhecimento representado, dando um novo fôlego para a área de integração semântica. A ideia de ter uma web conectada e com significado foi proposta por Tim Berners-Lee em 2001 [BL06] e tem gerado contribuições até os dias de hoje.

Como resultado da Web conectada, é possível ter a representação do mesmo objeto de diversas maneiras e ainda sim garantir sua identidade e as relações que esse objeto tem com outros objetos. As tecnologias e padrões relacionados à Web Semântica permitem a criação de um ambiente onde as aplicações são capazes de fazer consultas e inferências sobre os objetos e suas relações [?]. Assim, ganha-se também a possibilidade de compreensão do conceito tanto por máquinas quanto por humanos. Usualmente a Web é compreensível por humanos, que conseguem interpretar seu conteúdo por meio dos textos escritos nas páginas e do conhecimento prévio do contexto em que o texto está inserido, no entanto é incompreensível por máquinas devido a ausência de marcadores de informação e de conectores entre os conceitos presentes nos diferentes sites.

Para que isso ocorra, no entanto, é necessário que os dados e as relações entre dados sejam disponibilizadas em um padrão. Ao nome da colação de fontes de dados inter-relacionados padronizadas presentes na Web chama-se *Linked Data*⁵.

Linked Data

Como dito anteriormente, *Linked Data* ou Dados Conectados é o nome dado à coleção de dados integrados presentes na Web. Um exemplo de uma grande quantidade de dados conectados no formato preconizado pela Web Semântica é a DBpedia⁶. Nela, o conteúdo da Wikipedia está disposto em RDF - *Resource Description Framework*⁷, um dos padrões da Web Semântica, o que permitiu a integração com outras fontes de dados da Web, como a Geonames⁸, uma base de dados

⁵Linked Data: <https://www.w3.org/standards/semanticweb/data.html>

⁶DBpedia: <https://wiki.dbpedia.org/>

⁷*Framework* é arcabouço conceitual que une um conjunto de códigos para a definição de uma metodologia geral para resolução determinada questão.

⁸Goenames: <https://www.geonames.org/>

geográfica contendo países e nomes de lugares. O formato em que esses dados estão apresentados também permite a excussão de consultas, inclusive relacionadas ao conteúdo presentes em mais de uma fonte. Como resultado é obtida uma visão agregada sobre os conceitos modelados. Esta visão é tanto interpretável e reutilizável por máquinas, quanto enriquecida semanticamente para uma melhor compreensão por seres humanos, uma vez que a classificação dos dados se dá a partir de conceitos previamente definidos.

Outro exemplo do uso dos conceitos de *Linked data* é o projeto *Linked Open Data* (LOD)⁹, fundado em 2007 e que tem o suporte do grupo *Semantic Web Education and Outreach* - SWEO¹⁰, do W3C¹¹. A iniciativa apoia a publicação de bases de dados em formato RDF, de acordo com os princípios do *Linked Data* e com a licença aberta [BHBL09]. O projeto começou em janeiro de 2017 com a disponibilização de 12 fontes de dados e em março de 2019 já possuía 1239 fontes de dados, inclusive a DBpedia.

Há uma série de características que tornam os dados melhor ou pior classificados como LOD. Para isso, criou uma classificação de cinco estrelas. Quanto mais estrelas, mais fácil é o acesso e a possibilidade de uso dos dados por outras pessoas. São elas:

1. Disponibilização dos dados na web(independente do formato), mas em uma licença aberta;
2. Disponibilização dos dados em formato compreensível por máquinas (como arquivos de tabelas ao invés de imagens de tabelas);
3. Disponibilização dos dados em formatos não proprietários como o csv e não xls ou dbf, além de seguir os itens anteriores;
4. Utilização de formatos abertos apoiados pelo W3C para identificar objetos, além de seguir os itens anteriores;
5. Ligação entre os dados disponibilizados aos de outras bases públicas, além de seguir os itens anteriores.

Como pode ser visto na classificação apresentada, a construção de páginas web que seguem o princípio da Web Semântica exige o uso de diversos padrões, os formatos abertos apoiados pelo W3C, tais como RDF, URI, OWL e SPARQL [CP17]. Esse padrões serão brevemente apresentados a seguir.

Padrões da Web Semântica

Os dados na *Semantic Web* são modelados e representados no padrão RDF, como discutido em [CP17]. Este modelo de dados permite uma descrição flexível dos objetos do mundo e ainda assim garante a descrição do contexto e a legibilidade por parte das máquinas (computadores) [HB11]. O RDF tem uma estrutura de triplas (composição de três elementos) baseada em grafos dirigidos, do tipo sujeito-predicado-objeto:

Sujeito: <<http://www.semanticweb.org/DIASUS/SINASC#AnomCongenita/Q246>>
 Predicado: `rdf:type`
 Objeto: <<http://www.semanticweb.org/DIASUS/SINASC#AnomCongenita>>

Tanto o sujeito quanto o objeto da tripla identificam um componente e um conjunto de caracteres. Já o predicado da tripla especifica como o sujeito e o predicado estão relacionados. Ambos são representados por meio de URIs [HB11]. O *Uniform Resource Identifiers* - URI é um padrão da web utilizado para identificar recursos abstratos ou físicos, sendo composto por uma sequência compacta de caracteres. No exemplo acima tanto o Sujeito quanto o predicado foram apresentados na forma

⁹Iniciativa LOD: <http://lod-cloud.net/>

¹⁰SWEO: <https://www.w3.org/blog/SWEO/>

¹¹W3C: <https://www.w3.org/>

de uma URI. A *Uniform Resource Locator* - URL é um subgrupo da URI, onde além de prover um identificador, possui um significado de localização [BLFM98]. Também no exemplo, o sujeito `AnomCongenita/Q246` é um `rdf:type` do tipo do objeto `AnomCongenita`, onde `rdf:type` representa que o indivíduo `AnomCongenita/Q246` é uma instância da classe `AnomCongenita`.

A fim de adicionar semântica ao modo de representação dos dados surgiu um complemento do RDF, o RDFS - *RDF Schema*. No RDFS há a adição de domínio e escopo (*range*), além de propriedades, características e relações hierárquicas aos conceitos. Com isso é possível representar informações como “Ser humano tem uma anomalia congênita”, que é formalizado na seguinte tripla:

```
<http://www.semanticweb.org/DIASUS/SINASC#SerHumano>
<http://www.semanticweb.org/DIASUS/SINASC#temAnomCongenita>
<http://www.semanticweb.org/DIASUS/SINASC#AnomCongenita>
```

Entretanto, mesmo o RDFS possui limitações na estrutura de representação semântica, segundo AVH04, uma vez que não apresenta construtores lógicos, como o encadeamento de propriedades. Não há possibilidade, por exemplo de especificar restrições de cardinalidade. Assim, é impossível expressar que um ser humano possui exatamente dois genitores. Assim, a fim entender o RDF Schema, o W3C recomendou o uso da linguagem OWL - *Web Ontology Language* [AVH04]. O OWL¹² é uma linguagem que mantém a sintaxe do RDF mas vai além da semântica proposta pelo RDF Schema, uma vez que baseia-se em lógica de descrição (DL). Esse componente lógico permite a realização de intersecções de conceitos, bem como a determinação da cardinalidade, como mencionado anteriormente.

Para a excussão de consultas nos arquivos modelados em RDF (e consequentemente RDFS e OWL) foi desenvolvido o SPARQL - *SPARQL Protocol and RDF Query Language*. Essa linguagem compreende a sintaxe e o modelo de dados do RDF e também é baseado num modelo de grafos [AVH04]. Uma consulta que retornará todos os padrões de triplas cujo sujeito é um `rdf:type` e o objeto um `rdfs:Class` pode ser escrita como:

```
# Declaração dos prefixos
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
...
# Definição do conjunto de dados
FROM ...
# Cláusula resultante
SELECT ?c
# Padrão da consulta
WHERE {
  ?c rdf:type rdfs:Class.
}
# Modificadores da consulta
ORDER BY...
```

A consulta é composta por: i) Declaração dos prefixos, que são pseudônimos, abreviações das URIs. Geralmente os prefixos são utilizados para o acesso aos dicionários de tipos de dados e à própria ontologia; ii) Definição do conjunto de dados, o uso do `FROM`, entretanto é opcional na escrita da consulta. Caso não seja especificado é assumido que a busca está sendo realizada na ontologia do sistema da busca [AVH04]; iii) Cláusula resultante, que identifica quais informações deverão ser retornadas da consulta; iv) Padrão da consulta, que especifica o que será consultado do conjunto de dados; v) Modificadores da consulta, também opcionais, ordenam e reorganizam os resultados da consulta. Em SPARQL a representação das variáveis sempre é iniciada com uma interrogação (?), elas podem combinar quaisquer nós quem compõem o arquivo.

¹²OWL: <https://www.w3.org/T1/guilsinglrightOWL>

Baseadas nesses padrões, são preconizadas boas práticas. Ao publicar seu artigo sobre *Linked Data*, Tim Berners-Lee estabeleceu quatro regras ou princípios para o conteúdo na web semântica [BL06]. A seguir são apresentados os princípios com explicações baseadas no trabalho de [HB11]:

1. Utilização de URIs para nomear objetos: Este princípio evoca a utilização de URIs não apenas para documentos presentes na Web ou nos meios digitais, mas também para objetos reais e conceitos abstratos. Isto ocorreu no exemplo de URI apresentado no tópico anterior, onde: `<http://www.semanticweb.org/DIASUS/SINASC#AnomCongenita/Q246>` é a URI para a Anomalia Congênita Q246. O mesmo ocorre para a URI sobre *Health Informatics* da DBpedia: `<http://dbpedia.org/page/Health_informatics>`;
2. Utilização de URIs HTTP, assim as pessoas poderão consultar os objetos: URIs HTTP são nomes, não endereços. Assim, este princípio leva a identificar objetos e extrair conceitos a partir desse padrão. Ao nomear os objetos, seu acesso torna-se mais amplo. O exemplo da URI sobre Informática em Saúde apresentado no item anterior também é uma URI HTTP. Ao abrir o endereço em um navegador de *Linked Data*, como o LODmilla¹³, ou num navegador comum;
3. Fornecimento de informação útil, utilizando os padrões (RDF, SPARQL), para pessoas que consultam uma URI: Ao consultar uma URI é esperado que as informações estejam em formatos voltados para a compreensão do contexto, como o RDF e a linguagem de buscas SPARQL e não em um arquivo compactado;
4. Inclusão de links para outras URIs, assim será possível descobrir novos objetos: Aqui é incentivada a prática de criação de relações com outros conceitos, como pode ser visto na aba *Links out*, apresentada na Figura ??.

2.3 Ontologias: Definições, Modelagem e Usos

A seção anterior falou brevemente sobre OWL, a *Web Ontology Language*, mas não apresentou o conceito de ontologia, nem o que significa o OWL ser baseado em lógica de descrição. Aqui, esses conceitos serão esclarecidos com a apresentação de definições e exemplos, bem como serão apresentadas metodologias para a criação de ontologias.

Ao representar os dados presentes em uma rede de conhecimento, como por exemplo na Web, por meio de conceitos e ligações entre os conceitos (e assim, com semântica), estes são apresentados em ontologias. No entanto, o conceito de ontologias é anterior ao surgimento da Web semântica, assim como seu uso na ciência da computação.

A definição de ontologia mais utilizada pela ciência da computação é a do Gru93, na qual, ontologia é uma “*especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada*”. Onde, de acordo com CX05, “especificação formal” significa a possibilidade de compreensão por um computador, uma vez que é representada com um formalismo lógico-matemático; “explícita”, o conjunto de conceitos, relações e restrições são explicitamente definidos; “conceitualização”, é a representação em um modelo abstrato de um domínio de conhecimento que identifica os conceitos relevantes do domínio; e “compartilhada”, significa que o conhecimento modelado é aceito por um grupo. Para além desta definição hoje é aceito que as ontologias podem ser utilizadas para descrever semanticamente as informações a fim de tornarem o conhecimento explícito e auxiliarem no processo de integração das fontes de dados [WVV⁺01]. As fontes de dados, ao terem suas correspondentes em ontologias, podem ser usadas na identificação e associação de correspondências semânticas dos conceitos, de modo que o conhecimento explicitado na ontologia assumirá uma forma de organização diferente ao apresentado nas bases de dados.

No entanto, é importante notar que nas ciências biomédicas o termo ontologia é frequentemente utilizado em um sentido mais amplo que o de representação formal baseada em lógica, sendo associado a tesouros, taxonomias e hierarquias terminológicas. A esse tipo de ontologias não formais, o

¹³LODmilla: <http://lodmilla.szaki.hu/lodmilla/>

W3C nomia de sistemas de organização do conhecimento - *knowledge organization systems* (KOS) [GPR16].

A presente dissertação utilizará o conceito de ontologia tal como a ciência da computação o faz de modo formal mas também levando em conta seu uso como forma de representação do conhecimento que explicita a semântica auxiliando na compreensão dos dados por parte dos especialistas.

A seguir, na Figura 2.1, é apresentado o diagrama da ontologia *Semantic Web for Resource Community*, descrita por CP17. Ao observar essa ontologia, é possível perceber que ela é composta por alguns tipos de entidades, como segue:

Figura 2.1: Representação de parte da ontologia *Semantic Web for Resource Community* criada por CP17.

- **Classes:** Representadas no diagrama pelas elipses, as classes são conceitos chaves de um domínio, podendo haver hierarquia como entre *Publication* e *Article*;
- **Propriedades de objeto:** Representadas como o rótulo das setas entre as classes, pois representam os relacionamentos entre as classes, como *isAbout*, entre *Project* e *Topic*;
- **Propriedades de dados:** Também representadas como o rótulo das setas, mas agora entre uma classe e um tipo de dado. É compreendida como uma característica da instância de uma classe, como ocorre com a propriedade *hasName*, que refere-se a classe *Person* e o tipo de dados *string*. Há ainda outros tipos de propriedade, que não está representada no diagrama, como a propriedade de anotação, que como o nome sugere serve para guardar informações sobre uma entidade ou outras propriedades;
- **Tipos de dados - Datatype:** Representadas pelos retângulos, os tipos de dados especificam a que tipo de dado as instâncias de determinado conceito corresponderão. No exemplo temos que a classe *Person* tem um nome - *hasName* e esse nome será do tipo *string*;
- **Instâncias:** Embora não estejam representadas no diagrama, as instâncias da ontologia são os objetos das classes. Uma instância da classe *Person* pode ser, por exemplo, Tom Gruber.

As classes e propriedades de uma ontologia pertencem ao esquema da ontologia, ou ao T-Box (“T” de terminológica). Já as instâncias da ontologia pertencem ao A-Box (“A” de asserção, afirmação) pois contém informações sobre os indivíduos que usam o conteúdo descrito na T-Box [CP17]. Quando bases de dados relacionais são convertidas em ontologias formam um volume muito maior na A-Box que na T-Box, isso influencia no modo como serão realizadas as consultas e as inferências. No entanto, independente dos tamanhos da A-Box e da T-Box as inferências são realizadas por meio de um motor de inferências (*reasoner*), que reconhecerá fatos adicionais aos que estão formalmente descritos na ontologia, mas que não estão explícitos [AVH04].

A formalidade da ontologia leva a compreensão de que sua estrutura é baseada em lógica. Nesse sentido, as lógicas de descrição (DL) têm sido amplamente utilizadas para o desenvolvimento de ontologias. Essas lógicas permitem a especificação de classes e vários operadores, tais como união e intersecção [CGL⁺18]. A presença desses operadores lógicos dá o nome e caracteriza a DL e consequentemente da a expressividade da ontologia. A seguir na Tabela 2.1 são apresentados os principais construtores:

Tabela 2.1: Construtores da DL e seus significados, adaptado de [KPTR⁺06]

Símbolo	Significado
$\mathcal{U}$	União entre os conceito
$\mathcal{A}\mathcal{C}$	Intersecção entre os conceitos e restrição de valores para os conceitos
$\mathcal{C}$	Negação do conceito
$\mathcal{E}$	Quantificação existencial do conceito
$\mathcal{N}$	Presença de cardinalidade em um conceito
$\mathcal{O}$	Presença de conceitos nominais (enumeração de instâncias)
$\mathcal{I}$	Inversão de papeis entre conceitos
$\mathcal{H}$	Presença de papeis hierárquicos
$(\mathcal{D})$	Presença de restrições de tipos de dados
$\mathcal{S}$	Abreviação dos símbolos ALC
$\mathcal{R}$	Presença de conceitos limitados de funções complexas, tais como reflexibilidade, irreflexibilidade e disjunção.

2.3.1 Engenharia de Ontologias

Existem diversos trabalhos que tratam das metodologias para a criação ontologias [CFLGP03], [PM04], [NM01], [HKR⁺04], [DNM16], [MFD16] no entanto aqui apresentaremos duas delas que foram utilizadas na metodologia da dissertação. A primeira, fruto do estudo [HMS17], é voltada para o desenvolvimento de ontologias a partir de bases de dados estruturadas pré-existentes. Já a segunda, de , está voltada para o desenvolvimento de ontologias a partir da eleição de questões de competências.

Metodologia apresentada em [HMS17]

O artigo [HMS17] é uma revisão da literatura de metodologias para a construção de ontologias a partir de bases de dados relacionais. Neste artigo os autores também sinterizaram os métodos em nove passos e os descreveram como gerais para o processo de engenharia. Esses passos serão apresentados a seguir:

1. **Mapeamento de tabelas para classes OWL:** Neste passo há a definição dos nomes das classes das ontologias a partir no nome de cada uma das tabelas na base de dados;
2. **Tratamento de tabelas de atributos multi-valorados:** Aqui, as tabelas com atributos multi-valorados¹⁴ são localizadas nas bases de dados, afinal sua modelagem será diferente das demais, devendo ser mapeadas futuramente como propriedade de objetos;
3. **Mapeamento dos relacionamentos de integridade referenciais para hierarquia de herança:** Aqui, as classes correspondentes às tabelas que possuem chave estrangeira¹⁵ são

¹⁴Atributo multi-valorado é aquele atributo que pode receber mais de um valor ao mesmo tempo. Um exemplo é o campo de diagnóstico num Registro Eletrônico de Saúde, que pode conter mais de um CID para um paciente.

¹⁵Chave estrangeira é o campo de uma tabela que foi herdado de uma segunda tabela, sendo que, na tabela de origem ele é a chave primária. Chave primária, por sua vez, consiste do campo que é o identificador único dos registros da tabela.

rearranjadas para se tornarem subclasses da classe da tabela de origem da chave estrangeira;

4. **Mapeamento de *colunas de integridade não referenciais* para *propriedades de tipos de dados*:** Aqui todas as colunas das tabelas da base de dados são convertidas em propriedades de dados, com exceção das chaves primárias, que se tornarão parte do mapeamento das propriedades de objeto na etapa 6;
5. **Representação de *propriedades de dados* como *domínio* e *tipos de dados* como *range*:** Nesta etapa, é feita a inclusão do domínio das propriedades de dados, que são as classes a que essas propriedades pertencem. São adicionados também os *ranges*, que são os tipos de dados correspondentes aos tipos de dados das variáveis de cada tabela;
6. **Mapeamento dos *relacionamentos (chave estrangeira)* para *propriedades do objeto*:** Nesse passo, cada relacionamento expresso na base de dados como sendo uma chave estrangeira é mapeado como uma propriedade de objeto. E assim devem ser criadas duas propriedades de objeto, uma para cada relação chave primária - chave estrangeira e uma para o inverso;
7. **Representação das *propriedades do objeto*:** Aqui serão representadas as propriedades de objeto e adicionados o domínio e o escopo de cada propriedade;
8. **Mapeamento de *tuplas* para *indivíduos*:** Aqui todas as tuplas da base de dados são mapeadas para tornarem-se indivíduos (instâncias) da ontologia;
9. **Mapeamento de *restrições de integridade de chave* para *propriedades de cardinalidade*:** Nesta última etapa as restrições de integridade de chave, como variáveis não nulas, são mapeadas como propriedades de cardinalidade na ontologia.

Metodologia apresentada em [GF95]

Nesta metodologia os autores especificam seis etapas para o desenvolvimento de ontologias, como o esquematizado na Figura 2.2.

Figura 2.2: Metodologia para Engenharia de Ontologia apresentada em [GF95].

As etapas apresentadas pelos autores são:

- **Cenário Motivador:** A descrição do contexto em que a ontologia será produzida facilitará na delimitação da extensão da mesma, bem como de seu propósito na aplicação. Nesta etapa deve haver a especificação, geralmente em forma de história, de quais soluções foram testadas e se há a possibilidade de reuso de outras ontologias.
- **Questões de Competência Informais:** As questões de competência delimitarão o que conterà na ontologia e ao fim do processo, avaliarão a expressividade dela. Desse modo, as questões são consideradas requisitos aos quais a ontologia deve responder. Nesta etapa as questões de competência são consideradas informais porque não há nenhuma linguagem formal lógica definindo-as.

- **Especificação em Lógica: Terminologia:** Nesta etapa é necessário especificar a terminologia que será utilizada na ontologia em alguma linguagem lógica. O primeiro passo para a especificação da terminologia de uma ontologia é a identificação de objetos, com atributos, relações e restrições.
- **Questões de Competência: Formais:** As questões de competência devem ser formalizadas independente da ontologia a fim de garantir o processo de validação. É necessário que todos os conceitos presentes nas questões de competência também estejam presentes na ontologia.
- **Especificação em Lógica: Axiomas** Os axiomas nas ontologias especificam a definição dos termos da ontologia, bem como das restrições de interpretação, desse modo há a garantia de significado ou semântica para os termos. Caso os axiomas sejam insuficientes para representar o significado final é necessário adicionar outros axiomas e questões de competências.
- **Teoremas de Completude:** Ao finalizar a construção da ontologia é necessário verificar se ela está completa, respondendo às questões de competência propostas.

2.3.2 Ontologias na integração de dados

Como discutido anteriormente, as ontologias têm sido utilizadas durante o processo de integração dos dados, principalmente quando há o desejo de acrescentar semântica e contexto aos dados. O trabalho de [CX05](#) identificou cinco tipos usos para ontologias no processo de integração dos dados:

- **Representação de metadados:** As ontologias podem servir como uma linguagem única para a representação dos metadados (tais como dicionários de dados e esquemas de bases de dados) advindos de várias fontes. Nesse caso, cada metadado pode ser representado como uma ontologia local que enriquece o conhecimento representado sobre cada fonte;
- **Conceitualização global:** Aqui as ontologias podem promover uma visão global sobre as diversas fontes de dados independente da estrutura dessas fontes. Para isso uma ontologia global deverá ser construída;
- **Auxílio para a realização de consultas em alto nível:** Uma vez obtida uma visão global das fontes de dados é possível formular consultas sem o conhecimento prévio da estrutura das fontes de dados. Para isso as consultas serão reescritas em sub-consultas baseadas na semântica e nos mapeamentos entre as fontes de dados e as ontologias (tanto locais quanto global);
- **Mediação declarativa:** Aqui as ontologias assumem um papel de mediadoras para a realização de consultas nas bases de dados, principalmente quando o sistema de integração possui diversas fontes de dados;
- **Suporte aos Mapeamentos:** Uma vez formalizado o conhecimento por meio de ontologias, essas podem servir de suporte para o mapeamento de outras fontes de dados ou de processos que envolvem as fontes de dados.

2.4 Integração de dados baseada em ontologias - OBDI

As ontologias podem ser utilizadas em diferentes etapas durante o processo de integração de dados. Seja no acesso ao dado, na caracterização dele ou na visão global, o uso das ontologias têm se tornado cada vez mais frequente. Nessa seção serão apresentadas algumas metodologias e estudos de caso de integração de dados quem utilizam ontologias. À solução que faz uso de ontologias para promover uma visão unificada dos dados integrados é dado o nome de OBDI - *Ontology-Based Data Integration*.

Semelhantemente à solução de integração de dados convencional onde existe um esquema global, na solução OBDI há a presença de uma ontologia que descreve o domínio de interesse e o conecta com o conjunto de dados (já existente, normalmente em bancos de dados relacionais). No entanto, as abordagens se diferem quando a OBDI apresenta uma descrição semântica sobre o domínio de interesse, bem como o relacionamento entre os conceitos, permitindo assim uma remodelagem dos dados sem mexer na estrutura real deles, armazenada nas bases de dados. Como resultado há uma independência entre o que é conceitualmente modelado e os dados [CGL⁺18, KRMZ13]. Desse modo, um aspecto importante numa solução OBDI é o fato de uma mesma entidade conceitual poder ser armazenada em bases de dados diferentes, sendo representadas por identificadores distintos [XHB⁺18]. Um exemplo é a representação de uma pessoa por seu nome e CPF em uma base e em outra pelo número do Cartão Nacional de Saúde.

Segundo CGL⁺18, uma visão minimal de solução de OBDI possui três componentes essenciais: i) a(s) ontologia(s), podendo existir uma ou mais camadas de ontologias e cada uma delas pode conter uma ou mais ontologias; ii) a(s) fonte(s) de dado(s), que geralmente são numerosas, heterogêneas e independentes, mas que pode ser uma só, passando a nomear a solução de OBDA - *Ontology-Based Data Access*, já que não há fontes de dados para integrar; iii) e os mapeamentos entre os dois componentes anteriores, que são especificações precisas da correspondência entre os dados e os conceitos presentes na(s) ontologia(s) [CGL⁺18].

Já ESS⁺17 apresenta uma visão de software de uma solução OBDI, com mais componentes de inter-relação do sistema, como pode ser visto na Figura 2.3. Os autores argumentam que um sistema OBDI contém pelo menos três camadas, representadas pelas caixas maiores, com traço contínuo: i) as fontes de dados; ii) as ontologias; iii) A aplicação de software que se utilizará da solução. Eles também alegam que existem variáveis a serem consideradas na hora de desenvolver a solução e as representam dentro das caixas pontilhadas da Figura. Essas variáveis são:

- Aquisição e acesso de fontes de dados: A aquisição dos dados e o acesso a eles vai depender do formato em que as fontes de dados estão descritas e o nível de acesso fornecido a elas. Geralmente as fontes de dados estão em formato estruturado, mas nem sempre elas estarão disponíveis em um banco de dados para que o acesso ocorra através deles. Para que uma única ontologia tenha acesso a várias fontes de dados diretamente é necessário que se faça uso de artifícios como a virtualização das mesmas, empregando o *software* Teeid¹⁶, por exemplo;
- Mapeamento e transformação entre ontologias: Caso o desenvolvedor da solução opte por uma abordagem com mais de uma camada de ontologias, o mapeamento e a transformação dos conceitos entre as camadas de ontologia deverá ocorrer de modo que a comunicação entre as camadas seja atingida. Para isso, podem ser utilizadas linguagens de mapeamento, como o RML¹⁷ e *frameworks* que auxiliam no mapeamento dos conceitos, como o SILK¹⁸;
- Armazenamento do conteúdo das ontologias e dos dados: O conteúdo das ontologias pode ser armazenado em um banco de dados próprio para ontologias (uma *RDF Triple Store*) como o Virtuoso¹⁹ ou o StarDog²⁰, localmente (com a materialização ou não dos dados) ou em bases de dados relacionais e acessado os dados virtualmente por meio de soluções como o Ontop²¹;
- Linguagem e *framework* para a construção das ontologias: Geralmente a linguagem utilizada para a construção das ontologias é o RDF/RDFS em conjunto com o OWL, mas isso não é uma regra;
- Acesso à solução de OBDI: O resultado o sistema deverá ser acessado por outras soluções ou pelo usuário final. Usualmente a resposta do sistema é o resultado das consultas executadas.

¹⁶Teeid: <http://teeid.io/>

¹⁷RML: <http://rml.io/index.html>

¹⁸SILK: <http://silkframework.org/>

¹⁹Virtuoso: <https://virtuoso.openlinksw.com/>

²⁰StarDog: <https://www.stardog.com/>

²¹Ontop: <https://ontop.inf.unibz.it/>

Figura 2.3: Representação dos elementos de uma solução OBDI. Figura apresentada no artigo [ESS⁺17] e adaptada pela autora

2.4.1 Abordagens de OBDI

A disposição das ontologias na solução pode variar de acordo com a abordagem escolhida. Em [ESS⁺17] os autores apresentam as abordagens mais utilizadas, dentre elas as mais clássicas: abordagem de ontologia única; de múltiplas ontologias; e híbrida, primeiramente sintetizadas em [WVV⁺01]. A seguir será apresentada a Figura 2.4 com a esquematização dessas abordagens. A Figura apresenta quatro camadas [A] das fontes de dados, [B] relativa às ontologias locais, [C] a camada da ontologia global ou vocabulário compartilhado e [D] a camada das aplicações de *software* que acessarão a solução. As setas pontilhadas indicam o acesso aos dados por meio das aplicações. As setas contínuas representam a transformação ou a virtualização do acesso aos dados. As setas tracejadas representam as relações implícitas de herança entre as ontologias. Já as elipses com os números representam a sequência de desenvolvimento das soluções.

Figura 2.4: Abordagens de OBDI. Criada por ESS⁺17 e adaptada pela autora

As abordagens apresentadas são:

- **Abordagem de Ontologia Única:** Nessa abordagem uma única ontologia global é construída. Desse modo o processo de desenvolvimento consiste em definir a ontologia global e realizar os mapeamentos das fontes de dados para a ontologia. Essa abordagem é a mais

simples e rápida, porém é a mais difícil de manter, principalmente quando há adição ou atualização de fontes de dados [ESS⁺17]. Ainda sim, esse tipo de abordagem é recomendada quando todas as fontes de dados são estáveis e possuem a mesma visão do domínio [WVV⁺01];

- **Abordagem de Múltiplas Ontologias:** Nessa abordagem são construídas apenas ontologias locais das respectivas fontes de dados, os mapeamentos entre as fontes de dados e as ontologias e os mapeamentos entre as ontologias. Esse último tipo de mapeamentos busca encontrar conceitos similares entre as ontologias, o que pode não ser uma tarefa simples, dependendo muito do especialista do domínio. Outro ponto a ser ponderado é que a cada nova fonte de dados novos mapeamentos entre ontologias devem ser feitos [ESS⁺17].
- **Abordagem Híbrida:** Essa abordagem utiliza os mecanismos das duas abordagens anteriores, onde há o desenvolvimento de ontologias locais para cada uma das fontes de dados e um vocabulário compartilhado, que pode ser também uma ontologia global. Desse modo há inicialmente a construção do vocabulário compartilhado e a partir dele as ontologias locais são construídas, auxiliando os mapeamentos entre as ontologias. Em seguida o conteúdo das ontologias locais é então mapeado para as fontes de dados [ESS⁺17]. Embora o desenvolvimento dessa abordagem seja mais complexo, a vantagem consiste na facilidade de adição de fontes de dados, uma vez que o vocabulário comum não sofrerá alterações, sendo necessária apenas o acréscimo dos mapeamentos relativos a essa nova fonte [WVV⁺01].
- **Abordagem GAV:** Nessa abordagem proposta pelos autores de [ESS⁺17] são desenvolvidas as ontologias globais e as locais, no entanto o acesso ao sistema se dá unicamente através da ontologia global. O primeiro passo no desenvolvimento do sistema é a determinação do vocabulário das ontologias locais, seguido pela realização dos mapeamentos dessas ontologias com as fontes de dados. Depois é desenvolvida a ontologia global que receberá o mapeamento do vocabulário das ontologias locais. Essa abordagem é indicada quando há a presença de ontologias legadas e existe a necessidade de preservar a estrutura dessas ontologias.

Nesse capítulo foram expostos conceitos a fim de apresentar, esclarecer e alinhar alguns pontos dispersos pelas literaturas de banco de dados, integração de bases de dados, análise e engenharia de dados, ontologias e web semântica. Nele foram abordados os principais conceitos para a compreensão do que será tratado nos três capítulos seguintes: o desenvolvimento da solução de integração semântica dos dados.

Capítulo 3

Metodologia de Desenvolvimento da Solução

Neste capítulo será exposto o método que foi utilizado para a realização da integração semântica do conteúdo das bases de dados do Sistema Único de Saúde do município de São Paulo, relacionadas à saúde materno-infantil. A solução proposta nessa dissertação segue o fluxo apresentado na Figura 3.1.

Figura 3.1: Fluxograma da metodologia seguida e referência de localização no texto

O presente trabalho tem a aprovação do comitê de ética da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo - FSP/USP, com o parecer de número 2.958.248.

3.1 Compreensão do Problema e Escolha das Fontes de Dados

Após reuniões com os técnicos da SMS-SP e integrantes da Faculdade de Saúde Pública da USP, foi identificada a necessidade de integração dos registros presentes em algumas das suas bases de dados. Durante as conversas, diversos exemplos foram apresentados a fim de confirmar a ausência de soluções e as consequências para o trabalho na SMS-SP. Os dados necessários para realizar algumas análises ou acompanhamentos a médio e longo prazo estão em bases de dados distintas e o processo para a realização da integração é custoso, atualmente sendo realizado quase que manualmente ou em ferramentas como o Microsoft Access¹, voltadas para bancos de dados e soluções menores e menos complexas. Além disso, algumas considerações sobre o significado dos dados das bases dependem de pessoal especializado no conteúdo e formatação das bases, sendo difícil para um profissional com pouca experiência realizá-las, ainda que este seja da área da saúde.

Como resultado das discussões, surgiu uma lista com as bases de dados elegíveis a integração que estavam relacionadas a saúde materno-infantil e uma seleção prévia das variáveis para o desenvolvimento deste projeto, apresentada no Anexo A.

No entanto, a fim de delimitar o escopo desta etapa do projeto, por questões de importância e facilidade de acesso, foi definido que apenas as bases de dados dos sistemas de nascidos vivos - SINASC² e de mortalidade - SIM³ deveriam ser modeladas e integradas.

O Sistema de Informações de Nascidos Vivos - SINASC, destacado na Figura 3.2, oficialmente implantado a partir de 1990, é o principal documento quando necessita-se obter informações sobre a saúde materno-infantil. Ele é um sistema de notificação compulsória, o que significa que todos os

¹Microsoft Access: <https://products.office.com/pt-br/access>

²SINASC: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=060702>

³SIM: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=060701>

nascidos vivos dentro do território brasileiro devem ser registrados nele, não importando o local de nascimento (em uma instituição de saúde ou fora dela) ou a forma de financiamento (realizada pelo SUS ou não), a ficha do SINASC é a primeira a ser preenchida após o nascimento. O SINASC é composto pelo preenchimento das Declarações de Nascido Vivo (DN), assim, cada DN preenchida se transformará em uma tupla no SINASC. O formulário de preenchimento da DN possui um identificador numérico, este número é único e gerado pelo Ministério da Saúde. A partir dele é lavrada a Certidão de Nascimento emitida por Cartório de Registro Civil [Bra11a]. O exemplo de uma ficha de Declaração de Nascido Vivo que alimentará o SINASC está no Anexo B.

Figura 3.2: Variáveis selecionadas da base de dados do SINASC

A DN possui 52 variáveis que abrangem dados estatísticos, sócio-demográficos e epidemiológicos. Essas estão decompostas em oito blocos contextuais ou capítulos, são eles: Identificação do recém nascido; Local da ocorrência; Mãe; Pai; Gestação e parto; Anomalia congênita e Preenchimento.

O dicionário de dados com a descrição das variáveis é apresentado no Anexo C. Devido a sua importância e a fim de garantir a qualidade de preenchimento dos dados, o município de São Paulo criou um prêmio, o Selo SINASC [PdMdSP10], o que tornou o município referência na qualidade dos dados do SINASC. Sendo assim, o SINASC foi eleito o ponto de partida para a construção do sistema de integração semântica deste estudo. Desse modo, as questões de competência e as ontologias serão guiadas e respondidas com parte da informação contida nele;

O Sistema de Informações de Mortalidade - SIM, destacado na Figura 3.3, é o instrumento que contabiliza, desde 1976, todas as declarações de óbito (DO) no território nacional. Assim como ocorre com a DN, a DO é obrigatória para a confecção de um documento legal, a Certidão de Óbito. Este sistema contém informações que permitem realizar uma análise retrospectiva do que levou ao evento óbito [Bra11b]. Para o caso de um evento de óbito neo-natal, o registro da DN e os dados maternos, embora pertencentes a DN, estarão contidos também na DO. A presença desses campos

tornará possível a ligação dos registros do SIM com a base do SINASC.

O formulário para o preenchimento da DO está no Anexo D, Ele possui 59 variáveis, apresentadas no dicionário de dados, no Anexo E e descritas em nove capítulos. Os capítulos ou blocos são: Identificação; Residência; Ocorrência; Fetal ou menor que 1 ano; Condições e causas do óbito; Médico; Causas externas; Cartório e Localidade sem médico.

Figura 3.3: Variáveis selecionadas da base de dados do SIM

A Figura 3.4 traz parte do diagrama apresentado no Apêndice A, desta vez destacando cinco bases terminológicas contendo metadados, utilizadas no processo de integração. São elas:

- Procedimentos: A tabela de procedimentos tem origem no sistema SIGTAP⁴, que contém informações sobre os procedimentos custeados pelo SUS, tais como o tipo de procedimento, o código CID associado a ele e o código da CBO do profissional que deve executá-lo;
- Especialidades: A tabela apresenta as especialidades dos profissionais de saúde que executam os procedimentos registrados;
- CNES⁵: O Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde possui em sua base de dados informações sobre os estabelecimentos de saúde brasileiros, tais como, se há prestação de serviços ao SUS, o tipo de unidade de saúde e a quantidade de leitos;
- CID-10⁶: O Código Internacional de Doenças utilizado em sua 10 versão é um padrão terminológico utilizado mundialmente para apresentar as doenças de uma maneira classificada e hierarquizada, sendo o padrão oficial brasileiro;
- CBO⁷: A base de dados da Classificação Brasileira de Ocupações apresenta a codificação dos profissionais, bem como uma breve descrição da ocupação;

⁴SIGTAP: <http://sigtap.datasus.gov.br/tabela-unificada/app/sec/inicio.jsp>

⁵CNES: <http://cnes.datasus.gov.br/>

⁶CID-10: <http://www.datasus.gov.br/cid10/V2008/cid10.htm>

⁷CBO: <http://www.mtecbo.gov.br/cbosite/pages/home.jsf>

- Nem é de extraordinária importância preservar a estrutura local das ontologias que representam diretamente o esquema das bases de dados; Historicamente a estrutura das bases de dados utilizadas é restrita aos eventos, não modelando bem o real domínio a que pertencem.

Após a escolha da abordagem de OBDI híbrida foi compreendida a necessidade de adaptação da mesma para o domínio deste projeto. Desse modo, foi desenvolvida uma arquitetura própria que respeita os parâmetros da abordagem mas não se limita a eles, conforme será detalhado no próximo tópico.

Figura 3.5: Abordagens de OBDI, destaque para a OBDI híbrida. Criada por [ESS⁺17], adaptada pela autora

Figura 3.6: Árvore de Recomendação de abordagens de OBDI criada por [ESS⁺ 17], adaptada pela autora

3.3 Desenvolvimento da solução ODBI híbrida

Como apresentado na seção de conceitos 2.4.1, na abordagem de ODBI híbrida, após a definição das bases de dados que serão utilizadas, o passo seguinte para a construção da solução é o desenvolvimento da ontologia ou vocabulário comum. Em seguida são criadas ontologias locais que compartilharão do vocabulário da ontologia da camada ontológica global e por último serão realizadas as transformações das fontes de dados para as ontologias locais. No entanto, para o desenvolvimento deste projeto, foi percebida a necessidade de fazer algumas modificações na arquitetura da abordagem. Até chegar na forma atual, algumas ideias foram discutidas e podem ser vistas em [PWS18] e [PPSW19]. Foi necessário adicionar uma camada de conversão das bases de dados para RDF, alterando assim a ordem de execução da integração.

3.3.1 Arquitetura da solução

A arquitetura da solução ODBI híbrida desenvolvida baseia-se nos trabalhos de [VCA⁺15, LVO16b, LOV17, BCG⁺18] e possui três camadas de ontologias, como está descrito na Figura 3.7.

Figura 3.7: Esquema da solução ODBI híbrida desenvolvida

Pela figura 3.7, é possível observar que, parte das ontologias é independente da aplicação pois representam as fontes de dados de um determinado domínio e outra parte é dependente da aplicação pois é construída com base no vocabulário e na visão desejada. Essa divisão será descrita a seguir:

- **Independente da Aplicação:** A solução foi desenhada para que o acesso às fontes de dados se dê por meio de um conjunto de ontologias e que seja independente da aplicação. Desse modo, mais de uma aplicação poderá ter acesso ao mesmo agrupamento de dados. Fazem parte as camadas de:
 - **Fontes de Dados:** A arquitetura permite o recebimento de dados de diversos formatos. Eles podem estar materializados ou virtualizados, integrados ou não. No entanto, é indispensável que haja algo que possibilite sua integração, como a presença de um identificador único ou a junção de vários identificadores nas fontes. Assim, no uso de fontes de dados já integradas por meio de *data linkage*, apesar de existir uma única fonte de dados, as ontologias da camada de Ontologias de Fonte (OF) continuam acessando os dados como se fossem bases diferentes, recebendo os mapeamentos independentemente.
 - **Ontologias de Fonte (OF)**⁸: Como as bases de dados não estão em formato RDF foi

⁸No trabalho de ESS⁺17 essa camada é chamada de camada de ontologias locais. Já nos em [VCA⁺15] essa camada é chamada de camada de dados

optado por criar mais uma camada na arquitetura proposta por [WVV⁺01] e discutida por ESS⁺17, nela há ontologias que replicam a estrutura do esquema das bases de dados, assim como foi sugerida por [LVO16b]. Foi esperado que, com a adição dessa camada, a conversão de termos e conceitos entre as fontes de dados e as ontologias de integração fosse mais suave. Outra vantagem é a possibilidade de reaproveitamento dos dados e/ou do esquema para outras aplicações, desse modo, com o mesmo conjunto de dados é possível construir ontologias de domínio para anomalias congênitas e para dias potenciais de gravidez perdidos. Além disso, há o ganho da publicação das fontes de dados do SUS em um formato *linked data*, independente do uso que se fará delas.

- **Dependente da Aplicação:** A parte da solução que é dependente da aplicação contém ontologias criadas a partir de questões de competências pertinentes a um determinado contexto. Este determina a maneira como os conceitos se relacionam e o comportamento e existência das regras de fusão dos dados. Fazem parte as camadas de:
 - **Ontologias de Integração (OI)**⁹: Essa é uma das camadas mais importantes para a solução. Ela contém o vocabulário da camada OD distribuído em suas ontologias e mapeia os conceitos correspondentes da camada OF para a OD. Nela também são estabelecidas as relações de similaridade entre conceitos (sinônimos como os conceitos gravidez e gestação) e entre entidades (estabelecimento da mesma entidade paciente em fontes de dados distintas). Quanto ao acesso às informações, a OI faz parte do primeiro filtro de dados, pois contém apenas os conceitos da OF que são de interesse para a aplicação;
 - **Ontologia de Domínio (OD)**¹⁰: É a camada ontológica que estabelece o vocabulário para uma determinada aplicação, onde as consultas são realizadas. Essa camada geralmente é composta por uma única ontologia, esta, no entanto, tende a ser grande, uma vez que estabelece um vocabulário geral que une fontes de dados e conceitos. Quando o tamanho da ontologia impede a realização de consultas em tempo hábil, a solução encontrada é particionar a ontologia, como descrito em [BCG⁺18];
 - **Acesso às Aplicações:** A porta de acesso às aplicações se dá pelo resultado das consultas realizadas na OD.

Na Figura 3.7 ainda é possível observar onde ocorre cada uma das três tarefas que compõem a integração de dados:

- **Linkage de dados:** Esta tarefa ocorre com a determinação dos links *sameAs* em relação aos conceitos recebidos pela camada de OF e integrados com os conceitos recebidos pela camada de OD. No entanto, os links são criados apenas entre as ontologias da camada OI;
- **Fusão de dados:** Para que ocorra a fusão dos dados é necessário estabelecer regras de preferência entre as origens dos mesmos. A fusão ocorre no processo de retorno do resultado da consulta que ocorre na OD. Quando a camada OD recebe mais de um dado sobre um mesmo conceito, proveniente de fontes distintas, cabe às regras decidirem o que será retornado como resultado;
- **Correspondência de esquemas:** A correspondência de esquemas ocorre nas três camadas ontológicas. Em todo o processo de compreensão dos conceitos e consulta de dados é feita a adequação do significado das informações, mapeando conceitos e relações, apresentando sinônimos e generalizações.

⁹Em [VCA⁺15] essa camada é chamada de camada de visões Exportadas e Links Semânticos. Em [dCAVJ19] os autores nomeiam de camada de ontologias locais e em [BCG⁺18] de camada de base de conhecimento

¹⁰Em [VCA⁺15] essa camada é chamada de camada de Integração Semântica. Em [dCAVJ19] os autores nomeiam de camada de ontologia de domínio e em [ESS⁺17] de camada ontológica global. Já em [BCG⁺18] a camada é referida como camada da ontologia de alto nível - *upper level ontology*

As Figuras 3.8 e 3.9 apresentam outros aspectos da arquitetura desenvolvida, fazendo um paralelo entre cada camada anteriormente representada e seu conjunto de ontologias. São modelos mais detalhados, onde os fluxos de conceitos para a criação das ontologias e os fluxos de informação para a recuperação dos dados são expostos. A estrutura dos diagramas foi baseada nos trabalhos de [VCA⁺15, LVO16b, LOV17].

O modelo de arquitetura exibido pela Figura 3.8 contém as ontologias que compõem cada camada, bem como as relações entre as camadas, aqui chamadas de mapeamentos M_{DE_PARA} , onde DE, simboliza a origem e PARA, o destino do mapeamento. Os conceitos e as relações das fontes de dados se propagam exatamente iguais até a OF, correspondendo ao mapeamento M_{FD_OF} . A partir desta camada, os mapeamentos na camada OI são convertidos (nomenclatura e relações) para o vocabulário criado na OD. No processo de conversão, referente aos mapeamentos M_{OF_OI} , há uma reestruturação dos conceitos de cada fonte de dados, podendo haver a exclusão de conceitos que não são necessários para a aplicação ou a adição, caso ocorra uma decomposição do conceito para melhor contextualizá-lo. Na camada OI há ainda a determinação dos links *sameAs*, que são mapeamentos entre conceitos similares presentes em mais de uma fonte de dados. A mesma camada ainda recebe os mapeamentos advindos da OD. Esses mapeamentos agrupam os conceitos eleitos por meio das questões de competência de acordo com a(s) fonte(s) de dados correspondente(s).

Figura 3.8: Arquitetura da solução ODBI híbrida desenvolvida, com o fluxo de conceitos e a ordem de criação.

Como foi dito, fluxo dos conceitos se propaga da Camada Fonte de Dados em direção à Camada de Ontologia de Domínio e desta, em direção à Camada Fonte de Dados, encontrando-se na Camada de Ontologias de Integração. Compreender esse comportamento é importante para o processo de criação das ontologias, uma vez que algumas camadas herdam conceitos de outras. Ainda na Figura 3.8 é possível observar a presença dos marcadores com a ordem de construção de cada camada e mapeamento.

1. Determinação de quais fontes de dados utilizar, seu formato e se será uma fonte de dados já integrada ou não;
2. Geração das ontologias correspondentes a cada fonte de dados. Essas ontologias servem para igualar o formato dos dados, como foi exposto por [BCG⁺18];
3. Criação dos mapeamentos M_{FD_OF} entre as ontologias da camada OF e suas fontes correspondentes;
4. Desenvolvimento da ontologia de domínio, própria para a aplicação em que será empregada;

5. Criação do arquivo (vazio) das ontologias da camada OI, correspondendo a primeira fase do desenvolvimento das ontologias dessa camada.
6. Realização dos mapeamentos M_{OD_OI} , por meio da importação da ontologia da camada OD nas ontologias da camada OI;
7. Realização dos mapeamentos M_{OF_OI} , comparando os conceitos presentes nas duas camadas;
8. Execução da segunda fase de desenvolvimento das ontologias da camada OI, com a ligação dos conceitos equivalentes presentes nas camadas OF e OD;
9. Efetuação dos links *sameAs* na camada OI, entre os conceitos presentes em cada ontologia da camada OF;
10. Desenvolvimento dos Mapeamentos M_{OI_OD} , apresentando as regras de quais informações das bases serão retornadas, para uma dada consulta.

A Figura 3.9 apresenta o fluxo das informações durante a realização das consultas, devendo ser lida de cima para baixo. Inicia-se assim com um pedido por xyz , onde tanto x quanto y estão presentes na fonte de dados FD_1 . y também está presente na FD_2 e a identificação deste estado se dá na camada OI. z está na FD_3 . Entre as camadas OD e OI ocorre a separação de cada conceito e o endereçamento para as fontes correspondentes. A cada nova camada ocorre o mapeamento do conceito solicitado e o retorno dos dados. É novamente entre as camadas OD e OI que acontece a junção dos resultados. Nela são determinados quais dados de quais fontes serão apresentadas.

Figura 3.9: Arquitetura da solução OBDI híbrida desenvolvida, com o fluxo das informações durante as consultas.

Capítulo 4

Desenvolvimento das ontologias e mapeamentos independentes da aplicação

Integram esse bloco da solução os passos: de Avaliação das Fontes de Dados (4.1) que compõem a Camada Fontes de Dados; do Desenvolvimento das Ontologias da Camada OF (4.2); e do Desenvolvimento dos Mapeamentos FD_OF (4.3).

4.1 Avaliação das Fontes de Dados

A escolha das bases de dados que seriam utilizadas na solução, a curto (SINASC e SIM) e longo prazo (demais bases citadas em Compreensão do Problema e Escolha das Fontes de Dados - 3.1), foi tomada no início do projeto, nas primeiras conversas com os técnicos da SMS-SP e com a equipe da Faculdade de Saúde Pública da USP. No entanto, a forma como estas seriam operadas foi definida apenas após a seleção da abordagem de OBDI.

Para a realização da integração das fontes de dados, em especial as bases de dados relacionais, é necessário ter acesso às mesmas ou, ao menos, ao esquema relacional ou ao dicionário dos dados [BPDH10]. Por questões de privacidade, foi optado por desenvolver o sistema apenas com o acesso ao modelo do formulário de preenchimento, ao dicionário dos dados, dados públicos e dados não identificados advindos da SMS-SP. Não foi possível ter acesso ao diagrama do esquema relacional das bases de dados, sendo assim, necessário recriá-lo, ainda que de maneira simplificada. Havia duas possibilidades de recriação: Assumir que existia apenas uma tabela para cada base de dados, com todos os atributos das fichas pertencerem a ela; Ou assumir que há uma estrutura um pouco mais complexa, com a presença de várias tabelas e relações, dando as variáveis uma aproximação da estrutura das ontologias. Esta foi a opção escolhida.

As fichas de preenchimento serviram de guia para a reconstrução da estrutura. Desse modo, cada agrupamento conceitual presente nas fichas de preenchimento (capítulo ou bloco) foi adotado como uma tabela e os campos do capítulo, como os atributos da respectiva tabela. As relações entre as tabelas foram reconstruídas a partir das informações levantadas com os especialistas. Como consequência, nem todas as tabelas/classes possuem chave-primária com um identificador forte como um número, o que não é um problema para a solução semântica, mas que futuramente deverá ser tratado com a adição do esquema real das bases, caso ele seja mais complexo (contenha mais de uma tabela) ou com o acesso ao sistema de banco de dados que recebe os dados diretamente do sistema de informações. Um recorte dos diagramas de entidade relacionamento das bases de dados é apresentado no Apêndice A.

Os primeiros testes do sistema de integração utilizaram dados públicos do SINASC e do SIM, disponíveis no site do DATASUS¹. Os dados disponibilizados pelo DATASUS estão no formato

¹Dados públicos disponíveis no site do DATASUS: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0901>

DBC. Desse modo, foi necessário convertê-los em CSV para importá-los para um banco de dados relacional. Assim, foi utilizado o *plug-in* em Python pySUS², para converter os arquivos de DBC para DBF e o *plug-in* *simplifiedbf*³ para transformar o DBF em CSV.

Também foram realizados testes com a base de dados fornecida pela Secretaria Municipal da Saúde de São Paulo, chamada de DNDO. A base apresentada foi o resultado de um *linkage* entre as bases de dados do SINASC e do SIM, de modo que cada registro correspondesse a um indivíduo presente no SINASC e no SIM ou só no SINASC. A integração que gerou a DNDO ocorreu por meio de algumas regras e de um algoritmo de Busca Fonética em português, desenvolvido pelos técnicos da SMS-SP e que teve como base o Soundex, [Rus18]. Para obter as informações sobre óbitos de menores de 1 ano, o número da declaração de nascido vivo foi utilizado como identificador que integrou os registros nas bases de dados do SINASC com o SIM. Já para relacionar o óbito de mães de menores de 1 ano que tiveram o registro de óbito foi necessário utilizar como identificador o número do CNS (Cartão Nacional de Saúde) da mulher, presente em ambas as bases. Nos casos em que o CNS está ausente, o algoritmo de busca fonética foi executado, levando em conta o nome da mulher. Os registros que obtiveram similaridade de 85% ou mais foram tratados como pertencentes ao mesmo indivíduo. Já aqueles que não atingiram o score, foram descartados da DNDO. Então, foi adicionada uma coluna com um valor gerado como novo identificador do indivíduo. Para manter a anonimização dos registros foi necessária a exclusão de algumas variáveis. Nessa base também foram adicionados alguns campos que tornaram a interpretação dos dados mais significativa, como a conversão do tempo de gestação para dias. A DNDO foi disponibilizada pela SMS-SP em formato CSV e então o arquivo foi importado para um banco de dados relacional. Para a realização de testes de conceitos foram criadas duas bases de dados, uma povoada com algumas dezenas de registros advindos das bases do SINASC, SIM e DNDO, e outra para facilitar a exemplificação, povoada com indivíduos representantes da Família Real Britânica.

A integração das bases de dados do SINASC com o SIM revelou alguns grupos de indivíduos, apresentados na Tabela 4.1, destes, três são mais importantes para as análises que os técnicos da SMS-SP desejam realizar: Os menores de 1 ano que tiveram o registro de óbito; As mães, de menores de 1 ano, que tiveram o registro de óbito; e os Menores de 1 ano que não tiveram o registro de óbito.

Tabela 4.1: Tipos de indivíduos encontrados na integração das bases de dados do SINASC e SIM

		SINASC	
		Presente	Ausente
SIM	Presente	Menores de 1 ano que tiveram o registro de óbito OU Mães, de menores de 1 ano, que tiveram o registro de óbito	Outros óbitos, incluindo mulheres em idade fértil e óbitos fetais
	Ausente	Menores de 1 ano que não tiveram o registro de óbito	População não registrada nesses eventos

4.2 Desenvolvimento das Ontologias da Camada OF

Devido às particularidades das bases de dados, tais como o acesso parcial aos dados e a necessidade de realizar os testes com bases de dados públicas que não contêm todas as variáveis dos sistemas, como as de identificação foi decidido por realizar essa etapa manualmente, e não de maneira automática ou semi-automática. Também foi optado por não utilizar as ontologias desenvolvidas pelo projeto SemanticSUS⁴, da professora Vânia Vidal, por não conter todos os campos das fontes de dados públicas, nem por reutilizá-las por não termos acesso ao arquivo rdf ou owl.

²Plug-in pySUS: <https://github.com/fccoelho/PySUS/blob/master/pysus/utilities/readdbc.py>

³Plug-in *simplifiedbf*: <https://pypi.org/project/simplifiedbf/>

⁴SemanticSUS: <https://semanticsus.github.io/semanticSUS/index.html>

Assim, o desenvolvimento das ontologias da Camada de Ontologias de Fonte (OF) seguiu, em parte, o algoritmo discutido e melhorado por [HMS17].

As ontologias dessa camada caracterizam-se por repetir a descrição exata do esquema relacional das bases de dados (o DER foi utilizado na modelagem) e também o mesmo vocabulário. Desse modo, foram criadas ontologias das três bases de dados disponíveis: do SINASC, do SIM e da DNDO; gerando as ontologias: OF_{SINASC} , OF_{SIM} e OF_{DNDO} , respectivamente. A adição dos campos na DNDO fez com que fosse optado por construir uma ontologia específica para a DNDO que herdou as definições das ontologias do SINASC e do SIM. Assim a estrutura das ontologias do SINASC e do SIM foi mantida e está apta para ser utilizada em outros projetos. Com isso, a generalidade da solução foi prezada, preservando a estrutura das bases originais. Isso mostra a flexibilidade da solução em adicionar novas bases de dados. O fato de ter ontologias que representam bases integradas e não integradas mostra como a solução se comporta nas duas situações. Sendo possível realizar consultas com mapeamento semântico em ambas as abordagens. Assim, ao replicar a solução apresentada, os próximos usuários poderão escolher se manterão a estrutura das ontologias conforme as bases de dados disponibilizadas pelo DATASUS ou se farão alterações, caso haja necessidade.

O desenvolvimento das ontologias foi realizado no Protégé⁵, um editor de ontologias *open-source*, desenvolvido pela Universidade de Stanford. Tendo conhecimento do algoritmo de conversão de bases de dados para ontologias, foi determinado que antes de criar as ontologias no Protégé, deveriam ser criados diagramas que representassem a estrutura esperada. Os diagramas, que também podem ser entendidos como um vocabulário, foram baseados no diagrama de classes da linguagem UML⁶ e também têm como objetivo tornar claro para os especialistas de domínio os conceitos e as relações utilizadas. Neles, o título de cada caixa representa uma classe e o restante do conteúdo da caixa representa as propriedades de dados e a base de dados de origem da propriedade. As relações são representadas pelas setas entre as caixas. A Figura 4.1 apresenta uma legenda para o que é representado no diagrama. No entanto, nem tudo que está contido na legenda está presente em todos os diagramas.

Figura 4.1: Legenda para os diagramas das ontologias

A versão final dos diagramas gerados para as ontologias OF_{SINASC} , OF_{SIM} e OF_{DNDO} é apresentada nas Figuras 4.2, 4.3 e 4.4.

⁵Protégé: <https://protege.stanford.edu/>

⁶UML: <http://www.uml.org/>

Figura 4.2: Diagrama correspondente a ontologia *OF_{SINASC}*

Figura 4.3: Diagrama correspondente a ontologia OF_{SIM}

Como mencionado, o algoritmo apresentado em [HMS17] foi seguido e adaptado para a criação das ontologias OF_{SINASC} e OF_{SIM} , de acordo com as características das fontes de dados. Os passos para a construção foram:

1. **Mapeamento de tabelas para classes OWL:** Os autores definem que cada tabela da base de dados deve ser traduzida como uma classe de mesmo nome na ontologia. Como foi referido anteriormente não houve acesso aos diagramas com a estrutura relacional das bases de dados, sendo necessário recriá-los, do contrário existiria apenas uma classe para cada sistema. Desse modo, os capítulos presentes da ficha de preenchimentos foram adotados como tabelas. Na Figura 4.5 pode ser visto um recorte da ficha de preenchimento do SINASC com o foco no capítulo V: “Gestação e Parto” e seus campos. O capítulo V: “Gestação e Parto” tornou-se uma classe e os campos presentes nesse grupo tornaram-se *Propriedades de Dados* deste. A Figura 4.6, contém parte da ontologia OF_{SINASC} , as classes geradas a partir dos capítulos e as propriedades referentes a classe GestacaoEParto;

IV **Pai**

20 Nome do Pai

21 Idade do Pai

Gestações anteriores

22 Histórico gestacional

23 Nº gestações anteriores

24 Nº de partos vaginais

25 Nº de cesáreas

26 Nº de nascidos vivos

27 Nº de perdas fetais / abortos

V **Gestação e parto**

Gestação atual

28 Idade Gestacional

29 Data da Última Menstruação (DUM)

30 Nº de semanas de gestação, se DUM ignorada

31 Método utilizado para estimar

1 Exame Físico 2 Outro método 9 Ignorado

32 Número de consultas de pré-natal

33 Mês de gestação em que iniciou o pré-natal

34 Tipo de gravidez

1 Única 2 Dupla 3 Tripla ou mais 9 Ignorado

Parto

35 Apresentação

1 Cefálica 2 Pélvica ou Podálica 3 Transvers 9 Ignorado

36 O Trabalho de parto foi induzido?

1 Sim 2 Não 9 Ignorado

37 Tipo de parto

1 Vaginal 2 Cesárea 9 Ignorado

38 Cesárea ocorreu antes do trabalho de parto iniciar?

1 Sim 2 Não 3 Não se aplica 9 Ignorado

39 Nascimento assistido por

1 Médico 2 Enfermeira/Obsletriz 3 Parteira 4 outros 9 Ignorado

40 Descrever todas as anomalias ou defeitos congênitos observados

VI **congenita**

Figura 4.5: Recorte da ficha de preenchimento do SINASC

Figura 4.6: Classes da ontologia OF_{SINASC} e propriedades da classe GestacaoEParto

2. **Tratamento de tabelas de atributos multi-valorados:** Nessa etapa os autores alertam para a localização de tabelas de atributos multi-valorados e como elas devem ser modeladas de modo diferente das outras tabelas. No entanto, não foi encontrada nenhuma tabela de atributos multi-valorados nas fontes de dados;

3. **Mapeamento dos relacionamentos de integridade referenciais para hierarquia de herança:** Nesta etapa, tabelas com chave estrangeira são rearranjadas como subclasses da classe correspondente a tabela que possui a chave primária. Ao seguir esse passo na *OF_{SIM}*, as classes *CausasExternas* e *FetalOuMenorQue1Ano* viraram subclasses de *CondicoesECausasDoObito*, uma vez que ambas são extensões do conceito de *CondicoesECausasDoObito*;
4. **Mapeamento de colunas de integridade não referenciais para propriedades de tipos de dados:** Aqui as colunas das bases de dados (os campos que fazem parte dos capítulos das folhas de preenchimento) foram mapeadas para Propriedades de Dados, como pode ser visto no exemplo das Figuras 4.5 e 4.6, exceto as colunas que representam as chaves estrangeiras;
5. **Representação de propriedades de dados como domínio e tipos de dados como escopo - range:** Nessa etapa foram configurados o domínio e escopo das propriedades de dados. O domínio é a classe em que a propriedade está alocada e o escopo do tipo de dados que ela recebe. Segundo os dicionários de dados (Anexos B e D), todas as variáveis possuem o tipo de dados “*character*”. Identificada essa generalização foi acordado que não haveria a formalização dos tipos de dados nas ontologias da Camada de Fontes;
6. **Mapeamento dos relacionamentos (chave estrangeira) para propriedades do objeto:** Nesse passo, todos os relacionamentos de tabelas que possuem uma chave estrangeira foram mapeadas em Propriedades de Objeto. Assim, são formadas duas propriedades de objeto para cada relacionamento: uma para o relacionamento e outra para o relacionamento inverso. A Figura 4.7 apresenta a propriedade de objeto *diagnosticadoCom* que possui como inverso *diagnosticoDo*, da ontologia *OF_{SINASC}*;

Figura 4.7: Propriedade de Objeto *diagnosticadoCom* da ontologia *OF_{SINASC}*

7. **Representação das propriedades do objeto:** Aqui foram representadas as propriedades de objeto e adicionados o domínio e o escopo de cada propriedade. A Figura 4.7 também apresenta o domínio e o escopo da propriedade de objeto *diagnosticadoCom*;
8. **Mapeamento de restrições de integridade de chave para propriedades de cardinalidade:** Os passos 8 e 9 tiveram a ordem de excussão invertida no presente trabalho. Nessa etapa são ajustadas as restrições de integridade que as ontologias herdaram. No entanto, foi estabelecido que não haveria essa configuração, uma vez que esta não estava bem estabelecida nem nenhuma parte da documentação das bases de dados;
9. **Mapeamento de tuplas para indivíduos:** O mapeamento das tuplas para indivíduos será descrito em 4.3;

A expressividade da lógica de descrição utilizada nas ontologias OF_{SINASC} e OF_{SIM} é $\mathcal{ALCHI}(\mathcal{D})$. As ontologias estão disponíveis no repositório <https://gitlab.com/beliefchangetools/diasus>.

A primeira fase de testes das ontologias ocorreu antes de serem realizados os mapeamentos com o banco de dados. Um exemplo com alguns indivíduos da Família Real Britânica serviu para povoar as ontologias e testá-las quanto a consistência, rodando o raciocinador Hermit, versão 1.3.8.413. As propriedades de dados, e de objetos e as classes foram relacionadas aos indivíduos e foi possível fazer consultas SPARQL relativas ao conteúdo de cada ontologia. As Figuras 4.8 e 4.9 apresentam um recorte da ontologia OF_{SINASC} e OF_{SIM} , respectivamente, com os indivíduos criados. Na OF_{SINASC} , ao analisar o indivíduo QueenElizabethII é possível observar as propriedades de dados e de objetos relacionadas a ele e é fácil constatar que ela é mãe (eMae) e genitora (eGenitor) do Príncipe Charles (PriceCharles) e da Princesa Mary (PrincessMary) e é filha do Rei Jorge IV (KingJorgeIV) e da Rainha Elizabeth II, a Rainha Mãe (QueenElizabethQueenMother). Atenta-se também para a presença das propriedades de dados contendo a data de nascimento e o sexo. No entanto, as classes não estavam disjuntas, o que permitiu que o indivíduo QueenElizabethII fosse dos tipos DN, GestacaoEParto, Mae e RN ao mesmo tempo. Com a disjunção esse indivíduo só pode ser, ao mesmo tempo, dos tipos Mae e RN.

Figura 4.8: Exemplo da ontologia OF_{SINASC} preenchida com indivíduos da Família Real Britânica

Foram realizadas as consultas apresentadas no Anexo B.

A construção da ontologia OF_{DNDO} ocorreu por meio da importação das ontologias OF_{SIM} e OF_{SINASC} , e da adição da classe *Acréscimo* - Acréscimo, cujas propriedades de dados correspondem aos campos adicionados na base de dados da DNDO. Também foram incluídas as propriedades de objeto relacionadas a essa nova classe. A ontologia gerada possui expressividade $\mathcal{ALUI}(\mathcal{D})$ e também está localizada no repositório supracitado. As consultas apresentadas acima também foram testadas na OF_{DNDO} e o resultado foi o mesmo. Adicionalmente foi testada a seguinte consulta:

- Quais são as declarações de nascimento do SINASC que tiveram óbito registrado no SIM?

Figura 4.9

Figura 4.9: Consulta exemplo das declarações de nascimento do SINASC que tiveram óbito registrado no SIM, ontologia OF_{DND}

4.3 Desenvolvimento dos Mapeamentos FD_OF

O mapeamento das bases de dados para as ontologias, FD_OF , ocorreu dentro do Protégé, utilizando o *plug-in* do Ontop⁷, desenvolvido pela Universidade de Bolzano. Nele é possível acessar os dados que estão em um sistema gerenciador de bases de dados - SGBD, construir as regras, materializar os mapeamentos e realizar consultas. Para isso, foi preciso configurar o Ontop com o acesso do SGBD, baixando a versão mais recente do *Java Runtime Environment*⁸, e o *JDBC Driver*⁹ do Postgres. A Figura 4.10 apresenta a tela de configuração do Ontop no Protégé, na aba *Datasource manager*.

Figura 4.10: Configuração do *plug-in* do Ontop no Protégé

A aba *Mapping Assistant* do Ontop, Figura 4.11, serve de auxílio para a construção dos mapeamentos de classes, propriedades de dados e de objetos para uma base de dados. No campo *Data Set* foi selecionada a base de dados que seria mapeada. No entanto, só é possível mapear

⁷Ontop: <https://ontop.inf.unibz.it/>

⁸https://www.java.com/pt_BR/download/mac_download.jsp

⁹<https://jdbc.postgresql.org/>

uma base de dados por vez. Foram mapeadas separadamente as ontologias OF_{SINASC} , OF_{SIM} e OF_{DNDO} .

Em **Focus on URI**, foi configurado o identificador do indivíduo que será mapeado. Sabendo que a estrutura das ontologias (derivada do DER) não é similar a da base de dados (arquivo csv), a ausência de uma chave primaria para cada classe foi ajustada adotando o nome das classes somado ao identificador de cada base como sendo o identificador de cada indivíduo pertencente às classes. Assim, na aba **Focus on URI** cada uma das classes da ontologia foi adicionada de modo a receber a combinação NomeDaClasse/{identificador}, como apresentado com a classe Mae na Figura 4.11. Isso significa que cada indivíduo daquela classe levará consigo as informações referentes ao indivíduo da base. Desse modo, a Mãe que está relacionada a declaração de nascido vivo de número 03386479, será representada como Mae/"03386479" assim como todas as outras classes que tiverem informações relacionadas a esse número de declaração de nascido vivo. Esse formato permite um ganho quando comparado a apresentação dos dados no .csv pois se aproxima da visualização de dados da ficha de preenchimento, agrupando todos os campos relativos a mesma classe. O identificador utilizado para a base do SINASC foi o número da declaração de nascido vivo (numerodn), o da base do SIM, o número da declaração de óbito (numerodo) e o da base da DNDO, o nudn, o número de identificação gerado a partir da base de dados do SINASC.

Figura 4.11: Aba Mapping assistant, do Ontop

No campo **Mapping for class** foi selecionada a classe da ontologia a que a URI anteriormente preenchida se referia. Em **Add new property mapping** cada propriedade de dado e de objeto é associada a classe que está sendo mapeada. Ao clicar no botão de mais, “+”, essa propriedade aparece no campo **Current property mappings** que associa cada propriedade a uma variável da base de dados. A Figura 4.11 apresenta o conceito de escolaridade da mãe (escMae) sendo mapeado na variável (escmae) da base de dados do SINASC. E assim, todas as propriedades de dados de uma classe foram mapeadas para suas respectivas variáveis.

O resultado dos mapeamentos criados na aba **Mapping Assistant** aparecem na aba **Mapping Manager** e tem o formato apresentado nas Figuras 4.12 e 4.13. Ao observar atentamente o mapeamento apresentado na Figura 4.12, é possível notar que nem todas as propriedades de dados presentes na ontologia foram mapeadas para a base de dados, uma vez que nem todas as variáveis estavam presentes na base de dados, afinal as bases utilizadas para o teste foram bases de dados públicas. O resultado do mapeamento das propriedades de objetos, no entanto, é um pouco diferente do das propriedades de dados, uma vez que não associa classes, mas identificadores onde as classes já estão embutidas, como pode ser visto na Figura 4.13.

Figura 4.12: Mapeamento de uma classe com suas propriedades de dados

Figura 4.13: Mapeamento de uma classe com suas propriedades de objetos

Esse processo de acesso a bases de dados por meio de ontologias levando assim a criação de mapeamentos entre as ontologias e os dados gera um novo arquivo, este possui a extensão obda, de *Ontology Based Data Access*. O acesso ao novo arquivo se dará automaticamente através do acesso ao arquivo ontologia, em formato owl.

Realizar mapeamentos possibilita efetuar consultas SPARQL nas bases de dados a partir da ontologia, virtualizados ou materializar o conteúdo das bases de dados, adicionando-o à ontologia. A Figura 4.14 apresenta um recorte dos indivíduos da base de dados do SINASC materializados na ontologia *OF_{SINASC}*. É possível notar o padrão NomeDaClasse/{identificador} para nomear cada indivíduos, como discutido anteriormente. Assim o indivíduo Mae/"03386479" pode ser lido como a Mãe que está associada a declaração de nascido vivo de número 03386479, sendo mãe (eMae) do recém nascido RN/"03386479", possuindo a ocupação cujo código da CBO é 214505 (codOcupMae "214505").

Figura 4.14: Indivíduos da base de dados do SINASC materializados na ontologia OF_{SINASC}

A fim de validar os mapeamentos, foram repetidas as mesmas consultas SPARQL apresentadas anteriormente, agora com o acesso aos dados da base de dados por meio da ontologia e com um pequeno conjunto de dados materializados na ontologia. O resultado foi similar ao anterior. As Figuras 4.15 e 4.16 apresentam o resultado da consulta “Quem são os recém nascidos presentes na ontologia do SINASC?”, com os dados virtualizados e materializados na ontologia, respectivamente. Ao final do processo, as bases de dados públicas do município de São Paulo relativas ao SINASC e ao SIM do ano de 2015 foram materializadas nas ontologias correspondentes e disponibilizadas no mesmo repositório supracitado.

Figura 4.15: Exemplo de consulta SPARQL com os indivíduos virtualizados

Figura 4.16: *Exemplo de consulta SPARQL com os indivíduos materializados*

O próximo capítulo tratará do desenvolvimento das ontologias e mapeamentos dependentes da aplicação, ou seja, das ontologias que terão foco na saúde materno-infantil e no desenvolvimento do indicador de saúde DPGP, não mais nas bases de dados do SINASC e do SIM.

Capítulo 5

Desenvolvimento das ontologias e mapeamentos dependentes da aplicação

Esse bloco da solução apresenta as ontologias e os mapeamentos que são dependentes da aplicação e que assim foram desenvolvidos a partir das questões de competências elencadas pelos especialistas do domínio pensando na saúde materno-infantil e na produção do indicador de saúde DPGP. Fazem parte desta etapa o desenvolvimento das ontologias de Domínio (OD) 5.1 e de Integração (OI) 5.2 e 5.5, bem como o dos mapeamentos da camada de ontologia de domínio para a de ontologias de integração MOD_OI 5.3, da camada de ontologias de fonte para a de ontologias de integração, MOF_OI 5.4, os links *sameAs* na camada de ontologias de integração 5.6 e os mapeamentos da camada de ontologias de integração para a de ontologia de domínio, MOI_OD 5.7, como está destacado na Figura 5.1.

Figura 5.1: Arquitetura da solução OBDI híbrida desenvolvida, com o fluxo de conceitos e a ordem de criação, destaque para a etapa dependente da aplicação.

5.1 Desenvolvimento da Ontologia da Camada OD

Para o desenvolvimento da ontologia da camada OD foi utilizada a técnica de [GF95] onde os passos seguidos para a construção de ontologias foram: Cenário Motivador, Questões de Competência Informais, Especificação Formal: Terminologia e Formalização das Questões de Competência.

5.1.1 Cenário Motivador

Durante toda a fase de compreensão do escopo do projeto e em todos os estudos de caso elencados, o mesmo problema foi mencionado: Os dados necessários para realizar análises mais profundas ou acompanhamentos a médio e longo prazo estão em bases de dados distintas e o processo para a realização da integração é custoso, atualmente sendo realizado quase que manualmente ou em ferramentas como o Microsoft Access¹, voltadas para bancos de dados e soluções menores e menos complexas. Além disso, as análises dependem de pessoal especializado no conteúdo e formatação das bases, sendo difícil para um profissional com pouca experiência nas bases de dados realizá-las, mesmo que este seja da área da saúde.

Foram propostos três cenários distintos com a mesma temática de atenção a saúde materno-infantil no Sistema Único de Saúde do Município de São Paulo, que utilizam as mesmas bases ou parte delas. Foram eles: A necessidade de localização dos indivíduos com anomalia congênita nas diversas bases de dados; a identificação de quais variáveis das bases de dados relacionam-se com a saúde materno infantil a fim de gerar um indicador de saúde para potenciais dias de gravidez perdidos - DPGP; e a compreensão do padrão de deslocamento de gestantes e de recém nascidos para o acesso a equipamentos de saúde que realizam internações. Desses, a temática da saúde materno infantil voltada para o desenvolvimento do indicador do DPGP, foi eleita como caso de uso central. A escolha foi guiada pelos especialistas nas bases e os colaboradores da Faculdade de Saúde Pública, principalmente por conta da facilidade de acesso aos dados e ao conhecimento do domínio.

A fim de compreender o escopo e as necessidades pertinentes à temática, foram realizadas três reuniões com os especialistas do domínio. Foram ouvidas em torno de 20 pessoas entre técnicos da Secretaria Municipal da Saúde de São Paulo e professores e alunos de pós-graduação da Faculdade de Saúde Pública da USP. Os especialistas realizaram seminários para apresentar o contexto do problema e o que esperam como resultado, bem como apresentaram o diagrama de espinha de peixe, descrito na Figura A.1.

5.1.2 Questões de Competência Informais

A partir dos seminários e do diagrama contendo as bases de dados e campos, foram elencadas questões de competência relacionadas ao tema. A principal preocupação na elaboração das questões de competência foi delimitar um escopo global para o projeto. Desse modo todos os resultados e conceitos esperados no contexto foram listados. A lista completa com as questões de competência está descrita no Apêndice C. As questões de competência foram divididas em quatro grupos: Mãe, Gestação, Parto e Nascido Vivo, Filho ou Recém Nascido. Em seguida foram avaliadas, editadas e revisadas pelos especialistas de domínio. A construção completa do sistema que responderá a todas as questões de competência vai além desta dissertação de mestrado, sendo relatada na seção de trabalhos futuros. Desse modo, apenas as questões que podem ser respondidas com pelo menos umas das bases de dados representadas (SINASC e SIM) foram eleitas para este trabalho. Existem níveis de dificuldade para responder às questões de competência. Há aquelas que:

1. Podem ser respondidas de um único modo e que necessitam de:
 - (a) Uma variável de apenas uma base;
 - (b) Mais de uma variável da mesma base, geralmente numa apresentação que remodela os dados;
 - (c) Mais de uma variável de mais de uma base;
2. Podem ser respondidas de diversos modos pois a mesma informação está localizada em mais de uma base de dados, assim, pode conter até as três subdivisões descritas no modo 1.

¹Microsoft Access: <https://products.office.com/pt-br/access>

Uma tabela com a classificação das questões de competência e as bases de dados utilizadas para respondê-las é encontrada no Apêndice C. Algumas questões de competência, o que é necessário para respondê-las e o que foi modelado neste projeto será apresentado, a fim de exemplificar a classificação:

- Questão que pode ser respondida com apenas uma variável de uma base de dados:

Qual o peso do filho ao nascer?

Para responde a essa questão de competência é necessário:

- Formalizar os conceitos de filho, filho ao nascer ou seja recém nascido, nascido vivo, peso e peso ao nascer, associar o conceito de peso ao nascer ao filho ao nascer e ao de recém nascido;
- Associar o nascido vivo a uma entrada na base de dados do SINASC.
- Verificar o valor do resultado na variável presente na base de dados do SINASC.

Esta é uma consulta simples, que pode ser respondida apenas com o acesso a uma variável de uma base de dados, o SINASC.

- Questão que necessita de mais de uma variável da mesma base de dados:

Quais informações existem na base sobre a mãe do recém nascido que possui registro de anomalia congênita?

Para responder a essa consulta é necessário:

- Formalizar os conceitos de mãe, recém nascido e anomalia congênita e associar o conceito de mãe ao de recém nascido e o de anomalia congênita ao de recém nascido;
- Ter formalizados conceitos relacionados a mãe presentes nas bases de dados;
- Definir os mapeamentos dos conceitos das ontologias nas bases de dados;

Esta é uma questão que necessita da existência de mapeamentos entre os conceitos que foram feitos previamente para responder a outras questões de competência. Além disso, para respondê-la é necessário utilizar-se de mais de uma variável (como as variáveis mãe e filho e as informações existentes sobre a mãe) da mesma base de dados, o SINASC.

- Questões que necessitam de mais de uma variável de mais de uma base de dados:

Houve óbito de algum recém nascido que têm registro de anomalia congênita no SINASC?

Para responder a essa questão de competência é necessário:

- Formalizar os conceitos de óbito, recém nascido e anomalia congênita e associar os conceitos de recém nascido com anomalia congênita e de recém nascido com óbito;
- Realizar o mapeamento dos conceitos de recém nascido e anomalia congênita na base de dados do SINASC;
- Realizar o mapeamento dos conceitos de óbito e recém nascido na base de dados do SIM;
- Realizar a integração da informação contida nas duas bases de modo que seja localizado o mesmo indivíduo na base de dados do SINASC e do SIM;

Embora simples, essa consulta necessita de um mapeamento entre a ontologia e mais de uma base de dados, bem como da integração dos dados para que a resposta seja unificada.

Segue um segundo exemplo, com uma questão de competência mais complexa:

A mãe possui diagnóstico de alguma doença que possa ter levado à anomalia congênita do recém nascido?

Para responder a essa questão de competência é necessário:

- Definir os conceitos de mãe, diagnóstico, doença, anomalia congênita, recém nascido e associar o conceito de recém nascido à mãe, de diagnóstico à doença e de doença à anomalia congênita;
- Definir o conjunto de CIDs ou características presentes no recém nascido que significam anomalia congênita;
- Identificar o diagnóstico de anomalia congênita no recém nascido. O que pode ser feito observando os campos `idAnomal` e `codAnomal` da tabela do SINASC;
- Identificar que essa anomalia é passível de ter sido constituída devido a um diagnóstico anterior da mãe, como sífilis, verificando essa informação nos dados do SIGA;
- Elaborar uma lista de diagnósticos maternos que a literatura afirma poderem levar ao desenvolvimento de anomalia congênita no recém nascido;
- Relacionar os conceitos a indivíduos presentes nas bases de dados SINASC, SIA, SIH e SIM;

Este é um tipo de consulta que depende de várias bases de dados integradas e de modelagem dos dados que estão nas bases, como o mapeamento de quais CIDs estão relacionados ao conceito de anomalia congênita. No presente trabalho não é possível responder a esse tipo de questão de competência que necessita da normalização de outras bases que não sejam a SINASC e a SIM.

- Questão que pode ser respondida de dois modos:

Quantas consultas pré-natal foram realizadas durante a gestação do RN?

Os modos para responder a esta questão de competência são:

- Utilizando apenas a base de dados do SINASC:
 - * Formalizar os conceitos de consultas pré-natal, gestação e recém nascido, bem como a relação de consultas pré-natal com gestação e de recém nascido com gestação;
 - * Associar o conceito consultas pré-natal à variável `consPrenat` e os conceitos gestação e recém nascido a indivíduos da base de dados;
 - * Verificar o valor do resultado da variável `consPrenat` presente na base de dados do SINASC. Onde a resposta esperada agrupa as quantidades de consultas, sendo uma das seguintes: 1 – Nenhuma; 2 – de 1 a 3 consultas; 3 – de 4 a 6 consultas; 4 – 7 consultas ou mais; 9 – o campo foi ignorado durante o preenchimento do formulário;
- Utilizando as bases de dados do SINASC, SIGA e do SIA:
 - * Formalizar os conceitos de consulta pré-natal, gestação, data da última menstruação - relativa ao início da gestação, data de nascimento do recém nascido, duração da gestação e recém nascido, bem como identificar todas as relações;

- * Realizar a contagem das consultas de acordo com os registros presentes nas bases de dados do SIGA e do SIA, seguindo o número identificador do recém nascido ou da gestante através dos registros. Caso ocorra a opção pelo registro da gestante ainda será necessário formalizar os conceitos de gestante e genitora e suas relações com o recém nascido;

Nesta consulta ficou nítida a necessidade de fazer uma escolha de limitar o escopo, selecionando as bases de dados que originariam as ontologias. Por questão de tempo, foi optado por responder a essa consulta do primeiro modo, utilizando apenas a base do SINASC, embora não seja possível obter a melhor resposta. O segundo modo seria o mais acurado, no entanto era necessário que outras bases além da SINASC fossem modeladas, como a SIGA e a SIA.

5.1.3 Especificação Formal: Terminologia

Com base nas questões de competência elencadas anteriormente, aqui foi realizada a escolha dos termos e relações que compõem a ontologia da camada de domínio, OD_{SMI} , ontologia da saúde materno - infantil, bem como a implementação da mesma. Apesar da solução apresentada neste trabalho responder apenas uma parte das questões de competência, o desenvolvimento da OD_{SMI} buscou representar completamente os conceitos presentes todas as questões de competência. Em cada questão de competência foram identificados e listados os conceitos e as relações necessárias para chegar a uma resposta, independentemente se esta seria alcançada apenas com as bases de dados do SINASC e do SIM ou não. A partir dessa lista foi elaborado um diagrama similar ao das ontologias da camada de dados. O processo de construção deste diagrama seguiu o dos outros, no entanto a avaliação com os especialistas ocorreu em diversos momentos ao longo do processo de montagem, não apenas no início e final dele. Nesses momentos, os especialistas auxiliaram na determinação das classes e das propriedades de dados, bem como das propriedades de objetos e termos adotados. Também houve o uso de textos técnicos para comprovar a veracidade das definições.

O diagrama desenvolvido para a OD_{SMI} , apresentado na Figura 5.2, é mais complexo que os anteriores, devido ao maior volume de conceitos e relações. No entanto, a mesma legenda apresentada na Figura 4.1 pode ser utilizada. Nele há a hierarquização de algumas classes. Isso levou a existência de classes especializadas e generalizadas, cuja relação é expressa pelas setas tracejadas. As classes generalizadas podem ou não ter propriedades de dados associadas, como a Classe Diagnostico - Diagnóstico, que generaliza DoencaTransm - Doença transmissível, Vicio - Vício, DoencaCronica - Doença crônica e AnomaliaCongenita - Anomalia congênita, que não possui propriedades de dados diretamente relacionadas a ela, Figura 5.3.

Há também a representação de classes que necessitam de uma definição que vá além dos campos atualmente presentes nas bases de dados, sendo necessária a realização de cálculos externos a ontologia ou a inclusão desses campos. Essas são as classes que têm uma marcação cinza, como é o caso das classes Neonato - Neonato, NeonatoPrecoce - Neonato precoce e NeonatoTardio - Neonato tardio, Figura 5.4. As definições de equivalência entre as classes não foram incluídas no diagrama, embora tenham sido posteriormente representadas na ontologia em owl, como é o caso da Classe Falecido, que é equivalente a Usuario que é levadoAoObito.

As propriedades de dados incluídas no diagrama são provenientes de campos das bases de dados, com exceção daquelas que estão em negrito. Algumas propriedades de dados estão presentes em mais de uma classe, o que evidencia uma relação entre essas classes, embora a descrição de intersecção ou conjunção fique clara apenas no arquivo da ontologia.

Embora o foco desta etapa seja a especificação formal dos conceitos e não o mapeamento desses ou a verificação da existência dos mesmos nas bases de dados, foi observada a necessidade de iniciar essa análise concomitante com a definição dos conceitos, uma vez que existiam muitos termos e muitas bases. Assim, na representação das propriedades de dados do diagrama foi mantida a apresentação das bases de dados que contêm o conceito, ainda que esse tenha originalmente uma outra nomenclatura. Um exemplo é o termo nome - nome, pertencente a classe Usuario - Usuário, que está presente nas bases SIGA, SINASC, SIM, SIH e SIA. Cada conceito foi ligado a uma variável

Figura 5.2: Diagrama da ontologia de domínio, OD_{SMI}

Figura 5.3: Recorte do diagrama da ontologia OD_{SMI} , foco nas classes superclasse *Diagnostico* - *Diagnóstico* e suas subclasses

Figura 5.4: Recorte do diagrama da ontologia OD_{SMI} , foco nas classes que precisam de definições externas, como *Neonato* - *Neonato*

da fonte de dados. Para o caso de mais de uma base de dados possuir o mesmo conceito foi adotado o nome mais explicativo na ontologia. Nesta etapa não houve a preocupação com a apresentação do dado, mas com os conceitos presentes nas questões de competência que teriam correspondência com as bases de dados.

O diagrama deu origem a ontologia, construída dentro do software Protégé. No Protégé os conceitos que possuem palavras sinônimas tiveram essa informação adicionada nas anotações da classe, como é o caso da classe *Gestacao* - Gestação, que tem o termo *Gravidez* como sinônimo em sua anotação. Futuramente planeja-se adicionar um mecanismo na solução para que a busca de informações na ontologia ocorra mais próxima da linguagem natural, podendo ser realizada com qualquer um dos sinônimos. Também foram adicionadas as equivalências de classes e as especificações de domínio e *range* das propriedades.

Ao modelar as propriedades de dados no software, foi optado por não especificar seus tipos de dados nem valores possíveis porquê seria necessário garantir o tipo de entrada ou modelar ou adaptar outras ontologias para alguns campos, tais como: CID, CBO, CEP, CNES, SIGTAP; o que foge do escopo da presente dissertação, mas está elencado nos trabalhos futuros.

A ontologia possui 737 axiomas e está enquadrada com a expressividade da lógica de descrição SRI(D). Após a finalização da construção da ontologia, esta foi povoada com alguns indivíduos a fim de testar sua consistência, o raciocinador HermiT (versão 1.4.3.456) também foi empregado nesse processo. Em seguida foi utilizado o algoritmo do OOPS! (Ontology Pitfall Scanner!)², desenvolvido por [PVGPSF14], para testar a ontologia contra algumas armadilhas de modelagem. O OOPS! classifica os erros como críticos - que podem afetar a consistência, raciocínio e aplicabilidade da ontologia, importantes - que não afetam o funcionamento da ontologia mas fazem diferença na modelagem e secundários - que trarão a ontologia uma modelagem mais elegante. Os erros encontrados foram corrigidos até que nenhum aviso de erro crítico aparecesse. Restaram alguns erros considerados importantes e secundários, como pode ser visto na Figura 5.5.

[Expand All] | [Collapse All]

Results for P08: Missing annotations.	240 cases Minor
Results for P11: Missing domain or range in properties.	128 cases Important
Results for P13: Inverse relationships not explicitly declared.	24 cases Minor
Results for P41: No license declared.	ontology* Important

Figura 5.5: Resultado da análise do OOPS! para a ontologia OD_{SMI}

Os erros importantes relacionados a armadilha P11 - Ausência de domínio ou range nas propriedades, referem-se a falta de modelagem dos tipos de dados, como mencionado anteriormente. A ausência de licença, P41, foi suprida num momento posterior. Já os erros secundários relacionados a P08 - Ausência de anotações e P13 - Relações inversas não explicitamente declaradas, serão analisados num segundo momento do projeto.

5.1.4 Formalização das Questões de Competência

Como apresentado anteriormente, apenas as questões de competência que podem ser respondidas com as bases de dados do SINASC e do SIM foram tomadas como objeto de estudo neste trabalho. Essas questões de competência foram formalizadas em SPARQL e testadas na ontologia OD_{SMI} com alguns indivíduos imputados manualmente. A Figura 5.6 apresenta a ontologia OD_{SMI} povoada com os indivíduos baseados na Família Real Britânica. Aqui foi necessário acrescentar informações e membros inexistentes, para preencher os conceitos da ontologia. A fim de demarcar o acréscimo, um asterisco (*) foi colocado na URI de cada indivíduo.

²OOPS! <http://oops.linkeddata.es/>

Figura 5.6: *Indivíduos de teste da OD_{SMI}*

A nomeação dos indivíduos seguiu o mesmo padrão da nomeação dos indivíduos das ontologias *OF_{SINASC}* e *OD_{SIM}*: Nome da classe ou do indivíduo que faz parte da classe (para ficar mais fácil compreender o exemplo), barra, nome do indivíduo a que a classe se refere. No destaque da Figura 5.6 existe o indivíduo *Gestacao/PrinceCharles* que se refere à gestação do príncipe Charles. A única exceção ao padrão de nomeação, são os indivíduos fins, geralmente Recém Nascidos, como é o caso de *PrinceCharles*.

Algumas questões de competência respondidas serão apresentadas a seguir:

- Mãe.21 - Após o parto (no período de puerpério), houve óbito materno? Se sim, apresentar a mãe.

Figura 5.7: *Resposta da questão de competência sobre óbito materno após o parto, ontologia OD_{SMI}*

- Mãe.23 - A mãe possui registro de abortos ou perdas fetais anteriores a esse parto? Se sim, apresentar a mãe e a quantidade de filhos mortos anteriores a essa gestação.

SPARQL query:	
<pre> PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> PREFIX SMIFR: <http://www.semanticweb.org/DIASUS/SMI_FR_V3#> PREFIX SMI: <http://www.semanticweb.org/DIASUS/SMI#> SELECT ?Mae (str(?qtdFilMort) as ?Qtd_Fil_Mort) WHERE { ?Mae rdf:type SMI:Mae. ?Mae SMI:qtdFilMort ?qtdFilMort. }</pre>	
Mae	Qtd_Fil_Mort
Mae/QueenElizabethII	"1"

Figura 5.8: Resposta da questão de competência sobre registro de abortos ou perdas fetais anteriores ao parto, ontologia OD_{SMI}

- Nascido Vivo.01 - Qual o peso do filho ao nascer? Apresentar o recém nascido e seu peso correspondente.

SPARQL query:	
<pre> PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> PREFIX SMIFR: <http://www.semanticweb.org/DIASUS/SMI_FR_V3#> PREFIX SMI: <http://www.semanticweb.org/DIASUS/SMI#> SELECT ?RN (str(?pesoRN) as ?PesoRN) WHERE { ?RN rdf:type SMI:RN. ?RN SMI:pesoRN ?pesoRN. }</pre>	
RN	PesoRN
PrinceCharles	"3500"
QueenElizabethII	"3000"

Figura 5.9: Resposta da questão de competência sobre o peso do filho ao nascer, ontologia OD_{SMI}

- Nascido Vivo.15 - Houve óbito de algum recém nascido que tem registro de anomalia congênita no SINASC? Apresentar o recém nascido, o número da declaração de nascido vivo, o número da declaração de óbito e o código da anomalia congênita.

SPARQL query:			
<pre> PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> PREFIX SMIFR: <http://www.semanticweb.org/DIASUS/SMI_FR_V3#> PREFIX SMI: <http://www.semanticweb.org/DIASUS/SMI#> SELECT ?RN (str(?numeroDn) as ?NumeroDN) (str(?numeroDo) as ?NumeroDO) ?codAnomal WHERE { ?RN rdf:type SMI:RN. ?RN rdf:type SMI:Falecido. ?RN SMI:levadoAoObito ?Obito. ?Obito SMI:numeroDo ?numeroDo. ?RN SMI:numeroDn ?numeroDn. ?RN SMI:codAnomal ?codAnomal. }</pre>			
RN	NumeroDN	NumeroDO	codAnomal
PrincessMary*	"1234"	"132321"	"Q24.9"

Figura 5.10: Resposta da questão de competência sobre óbito de recém nascido com diagnóstico de anomalia congênita no SINASC, ontologia OD_{SMI}

A Figura 5.11 apresenta o caminho percorrido através das ontologias para responder à questão de competência Nascido Vivo 15. Nela, Ob. significa Óbito; RN, recém nascido vivo; e ACon, Anomalia Congênita. A solicitação da consulta é recebida pela OD_{SMI} que passa a consulta para a camada de integração que a particionará de acordo com os conceitos presentes em cada uma das ontologias. Também é nessa camada que os conceitos similares são mapeados e integrados. Então a solicitação da consulta segue para a camada de ontologias de fonte que mapeará os conceitos nas fontes de dados. Essas retornarão a consulta com o resultado. A

resposta da consulta seguirá o caminho inverso, sendo apresentado em cada uma das camadas e verificado na transição da camada de integração para a de domínio.

Figura 5.11: Diagrama representando o caminho percorrido para responder à questão de competência Houve óbito de algum recém nascido que tem registro de anomalia congênita no SINASC?

- Nascido Vivo.16 - Caso tenha havido óbito do RN, quais as causas básicas do óbito? Apresentar o recém nascido, o número da declaração de nascido vivo, o número da declaração de óbito, o código da anomalia congênita e o código da causa básica do óbito.

SPARQL query:

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX SMIFR: <http://www.semanticweb.org/DIASUS/SMI_FR_V3#>
PREFIX SMI: <http://www.semanticweb.org/DIASUS/SMI#>

SELECT ?RN (str(?numeroDn) as ?NumeroDN) (str(?numeroDo) as ?NumeroDO) ?codAnomal ?causaBas
WHERE {
  ?RN rdf:type SMI:RN.
  ?RN rdf:type SMI:Falecido.
  ?RN SMI:levadoAoObito ?Obito.
  ?Obito SMI:numeroDo ?numeroDo.
  ?Obito SMI:causaBas ?causaBas.
  ?RN SMI:numeroDn ?numeroDn.
  ?RN SMI:codAnomal ?codAnomal.}
```

RN	NumeroDN	NumeroDO	codAnomal	causaBas
PrincessMary*	"1234"	"132321"	"Q24.9"	"A.50"

Figura 5.12: Resposta da questão de competência sobre as causas do óbito de recém nascido, ontologia OD_SMI

- Nascido Vivo.18 - O RN tem diagnóstico de anomalia congênita? Apresentar o recém nascido e o código da anomalia congênita.

SPARQL query:	
<pre>PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> PREFIX SMIFR: <http://www.semanticweb.org/DIASUS/SMI_FR_V3#> PREFIX SMI: <http://www.semanticweb.org/DIASUS/SMI#> SELECT ?RN ?codAnomal WHERE { ?RN rdf:type SMI:RN. ?RN SMI:codAnomal ?codAnomal.}</pre>	
RN	codAnomal
PrinceCharles	"Q66.5""
PrincessMary"	"Q24.9"

Figura 5.13: Resposta da questão de competência sobre a presença de diagnóstico de anomalia congênita do recém nascido, ontologia OD_{SMI}

- Gestação.01 - Quantas consultas pré-natal foram realizadas durante a gestação do RN? Apresentar o pré-natal e a quantidade de consultas.

SPARQL query:	
<pre>PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> PREFIX SMIFR: <http://www.semanticweb.org/DIASUS/SMI_FR_V3#> PREFIX SMI: <http://www.semanticweb.org/DIASUS/SMI#> SELECT ?ConsultaPrenatal (str(?qtdConsultasPrenat) as ?qtdConsultas) WHERE { ?ConsultaPrenatal rdf:type SMI:ConsultaPrenatal. ?ConsultaPrenatal SMI:qtdConsultasPrenat ?qtdConsultasPrenat.}</pre>	
ConsultaPrenatal	QtdConsultas
Prenatal/QueenElizabethII	"5"
Prenatal/PrinceCharles	"6"
Prenatal/PrincessMary"	"7"

Figura 5.14: Resposta da questão de competência sobre a quantidade de consultas pré-natal realizadas durante a gestação, ontologia OD_{SMI}

- Gestação.07 Houve óbito fetal? Se sim, apresentar o indivíduo que teve tipo de óbito igual a 1 (que codifica o óbito fetal).

SPARQL query:	
<pre>PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> PREFIX SMIFR: <http://www.semanticweb.org/DIASUS/SMI_FR_V3#> PREFIX SMI: <http://www.semanticweb.org/DIASUS/SMI#> SELECT ?Falecido (str(?tpObito) as ?tpObito) WHERE { ?Falecido rdf:type SMI:Falecido. ?Falecido SMI:tpObito ?tpObito.}</pre>	
Falecido	TpObito
Falecido/PrinceJohn	"1"

Figura 5.15: Resposta da questão de competência sobre a existência de óbito fetal, ontologia OD_{SMI}

- Parto.01 - Qual foi(ram) a(s) hora(s) do(s) nascimento(s) do(s) RN(s)? Apresentar além da hora também a data de nascimento e o recém nascido.

SPARQL query:

```

PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX SMIFR: <http://www.semanticweb.org/DIASUS/SMI_FR_V3#>
PREFIX SMI: <http://www.semanticweb.org/DIASUS/SMI#>

SELECT ?RN (str(?horaNasc) as ?HrNasc) ?dtNasc
WHERE {
  ?RN rdf:type SMI:RN.
  ?RN rdf:type SMI:Usuario.
  ?RN SMI:levadoAoNascimento ?Nascimento.
  ?Nascimento SMI:horaNasc ?horaNasc.
  ?Nascimento SMI:dtNasc ?dtNasc.
}

```

RN	HrNasc	dtNasc
PrincessMary*	"05:10"	"14/11/1950"

Figura 5.16: Resposta da questão de competência sobre a hora do nascimento do recém nascido, ontologia OD_{SMI}

5.2 Desenvolvimento das Ontologias da Camada OI: Primeira Parte

As ontologias da camada OI integram as fontes de dados e os conceitos presentes nas questões de competência. Assim, a construção dessas ontologias depende da compreensão da presença e estrutura dos dados nas ontologias de fonte e de como o conhecimento está representado na ontologia de domínio.

O desenvolvimento das ontologias da camada OI começou com a criação dos arquivos correspondentes às ontologias OI_{SINASC} , OI_{SIM} e OI_{DNDO} , no Protégé, seguido pela importação da ontologia da camada OD, OD_{SMI} , em cada um dos arquivos.

5.3 Desenvolvimento dos Mapeamentos OD_OI

Existem dois níveis de mapeamentos OD_OI: o mapeamento dos conceitos presentes na ontologia OD para o auxílio na construção das ontologias da camada OI e o mapeamento de acesso às informações da camada OD pela camada OI, para a realização da consulta entre as camadas do sistema, assim como ocorreu no mapeamento FD_OF, por meio do Ontop. Esta subseção tratará do primeiro nível de mapeamento, uma vez que o segundo só será desenvolvido durante a próxima etapa do projeto. É esperado que os mapeamentos do sistema sejam realizados utilizando o *framework* R2R³, indicado para a integração de fontes de dados em formato de *linked data*, o *framework* SPARQLFederator⁴, ou outras soluções de alinhamento de ontologias como as apresentadas em [THHT19].

Como falado anteriormente, o mapeamento OD_OI apresentado aqui ocorreu para delimitar qual recorte de vocabulário da ontologia OD_{SMI} cada uma das ontologias da camada de integração receberia. Afinal, cada ontologia da camada OI é um subconjunto da ontologia OD_{SMI} ao mesmo tempo que tem uma correspondência com uma ontologia da camada OF. Desse modo, é esperado que os recortes tenham os conceitos que existem nas fontes de dados que são essenciais para responder às questões de competência.

Então foi recorrido à lista de conceitos e fontes de dados, descrita no diagrama da ontologia OD_{SMI} . A presença da origem dos dados no diagrama auxiliou no processo de marcação das classes e das propriedades que fariam parte das ontologias da camada de integração.

Esse tipo de mapeamento será importante na etapa de recuperação dos dados, quando o usuário solicitar a resposta das questões de competência, ele também é significativo para que os gestores das bases de dados tenham o conhecimento de como as informações estão distribuídas.

³Framework R2R: <http://wifo5-03.informatik.uni-mannheim.de/bizer/r2r/>

⁴Framework SPARQLFederator: <https://github.com/djogopatrao/SPARQLFederator>

5.4 Desenvolvimento dos Mapeamentos OF_OI

Estes mapeamentos também podem ser divididos nos dois níveis: o de conceitos entre as duas ontologias, visando a criação das ontologias da camada OI e o de acesso aos dados das ontologias da camada de fontes para as de integração. Novamente, aqui será descrito apenas o mapeamento entre os conceitos. O desenvolvimento do acesso aos dados se dará na próxima fase do projeto, com a mesma solução que será utilizada nos mapeamentos OD_OI.

Tendo em vista o mapeamento entre os conceitos e termos presentes nas duas camadas de ontologias, foi necessário fazer uma listagem de quais estavam presentes em cada fonte de dados. Também foi realizado o processo de verificação de heterogeneidades esquemáticas e semânticas. A cada propriedade de dados, derivada de uma variável (campo) das bases de dados, presente nas duas camadas de ontologia foi verificada a existência de heterogeneidade esquemática, quando há diferentes representações do mesmo dado, e assim foi criado um dicionário mapeando as heterogeneidades. O dicionário completo com as conversões entre os termos presentes nas ontologias da camada OF e a ontologia da camada OD está descrito no Apêndice D. Dois tipos de heterogeneidade esquemática foram encontrados:

- **Nomes de campos diferentes para o mesmo conteúdo:**

- Os campos referentes ao código CNES do estabelecimento de onde ocorreu o evento estão descritos na Tabela 5.1:

Tabela 5.1: Campos referentes ao CNES

Origem	Nome do campo
SINASC	CODESTAB
SIM	CODESTAB
SIM	CODESTABOCOR
SIH	AH_CNES
SIA	PA_CODUNI

- **Campos com conteúdo condensado:**

- Na base de dados do SIA, o campo PA_UFMUN contém a informação do código da unidade da federação e do município em que ocorreu o atendimento, enquanto que nas outras bases há um campo para cada dado.
- Enquanto as bases SINASC, SIH e SIA apresentam o campo para a idade em anos ou apresentam dois campos, um correspondente a unidade da idade e outro ao valor da idade, na base de dados do SIM, a representação da idade é composta um único campo, com dois subcampos. O primeiro com a unidade da idade e os seguintes com a quantidade de unidades. Os termos estão descritos na Tabela 5.2. Para contornar esse tipo de situação, foram criados campos na DNDO, com a padronização do conteúdo.

Tabela 5.2: Apresentação da idade na tabela do SIM

Unidade da idade	Variação da quantidade de unidades	Legenda
0	01 - 59	Idade inferior a uma hora
1	01 - 23	Idade, em horas
2	01 - 29	Idade, em dias
3	01 - 11	Idade, em meses
4	00 - 99	Idade, em anos
5	00 - 99	Idade superior a 100 anos

Durante os mapeamentos foi percebida a necessidade de uma integração dos campos, pois existia mais de um campo com conteúdos semanticamente similares na mesma base de dados, na SIH. Os campos AH_Diag_Sec_1, 2, ..., 9 foram transformados apenas em DiagSec. O mesmo acontece com as causas do óbito, que podem estar descritas nos campos: LINHAA, LINHAB, LINHAC, LINHAD, LINHAII, que passaram a ser causaMorte - Causa da morte.

Nos mapeamentos foram identificados campos que representam coisas similares mas não idênticas. Um exemplo são aqueles referentes a localização, onde alguns dizem respeito a residência, outros de ocorrência do evento, a localização do estabelecimento de saúde e ao local de nascimento. Assim, é possível criar uma hierarquia de campos, mas não é possível considerar todos como o mesmo conceito. Com a adição da hierarquia o usuário poderá procurar por todas as localizações ou por localizações específicas.

Também foram observadas propriedades de dados que estavam relacionadas a classes diferentes nas ontologias da OF em relação à ontologia da OD. É o caso das propriedades relacionadas ao local de residência da mãe, na OF_{SINASC} , que têm ligação apenas com a classe Mae - Mãe, enquanto que na OD_{SMI} têm ligação com a classe LocalizacaoResidencia - Localização da Residência, que é subclasse de Localizacao - Localização e que por sua vez está relacionada à classe Usuario - Usuário, cuja uma de suas subclasses é Mae - Mãe. Outro exemplo é a propriedade qtdFilMort - Quantidade de filhos mortos anteriores a esta gestação, que na OF_{SINASC} está ligada à classe GestacaoEParto, enquanto que na OD_{SMI} está ligada às classes Gestacao - Gestação ou Mae - Mãe.

5.5 Desenvolvimento das Ontologias da Camada OI: Segunda Parte

Com as listagens dos mapeamentos OD_OI e OF_OI em mãos, o processo de desenvolvimento das ontologias da camada OI foi retornado. Em cada uma das ontologias da camada OI foram geradas novas classes e propriedades e então foram atribuídas equivalência às classes e propriedades originais da camada OD. Esses novos axiomas correspondem aqueles que estão relacionados a cada uma das fonte de dados, descritas no diagrama da OD_{SMI} . A Figura 5.17 apresenta o recorte da ontologia OI_{SINASC} com as classes equivalentes às da ontologia OD_{SMI} .

Figura 5.17: Recorte da ontologia OI_{SINASC}

Em seguida, as classes e propriedades foram conferidas quanto a presença nas ontologias de fonte OF_{SINASC} , OF_{SIM} e OF_{DNDO} . Houve casos em que as propriedades de dados estavam presentes nas ontologias da camada OF mas não estavam nas ontologias da camada OD e por isso não foram mapeadas para a camada OI. O inverso também ocorreu, uma vez que nem todas as questões de competência poderiam ser respondidas apenas com as fontes de dados modeladas até o momento. As ontologias OI_{SINASC} , OI_{SIM} e OI_{DNDO} têm expressividade $SRI(\mathcal{D})$.

Figura 5.18: Recorte da tela do framework SILK já com as ontologias OI_{SINASC} e OI_{SIM}

5.6 Desenvolvimento dos Links *sameAs*

Com os dicionários de heterogeneidades em mãos, foram listadas as classes e as propriedades de dados que estavam presentes em mais de uma fonte de dados e que assim, representam a mesma entidade no mundo real. Na próxima etapa do projeto espera-se utilizar o *framework* SILK⁵, Figura 5.18, para a formalização desses links no sistema.

Ao observar as fontes de dados foi constatado que parte das variáveis presentes no SIM derivava diretamente do SINASC. Isso ocorre essencialmente no capítulo "Fetal ou Menor que 1 ano" que foi convertido na classe *FetalOuMenorQue1Ano* da OF_{SIM} , cujas informações vieram dos capítulos "Mãe", "Identificação do Recém-nascido" e "Gestação e Parto" do SINASC. Como o indivíduo da classe *FetalOuMenorQue1Ano*, da ontologia OF_{SIM} , corresponde a várias classes na ontologia OF_{SINASC} , não foi possível fazer o mapeamento entre as classes. Assim, o mapeamento ocorreu no nível das propriedades de dados.

Também foi listada a variável (propriedade de dados) *tpMorteOcor* que está relacionada ao óbito de mulheres em idade fértil. Ela aponta quando o óbito ocorreu: na gravidez, no parto, no aborto, até 42 dias após o parto, de 43 dias a 1 ano após o parto ou se ele não ocorreu nestes períodos. Caso a resposta esteja associada a uma gestação e nascimento, essa mulher que veio a óbito, indivíduo da classe *Identificacao* - Identificação da ontologia OF_{SIM} , é considerada como o mesmo indivíduo da classe *Mae* - Mãe, da ontologia OF_{SINASC} .

5.7 Desenvolvimento dos Mapeamentos OI_OD

O mapeamento OI_OD diz respeito a quais informações serão retornadas para o usuário quando este realiza uma busca. Ele se baseia em regras que futuramente serão implementadas a partir do *framework* SIEVE⁶. As regras consistem em informar que todas as informações advindas da fonte de dados do SINASC têm mais prioridade do que as do SIM, caso sejam encontradas as mesmas

⁵Framework SILK: <http://silkframework.org/>

⁶Framework SIEVE: <https://sieve.wbsg.de/>

informações nos dois sistemas. Por exemplo, quando a consulta requerer informações sobre o recém nascido que veio a óbito ou sobre sua mãe, a resposta, se existir nas duas bases (SINASC e SIM), deverá sempre vir da base do SINASC, por ser considerada a mais bem preenchida.

Esse capítulo apresentou a metodologia de desenvolvimento das ontologias e mapeamentos relacionados a uma aplicação, sendo exemplificado com o caso de uso da saúde materno-infantil, voltado para a compreensão das bases do SINASC e do SIM no contexto do desenvolvimento do indicador de saúde DPGP.

Capítulo 6

Conclusão

Neste trabalho, foram abordadas questões relacionadas à integração semântica de dados, sendo a motivação, os sistemas de informação do SUS. Apesar de muitos desses sistemas estarem disponíveis para *download* na Web, a análise dos seus dados está prejudicada pela baixa qualidade da documentação sobre o contexto de preenchimento e o significado dos campos, restringindo o uso dos dados a especialistas do domínio. Além disso, não existe um identificador comum para todas as bases e o acesso aos dados individualizados, que auxiliariam no processo de integração, é restrito às Secretarias Municipais da Saúde.

Visando a integração semântica das bases de dados, de nascimento - SINASC e mortalidade - SIM, do município de São Paulo e o uso dessa integração para compreensão do domínio de saúde materno-infantil voltado para o desenvolvimento do indicador de saúde de Dias Potenciais de Gravidez Perdidos, foi firmada uma parceria com a Secretaria Municipal da Saúde de São Paulo e a Faculdade de Saúde Pública da USP, no âmbito do projeto de formulação do indicador. Nela, os técnicos da Secretaria forneceram informações sobre o contexto dos dados e o acesso a um conjunto de dados individualizado. Também foram realizadas reuniões com o grupo de trabalho de especialistas em saúde materno-infantil, formado por professores e alunos da Faculdade de Saúde Pública da USP. Desse modo, o estudo de caso dessa dissertação se deu com os dados dos sistemas de natalidade e mortalidade do município de São Paulo, voltado a análise para a saúde materno-infantil e o indicador DPGP.

Uma vez apresentado o conjunto de dados e compreendido o contexto, foram selecionadas as tecnologias necessárias para a integração semântica e a metodologia de *Ontology-Based Data Integration* foi escolhida. Após análise junto com os especialistas, a abordagem híbrida de integração foi eleita como a mais adequada para o problema de pesquisa. Nela, são construídos um vocabulário compartilhado e ontologias locais que herdaram a terminologia desse vocabulário e mapeiam-na para as fontes de dados. No entanto, devido à particularidades no acesso aos dados e ao tamanho e complexidade das fontes, foi necessário fazer modificações na arquitetura da solução, adicionando mais uma camada que servia para converter o vocabulário das fontes de dados em ontologias.

Assim, foram desenvolvidas três camadas de ontologias:

- A camada de ontologias de fonte (OF): com três ontologias das bases de dados (OF_{SINASC} , OF_{SIM} , OF_{DNDO}); três ontologias povoadas com o exemplo da família real; três ontologias com dez indivíduos materializados das respectivas bases; e três arquivos ontológicos (em .owl) com a materialização completa das bases de dados do ano de 2010 no município de São Paulo.
- A camada de ontologias de integração (OI): com três ontologias das bases de dados (OI_{SINASC} , OI_{SIM} , OI_{DNDO}); e os mapeamentos de sinônimos e correspondências de termos entre as ontologias da camada de fonte e de domínio.
- A camada de ontologias de domínio (OD): com a ontologia de domínio (OD_{SMI}), construída a partir de 58 questões de competência relacionadas à saúde materno-infantil e ao indicador de Dias Potenciais de Gravidez Perdidos; e uma ontologia povoada com o exemplo da família real.

As contribuições deste projeto estão relacionadas à integração semântica dos registros de nascimento e mortalidade do SUS com as bases de dados do município de São Paulo. Para isso, foi realizado o mapeamento terminológico e das relações entre as duas fontes de dados. Durante esse processo, houve contribuições para os profissionais da Secretaria Municipal da Saúde e da Faculdade de Saúde Pública, em termos da compreensão do esforço semântico necessário para a interpretação dos dados e das relações entre os conceitos. Foi apresentada também uma visão geral dos conceitos relacionados às duas fontes de dados, mostrando o fluxograma dos dados e como eles são interpretados. Por fim, as bases que já eram públicas, referentes ao ano de 2015, foram remodeladas e também disponibilizadas em formato de *linked data*, junto com as ontologias do modelo e os mapeamentos entre as camadas de ontologia da solução. É esperado que as ontologias possam ser reutilizadas em outros trabalhos e seu uso estendido para além dos dados do município de São Paulo, uma vez que todos os municípios brasileiros possuem o mesmo formato de dados. A maior expectativa é de que Secretarias Municipais e Estaduais da Saúde tenham acesso a esses mapeamentos, uma vez que possuem os dados identificados, tornando o processo de integração possível. No entanto, pesquisadores fora essa esfera podem fazer uso desse conhecimento para compreenderem os conteúdos das bases de dados e como eles se relacionam.

6.1 Trabalhos Futuros

Como trabalho futuro, planeja-se modelar e adicionar, nas ontologias, os metadados presentes nas bases de dados do SINASC e SIM, tais como Código Brasileiro de Ocupações - CBO e o Código Internacional de Doenças - CID. Será também feita a implementação das interfaces entre as camadas das ontologias. Pretende-se ainda, utilizar os dados integrados e o conhecimento inferido para gerar dados para o projeto do indicador de Dias Potenciais de Gravidez Perdidos.

A médio prazo, será feita a adição de novas bases de dados, como a de internações hospitalares - SIH. Também ocorrerá a integração da solução desenvolvida com o *dashboard* do InternaSUS¹, outro projeto relacionado ao INCT InterSCity. Planeja-se também integrar as ontologias diretamente a outras iniciativas, como a do SemanticSUS² e à coorte de 100 milhões de brasileiros³, do CIDACS⁴.

¹InternaSUS: <http://healthdashboard.interscity.org/about>

²SemanticSUS: <https://semanticsus.github.io/semanticSUS/index.html>

³Coorte de 100 milhões de brasileiros: <https://cidacs.bahia.fiocruz.br/plataforma/coorte-de-100-milhoes-de-brasileiros>

⁴DIDACS: <http://cidacs.bahia.fiocruz.br/>

Apêndice A

Diagramas Entidade Relacionamento

Figura A.1: Diagrama Entidade Relacionamento - SINASC

Figura A.2: Diagrama Entidade Relacionamento - SIM

Apêndice B

Consultas nas ontologias da camada OF

Aqui são apresentadas as consultas realizadas a partir das ontologias da camada OF.

- Quem são os recém nascidos presentes na ontologia OF_{SINASC} - FR? Figura B.1.

SPARQL query:

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX sinasc: <http://www.semanticweb.org/alex/ontologies/2019/SINASC#>
SELECT ?RecemNascido
WHERE { ?RecemNascido rdf:type sinasc:RN. }
```

RecemNascido
QueenElizabethII
PrincessMary*
PrinceCharles

Figura B.1: Consulta exemplo de recém nascidos presentes na ontologia do OF_{SINASC} - FR

- Quem são os recém nascidos que têm anomalia congênita? E quais são suas anomalias congênitas? Figura B.2.

SPARQL query:

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX sinasc: <http://www.semanticweb.org/alex/ontologies/2019/SINASC#>
SELECT ?RecemNascido (str(?codAnomal) as ?label)
WHERE {
  ?RecemNascido rdf:type sinasc:RN.
  ?RecemNascido sinasc:codAnomal ?codAnomal.
}
```

RecemNascido	label
PrincessMary*	""Q24.9""
PrinceCharles	""Q66.5*""

Figura B.2: Consulta exemplo de recém nascidos com anomalia congênita presentes na ontologia OF_{SINASC} - FR

- De acordo com os dados da OF_{SIM} populada com os indivíduos da Família Real Britânica, houve óbito fetal ou de menores de 1 ano? Se sim, apresentar o(s) indivíduo(s). Figura B.3.

SPARQL query:

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX sim: <http://www.semanticweb.org/alex/ontologies/2019/4/SIM#>
SELECT ?fetalOuMenor
WHERE {
    ?fetalOuMenor rdf:type sim:FetalOuMenorQue1Ano.
}
```

fetalOuMenor
PrincessMary*

Figura B.3: Consulta exemplo de óbitos de menores de 1 ano presentes na ontologia do OF_{SIM} - FR

- Qual a data de nascimento dos indivíduos menores de 1 ano que tiveram óbito? Quem são esses indivíduos? Figura B.4.

SPARQL query:

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX sim: <http://www.semanticweb.org/alex/ontologies/2019/4/SIM#>
SELECT ?fetalOuMenor (str(?dtNasc) as ?label)
WHERE {
    ?fetalOuMenor rdf:type sim:FetalOuMenorQue1Ano.
    ?fetalOuMenor sim:dtNasc ?dtNasc.
}
```

fetalOuMenor	label
PrincessMary*	"14/11/1948"

Figura B.4: Consulta exemplo da data de nascimento dos óbitos de menores de 1 ano presentes na ontologia OF_{SIM} - FR

Apêndice C

Questões de Competência

A seguir são apresentadas as questões de competência elaboradas a partir das reuniões, diagrama e seminários apresentados pelos especialistas de domínio. As questões em **negrito** são aquelas que podem ser respondidas com a solução construída nesta dissertação.

- **Objeto de estudo: Mãe**

1. Quais são as condições socioeconômicas da mãe?
2. **Qual a escolaridade da mãe?**
3. **Qual a idade da mãe?**
4. Qual o peso da mãe?
5. A mãe tem diagnóstico de diabetes?
6. A mãe teve diagnóstico de diabetes em algum momento anterior à gestação?
7. Caso diabética, o bebê foi a óbito?
8. A mãe tem diagnóstico de síndromes hipertensivas?
9. A mãe teve diagnóstico de síndromes hipertensivas em algum momento anterior à gestação?
10. Caso diagnosticada com síndrome hipertensiva, o bebê foi a óbito?
11. A mãe é tabagista?
12. Há registro de tabagismo em algum momento anterior à gestação?
13. A mãe é alcoólatra?
14. Há registro de alcoolismo em algum momento anterior à gestação?
15. A mãe apresenta diagnóstico de doenças transmissíveis? Tais como Sífilis, HIV-AIDS, Rubéola.
16. A mãe teve internação? A internação está relacionada à gravidez?
17. A mãe teve internação na UTI? A internação está relacionada à gravidez?
18. Quais foram os procedimentos realizados pela mãe durante a internação? Quais são o CID principal e o secundário associados a essa internação?
19. Quais foram os procedimentos realizados na mãe durante o pré-natal no SUS?
20. Quais foram os procedimentos realizados no mãe durante o primeiro ano de vida do RN?
21. **Após o parto, houve óbito materno?**
22. **Caso tenha havido óbito materno, quais as causas básicas do óbito?**
23. **A mãe possui registro de abortos ou perdas fetais anteriores a esse parto?**
24. Quantos quilômetros a gestante precisou se deslocar de sua residência até ser atendida para a realização do parto?

- **Objeto de estudo: Nascido Vivo, Filho ou Recém Nascido (RN)**

1. Qual o peso do RN ao nascer?
2. O APGAR do RN foi superior a 7, no 5º minuto?
3. O RN apresenta diagnóstico de doenças transmissíveis? Tais como Sífilis, HIV-AIDS, Rubéola
4. Quais foram os procedimentos de alto custo realizados pelo RN? Quais são o CID principal e o secundário associados a esses procedimentos?
5. O RN teve internação?
6. O RN teve internação na UTI?
7. Quais foram os procedimentos realizados pelo RN durante a internação? Quais são o CID principal e o secundário associados a essa internação?
8. O RN teve reinternação? A reinternação ocorreu pelo SUS? Qual o tipo de financiamentos está associado a essa reinternação?
9. O RN tem sido aleitado?
10. O RN recebeu procedimentos de fototerapia e/ou oxigenoterapia?
11. Quais foram os procedimentos realizados no RN durante o pré-natal?
12. Quais foram os procedimentos realizados no RN durante o primeiro ano de vida?
13. Houve óbito perinatal do RN?
14. Houve óbito do RN antes deste completar 1 ano de idade?
15. Houve óbito de RN que tem registro de anomalia congênita na base de dados do SINASC?
16. Caso tenha havido óbito do RN, quais as causas básicas do óbito?
17. O RN é de alto risco?
18. O RN tem diagnóstico de anomalias congênitas? Tais como: Perda auditiva, retinopatia, cardiopatia, Síndrome de Down.
19. Quais são as características dos RNs com o diagnóstico de anomalias congênitas na cidade de São Paulo?
20. Segundo o SINASC, onde os RNs com diagnóstico de determinada anomalia congênita residem?
21. Onde é feito o tratamento/acompanhamento da anomalia congênita?
22. De onde veio a informação do diagnóstico de anomalia congênita desse RN?
23. Qual o caminho de cuidado a que cada RN tem sido submetido?
24. A mãe tem diagnóstico de alguma doença que possa ter levado à anomalia congênita do RN?

- **Objeto de estudo: Gestação**

1. Quantas consultas pré-natal foram realizadas durante a gestação?
2. Quantas consultas pré-natal foram realizadas por médicos durante a gestação?
3. Quantas consultas pré-natal foram realizadas por enfermeiros durante a gestação?
4. Em qual grupo de Robson a gestação está enquadrada?
5. A gestação é de alto risco?
6. Caso a gestação seja de alto risco, em quantas consultas ambulatoriais a mãe passou?
7. Houve óbito fetal?

• **Objeto de estudo: Parto**

1. Qual foi a hora do nascimento?
2. Qual foi o tipo de financiamento associado a esse parto?
3. Quem fez a assistência desse parto?

A seguir são apresentadas tabelas que contêm as palavras chaves das questões de competência, as bases de dados necessárias para respondê-las e a qual sua classificação, levando em conta o agrupamento apresentado em 5.1.2 para cada um dos objetos de estudo apresentados anteriormente. O símbolo de interrogação (?) que segue a classificação significa que não há o conhecimento concreto sobre a classificação, uma vez que não se teve o acesso ao dicionário de dados da base ou à própria base de dados.

Numeração	Palavras chave/ Questões de competência	Bases de dados	Classificação
1	Condições socioeconômicas mãe	SIGA	1.a (?)
2	Escolaridade mãe	SINASC, SIM	2.a
3	Idade mãe	SINASC, SIM	2.a
4	Peso mãe	SIGA	1.a (?)
5	Diagnóstico diabetes mãe	SIGA	1.a (?)
6	Diagnóstico diabetes anterior à gestação mãe	SIGA	1.a (?)
7	Diagnóstico diabetes anterior à gestação mãe óbito RN	SIGA, SIM	1.c (?)
8	Diagnóstico síndromes hipertensivas mãe	SIGA	1. a (?)
9	Diagnóstico síndromes hipertensivas anterior à gestação mãe	SIGA	1.a (?)
10	Diagnóstico síndromes hipertensivas anterior à gestação mãe óbito RN	SIGA, SIM	1.c (?)
11	Tabagista mãe	SIGA	1. a (?)
12	Tabagista anterior à gestação mãe	SIGA	1. a (?)
13	Alcoólatra mãe	SIGA	1. a (?)
14	Alcoólatra anterior à gestação mãe	SIGA	1. a (?)
15	Diagnóstico doenças transmissíveis mãe	SINAN	1. b (?)
16	Internação internação gravidez mãe	SIH	1. b (?)
17	Internação UTI internação gravidez mãe	SIH	1. b (?)
18	Internação procedimentos CID principal CID secundário mãe	SIH	1. b (?)
19	Procedimentos pré-natal mãe	SIGA, SIH, SIA	2. c (?)
20	Procedimentos mãe primeiro ano RN	SIGA, SIH, SIA, SINASC	2. c (?)
21	Óbito materno após parto RN	SINASC, SIM	2. a ou b
22	Causas óbito materno	SIM	1. b
23	Abortos perdas fetais parto mãe	SINASC, SIM	2. a
24	Deslocamento gestante residência hospital parto	SINASC, SIH	1. c (?)

Tabela C.1: Descrição das questões de competência - Objeto de estudo: Mãe

Numeração	Palavras chave/ Questões de competência	Bases de dados	Classificação
1	Peso ao nascer RN	SINASC	1. a
2	APGAR5 superior 7 RN	SINASC	1. a
3	Diagnóstico doenças transmissíveis RN	SINAN	1. a (?)
4	Procedimentos de alto custo CID principal CID secundário RN	SIGA, SIA	1. c (?)
5	Internação RN	SIH	1. a (?)
6	Internação UTI RN	SIH	1. a (?)
7	Internação procedimentos CID principal CID secundário RN	SIH	1. a (?)
8	Reinternação tipo de financiamento SUS RN	SIH	1. b (?)
9	Aleitamento RN	SIGA	1. a (?)
10	Procedimentos fototerapia oxigenoterapia RN	SIGA, SIA	1. c (?)
11	Procedimentos pré-natal RN	SIGA, SIH, SIA	2. a (?)
12	Procedimentos primeiro ano RN	SIGA, SIH, SIA, SINASC	2. c (?)
13	Óbito perinatal RN	SIM	1. a
14	Óbito primeiro ano RN	SIM	1. a
15	Óbito anomalia congenita RN SINASC	SIM, SINASC	1. c
16	Causas básicas óbito RN	SIM	1. b
17	Alto risco RN	SIGA	1. c (?)
18	Anomalias congênitas RN	SINASC	1. b
19	Anomalias congênitas RNs cidade de São Paulo	SINASC, SIM, SIH, SINAN, CADUNICO, SIA	2. a ou b ou c
20	SINASC anomalia congênita residência RN	SINASC	1. b
21	Local tratamento acompanhamento anomalia congênita RN	SIGA, SIH, SIA, SINASC	2. c (?)
22	SIM SINASC RN anomalia congênita	SINASC, SIM	1. c
23	Caminho de cuidado RN	SIGA	1. c (?)
24	Mãe diagnóstico doença anomalia congênita RN	SIGA, SINAN, SIM, SINASC	2. c (?)

Tabela C.2: Descrição das questões de competência - Objeto de estudo: Nascido Vivo, Filho ou Recém Nascido (RN)

Numeração	Palavras chave/ Questões de competência	Bases de dados	Classificação
1	Quantidade consulta pré-natal gestação	SIGA, SINASC	2. a (?)
2	Quantidade consulta pré-natal médico gestação	SIGA	1. a (?)
3	Quantidade consulta pré-natal enfermeiro gestação	SIGA	1. a (?)
4	Grupo de Robson gestação	SIGA, SINASC	2. a (?)
5	Alto risco gestação	SIGA, SINAN, SINASC	1. c (?)
6	Alto risco gestação quantidade consulta ambulatorial mãe	SIGA, SINAN, SINASC	1. c (?)

Tabela C.3: Descrição das questões de competência - Objeto de estudo: Gestação

Numeração	Palavras chave/ Questões de competência	Bases de dados	Classificação
1	Hora nascimento	SINASC	1. a
2	Tipo financiamento parto	SINASC	1. a
3	Tipo assistência parto	SINASC	1. a

Tabela C.4: Descrição das questões de competência - Objeto de estudo: Parto

Apêndice D

Dicionário de Mapeamento de Termos entre OFs e OD

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SINASC	codAnomal	codAnomal

Tabela D.1: *Anomalia Congênita*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
FIELD	idAtendimento	idAtendimento
SIH	ahFinanciamento	financiamento
SIH	ahDiagPri	cidPri
SIH	diagse1	cidSec
SIH	diagse2	cidSec
SIH	diagse3	cidSec
SIH	diagse4	cidSec
SIH	diagse5	cidSec
SIH	diagse6	cidSec
SIH	diagse7	cidSec
SIH	diagse8	cidSec
SIH	diagse9	cidSec
SIA	paTpFin	financiamento
SIA	paCidPri	cidPri
SIA	paCidSec	cidSec
SIA	paCidCAs	cidCas

Tabela D.2: *Atendimento*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SIA	dtOcor	dtOcor

Tabela D.3: *Atendimento Ambulatorial*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SIA	paProcId	procedimento

Tabela D.4: *Consulta Ambulatorial*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SINASC	consultas	qtdConsultasPrenat
SINASC	consPrenat	qtdConsultasPrenat
SIA	–	procPrenatal

Tabela D.5: *Consulta Pré-natal*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SIGA	–	diabetes
SIGA	–	sindromesHipertensivas

Tabela D.6: *Doença Crônica*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SINAN	–	sifilis
SINAN	–	hivAids
SINAN	–	rubeola

Tabela D.7: *Doença Transmissível*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SIA	paCoduni	cnes
SINASC	codEstab	cnes
SIH	ahCnes	cnes
SIM	codEstab	cnes
SIM	codEstOcor	cnes
SINASC	codEstOcor	cnes
SIA	paTpUps	tpEstab

Tabela D.8: *Estabelecimento*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SIM	idade	idadeFalecido
SIM	numSUS	cnsFalecido
SIM	sexo	sexoFalecido
SIM	tipoObito	tpObito

Tabela D.9: *Falecido*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SINASC	idAnomal	anomaliaCong

Tabela D.10: *Filho*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SINASC	qtdFilMort	qtdFilMort
SINASC	semaGestac	semGestac
SINASC	gestacao	semGestac
SINASC	dtUltMenst	dtUltMenst
SINASC	mesPrenat	mesPrenat
SINASC	gravidez	tpGravidez
SINASC	consultas	qtdConsultasPrenat
SINASC	consPrenat	qtdConsultasPrenat
SIM	obitoGrav	obitoGrav

Tabela D.11: *Gestação*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SIH	ahNumAih	numAih
SIH	ahNumAihAnt	numAihAnt
SIH	ahNumAihProx	numAihProx
SIH	ahEspecialidade	especialidade
SIH	ahCarInternacao	carInternacao
SIH	ahDtInternacao	dtInternacao
SIH	ahDtSaida	dtSaida
SIH	ahDiarias	diarias
SIH	ahMotSaida	motSaida
SIH	ahProcRealizado	procedimento
SIH	paProcedimento	procedimento
SIH	ahProcSolicitado	procSolicitado
SIH	paProcedimentoQtd	procedimentoQtd
SIH	ahDiariasUti	diariasUTI
SIH	ahDiariasUi	diariasUI
SIH	ahUtineoMesesGestacao	utineoMesesGestacao
SIH	ahUtineoMotSaida	utineoMotSaida

Tabela D.12: *Interação*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SIH	–	ProcPreNatal

Tabela D.13: *Interação Relacionada à Gravidez*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SIM	baiOcor	bairroOcor
SIM	cepOcor	cepOcor
SIM	codBaiOcor	codBairroOcor
SIM	codDisOcor	codDistritoOcor
SIM	codEndOcor	codEnderecoOcor
SIM	codMunOcor	codMunicipioOcor
SINASC	codRegOcor	codRegiaoOcor
SIM	codRegOcor	codRegiaoOcor
SIM	complOcor	compEnderecoOcor
SIM	endOcor	enderecoOcor
SIM	numEndOcor	numeroEndOcor

Tabela D.14: *Localização da Ocorrência*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SINASC	baiRes	baiRes
SIM	baiRes	baiRes
SIH	ahPacienteLogrBairro	baiRes
SIM	cepRes	cepRes
SIH	ahPacienteLogrCep	cepRes
SINASC	codBaiRes	codBaiRes
SIM	codBaiRes	codBaiRes
SINASC	codDisRes	codDisRes
SIM	codDisRes	codDisRes
SINASC	codEndRes	codEndRes
SIM	codEndRes	codEndRes
SINASC	codEstRes	codEstRes
SIM	codEstRes	codEstRes
SIH	ahPacienteLogrUF	codEstRes
SINASC	codMunRes	codMunRes
SIM	codMunRes	codMunRes
SIH	ahPacienteLogrMunicipio	codMunRes
SINASC	codPaisRes	codPaisRes
SIM	codPaisRes	codPaisRes
SINASC	codRegRes	codRegRes
SIM	codRegRes	codRegRes
SINASC	complRes	complEndRes
SIM	complRes	complEndRes
SIH	ahPacienteLogrCompl	complEndRes
SINASC	endRes	endRes
SIM	endRes	endRes
SIH	ahPacienteLogr	endRes
SINASC	numRes	numEndRes
SIM	numRes	numEndRes
SIH	ahPacienteLogrNumero	numEndRes

Tabela D.15: *Localização da Residência*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SIA	paUfMun	codEstCodMunEstab

Tabela D.16: *Localização do Estabelecimento*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SINASC	baiNasc	bairroNasc
SINASC	cepNasc	cepNasc
SINASC	codBaiNasc	codBairroNasc
SINASC	codDisNasc	codDistritoNasc
SINASC	codEndNasc	codEnderecoNasc
SINASC	codMunNasc	codMunicipioNasc
SIH	ahPacienteMunOrigem	codMunicipioNasc
SIH	ahPacienteNacionalidade	codPaisNasc
SINASC	complNasc	complementoEndNasc
SINASC	endNasc	enderecoNasc
SINASC	numEndNasc	numeroEndNasc

Tabela D.17: *Localização do Nascimento*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SIM	obitoPuerp	obitoPuerp
SINASC	idadeMae	idadeMaeParto
SIGA	pesoMae	pesoMaeParto
SINASC	escMae	escolaridadeMaeParto
CADUNICO	–	condicaoSocioeconomica
SINASC	codOcupMae	codOcupMaeParto
SINASC	numSusMae	cnsMae
SINASC	nomeMae	nomeMae
SIH	ahPacienteNomeMae	nomeMae
SIM	nomeMae	nomeMae

Tabela D.18: *Mãe*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SINASC	sexo	sexo

Tabela D.19: *Nascido Vivo*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SIM	tipoObito	tpObito
SINASC	dtNasc	dtNasc
SIM	dtNasc	dtNasc
SIH	ahPacienteDtNascimento	dtNasc
SIA	dtNasc	dtNasc
SINASC	horaNasc	horaNasc

Tabela D.20: *Nascimento*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SIM	tipoObito	tpObito

Tabela D.21: *Natimorto*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SIM	numeroDo	numeroDo
SIM	dtObito	dtObito
SIM	horaObito	horaObito
SIM	causaBas	causaBas
SIM	causaMorte	causaMorte
SIM	locOcor	locOcor
SIM	obitoParto	obitoParto
SIM	obitoGrav	obitoGrav
SIM	obitoPuerp	obitoPuerp
SIM	escMae	escolaridadeMaeObito
SIM	idadeMae	idadeMaeObito

Tabela D.22: *Obito*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SINASC	idadePai	idadePaiParto

Tabela D.23: *Pai*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SINASC	idadeMae	idadeMaeParto
SINASC	idadePai	idadePaiParto
SIGA	pesoMae	pesoMaeParto
SINASC	escMae	escolaridadeMaeParto
CADUNICO	–	condicaoSocioeconomicaParto
SINASC	codOcupMae	codOcupMaeParto
SINASC	parto	tpParto
SINASC	horaNasc	horaParto
SINASC	tpApresent	tpApresent
SINASC	stTrabParto	trabPartIndu
SINASC	stCesParto	cesAntesTrabParto
SINASC	tpNascAssi	tpNascAssi
SINASC	tpRobson	tpRobson
SIM	obitoParto	obitoParto

Tabela D.24: *Parto*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SINASC	mesPrenat	mesPrenat
SINASC	consultas	qtdConsultasPrenat
SINASC	consPrenat	qtdConsultasPrenat

Tabela D.25: *Pré-natal*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SIA	procRealizado	procedimentoRealizado
SIA	procSolicitado	procSolicitado
SIA	procedimentoQtd	procedimentoQtd
SIA	procedimento	procedimento

Tabela D.26: *Procedimento*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SINASC	nomeRenasc	nomeRN
SINASC	apgar1	apgar1
SINASC	apgar5	apgar5
SINASC	numeroDn	numeroDn
SINASC	peso	pesoRN
SIH	ahUtineoPeso	pesoRN
SIGA	–	aleitamento
SIM	obitoParto	obitoParto

Tabela D.27: *Recém-nascido*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SINASC	parto	tpParto
SINASC	tpApresent	tpApresent
SINASC	stTrabParto	trabPartIndu
SINASC	stCesParto	cesAntesTrabParto

Tabela D.28: *Trabalho de Parto*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SIH	ahPacienteNumeroCns	cns
SIA	paCns	cns
SINASC	cns	cns
SIM	numSUS	cns
SINASC	numSusMae	cnsMae
SIH	ahPacienteDtNascimento	dtNasc
SINASC	dtNasc	dtNasc
SINASC	dtNascMae	dtNasc
SIM	dtNasc	dtNasc
SIA	dtNasc	dtNasc
SINASC	horaNasc	horaNasc
SIH	ahPacienteNome	nome
SIM	nome	nome
SIGA	–	nome
SINASC	nomeMae	nomeMae
SIH	ahPacienteNomeMae	nomeMae
SIM	nomeMae	nomeMae
SIH	ahPacienteSexo	sexo
SINASC	sexo	sexo
SIA	apSexo	sexo
SIM	sexo	sexo

Tabela D.29: *Usuário*

Sistema de origem	Nome do campo na fonte de dados e nas OFs	Nome do termo na ontologia OD
SIGA	–	tabagismo
SIGA	–	alcoolismo

Tabela D.30: *Vício*

Anexo A

Bases de dados para integração

As bases de dados que foram listadas na Figura A.1 mas desconsideradas para esta etapa do projeto são:

- SIH¹: Sistema de Informações Hospitalares. Sistema responsável pelo registro de internações hospitalares remuneradas pelo SUS;
- SIA²: Sistema de Informações Ambulatoriais, também relacionado a remuneração de procedimentos pelo SUS. O SIA é sub-dividido em:
 - BPA-I: Boletim de Produção Ambulatorial Individualizado;
 - APAC: Autorização de Procedimentos de Alta Complexidade, para procedimentos de alto custo;
- TANU³: A Triagem Auditiva Neonatal Universal, deve ser aplicada em todos os recém nascidos do país. Os dados municipais dessa triagem estão sob o domínio das SMS;
- GSS⁴: Gestão de Sistemas de Saúde e um sistema presente no município de São Paulo cujo objetivo é fazer o controle de estoques de materiais (tais como medicamentos) das unidades básicas de saúde que prestam serviço para o SUS;
- SIGA⁵: Sistema Integrado de Gestão da Assistência à Saúde. Sistema presente no município de São Paulo onde há: o cadastro de usuários do SUS do município, os atendimentos e os registros do SISPreNatal, sistema para o registro e acompanhamento de gestantes. Assim, nele há bases com:
 - Cadastro: Cadastro dos usuário do SUS do município;
 - Mãe Paulistana: Informações sobre os registros do SISPreNatal, sistema de pré-natal, bem como acompanhamento das gestantes;
 - Atendimento: Registro dos atendimentos ambulatoriais do município;
 - Vacinas: Registro da dispensação de vacinas pelas unidades de saúde;
- Matrix: Sistema que contém os dados de resultados de exames laboratoriais realizados pelo SUS na cidade de São Paulo;
- SINAN⁶: Sistema de Informação de Agravos de Notificação. Nesse sistema há várias bases de dados, cada uma relacionada a um tipo de evento para a notificação: casos de tuberculose, AIDS, dengue, entre outras;
- CIH-A⁷: A Comunicação de Informação Ambulatorial e Hospitalar informa sobre as internações hospitalares e os procedimentos ambulatoriais custeados por planos de saúde e seguros privados de assistência à saúde;
- CADUNICO⁸: A base de dados do Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal contém informações socioeconômicas e demográficas de famílias de baixa renda que têm acesso a programas sociais do Governo Federal;
- ROP: Base de dados de triagem oftalmológica neonatal do município de São Paulo;

¹SIH: <http://www2.datasus.gov.br/SIHD/institucional>

²SIA: <http://datasus.saude.gov.br/sistemas-e-aplicativos/ambulatoriais/sia>

³Manual sobre a TANU: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_atencao_triagem_auditiva_neonatal.pdf

⁴Manual com informações sobre o GSS: <http://www.esfma.org.br/manuais/gss.pdf>

⁵Manual sobre o SIGA: http://www.esfma.org.br/manuais/siga_saude.psf

⁶SINAN: <http://portalsinan.saude.gov.br/o-sinan>

⁷CIH-A: <http://ciha.datasus.gov.br/CIHA/index.php?area=01>

⁸CADUNICO: <http://mds.gov.br/assuntos/cadastro-unico>

Anexo B

Exemplo da Declaração de Nascido Vivo

ANEXO A - Modelo da Declaração de Nascido Vivo

República Federativa do Brasil
Ministério da Saúde
1ª VIA - SECRETARIA DE SAÚDE

Declaração de Nascido Vivo

I	Identificação do Recém-nascido	1 Nome do Recém-nascido											
		Data e hora do nascimento											
II	Local da ocorrência	2 Data				Hora		3 Sexo ☐ M - Masculino ☐ F - Feminino ☐ I - Ignorado		6 Detectada alguma anomalia congênita? Caso afirmativo, usar o bloco anomalia congênita para descrevê-las 1 ☐ Sim 2 ☐ Não 9 ☐ Ignorado			
		4 Peso ao nascer em gramas		5 Índice de Apgar 1º minuto 5º minuto		7 Local da ocorrência 1 ☐ Hospital 2 ☐ Outros estab. saúde 3 ☐ Domicílio 4 ☐ Outros 9 ☐ Ignorado		8 Estabelecimento		Código CNES			
III	Mãe	9 Endereço da ocorrência, se fora do estab. ou da resid. da Mãe (rua, praça, avenida, etc) Número Complemento 10 CEP											
		11 Bairro/Distrito		Código		12 Município de ocorrência				Código		13 UF	
III	Mãe	14 Nome da Mãe											
		15 Cartão SUS											
III	Mãe	16 Escolaridade (última série concluída) Nível 0 ☐ Sem escolaridade 1 ☐ Fundamental I (1ª a 4ª série) 2 ☐ Fundamental II (5ª a 8ª série) 3 ☐ Médio (antigo 2º grau) 4 ☐ Superior incompleto 5 ☐ Superior completo 9 ☐ Ignorado Série											
		17 Ocupação habitual (Informar anterior, se aposentada/desempregada) Código CBO 2002											
III	Mãe	18 Data nascimento da Mãe		19 Idade (anos)		20 Naturalidade da Mãe Município / UF (se estrangeiro informar País)		21 Situação conjugal 1 ☐ Solteira 2 ☐ Casada 3 ☐ Viúva 4 ☐ Separada judicialmente/divorciada 5 ☐ União estável 9 ☐ Ignorada		22 Raça / Cor da Mãe 1 ☐ Branca 2 ☐ Preta 3 ☐ Amarela 4 ☐ Parda 5 ☐ Indígena			
		Residência da Mãe											
IV	Pai	23 Logradouro Número Complemento 24 CEP											
		25 Bairro/Distrito		Código		26 Município				Código		27 UF	
IV	Pai	28 Nome do Pai											
		29 Idade do Pai											
V	Gestação e parto	30 Histórico gestacional ■ Nº gestações anteriores ■ Nº de partos vaginais ■ Nº de cesáreas ■ Nº de nascidos vivos ■ Nº de perdas fetais / abortos											
		31 Data da Última Menstruação (DUM) 32 Nº de semanas de gestação, se DUM Ignorada 33 Número de consultas de pré-natal 34 Mês de gestação em que iniciou o pré-natal 35 Tipo de gravidez 36 Apresentação 37 O Trabalho de parto foi induzido? 38 Tipo de parto 39 Cesárea ocorreu antes do trabalho de parto iniciar? 40 Nascimento assistido por											
VI	Anomalia congênita	41 Descrever todas as anomalias congênicas observadas											
VII	Preenchimento	42 Data do preenchimento				43 Nome do responsável pelo preenchimento				44 Função 1 ☐ Médico 2 ☐ Enfermeiro 3 ☐ Parteira 4 ☐ Func. Cartório 5 ☐ Outros (descrever)			
		45 Tipo documento 1 ☐ CNES 2 ☐ CRM 3 ☐ COREN 4 ☐ RG 5 ☐ CPF				46 Nº do documento				47 Órgão emissor			
VIII	Cartório	48 Cartório				Código				49 Registro			
		50 Data				51 Município				52 UF			

ATENÇÃO: ESTE DOCUMENTO NÃO SUBSTITUI A CERTIDÃO DE NASCIMENTO

O Registro de Nascimento é obrigatório por lei.
Para registrar esta criança, o pai ou responsável deverá levar este documento ao cartório de registro civil.

Versão 01/10 - 2ª Impressão 11/2010

Anexo C

Variáveis do SINASC

O dicionário de dados com as especificações das variáveis também está disponível no seguinte endereço:

- SINASC - DN: http://svs.aids.gov.br/download/Dicionario_de_Dados_SINASC_tabela_DN.pdf

TABELA: DN

Os campos pintados, em azul, são os novos campos criados em 2009.

Nome da coluna no arquivo DBF	Nome da variáveis no Tabwin	Nome do arquivo CNV	Tipo	Tam	Descrição
NUMERODN			caracter	8	Número da DN
NUMERODV			caracter	1	Número do Dígito Verificador
PREFIXODN			caracter	2	Prefixo da DN
CODCART			caracter	8	Código do cartório
CODESTCART			caracter	2	Código da UF do cartório
CODMUNCART			caracter	7	Código do município do cartório
NUMREGCART			caracter	10	Número do registro civil (cartório)
DTREGCART			caracter	8	Data do registro no cartório
CODESTAB	Esfera Adm 2006	ESFERA.cnv	caracter	7	Código do estabelecimento de saúde onde ocorreu o nascimento
CODESTAB	Esfera Admin 2007	ESFEDN07.CNV			
CODESTAB	Estab	ndn.cnv			
CODESTAB	Estabelecim Saude	C:\TABWIN\ESTABEL.DBF			
CODESTAB	Hosp Amigo	HAMIGO.CNV			
CODESTAB	Nat Org Estab 2007	NATDN07.CNV			
CODESTAB	Natur Organiz 2006	NAT_ORG.CNV			
COMUNESTAB			caracter	7	Código do município do estabelecimento de saúde
ENDNASC			caracter	30	Endereço do local de nascimento
CODESTOCOR			caracter	2	Código da UF de ocorrência
CODMUNNASC	Capital Ocorr	CAPITAIS.CNV	caracter	7	Código do município de nascimento
CODMUNNASC	Munic Ocorr-AC	MUNICAC.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-AL	MUNICAL.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-AM	MUNICAM.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-AP	MUNICAP.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-BA	MUNICBA.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-BR	MUNICBR.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-CE	MUNICCE.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-DF	MUNICDF.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-ES	MUNICES.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-GO	MUNICGO.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-MA	MUNICMA.CNV			

CODMUNNASC	Munic Ocorr-MG	MUNICMG.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-MS	MUNICMS.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-MT	MUNICMT.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-PA	MUNICPA.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-PB	MUNICPB.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-PE	MUNICPE.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-PI	MUNICPI.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-PR	MUNICPR.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-RJ	MUNICRJ.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-RN	MUNICRN.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-RO	MUNICRO.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-RR	MUNICAM.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-RS	MUNICRS.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-SC	MUNICSC.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-SE	MUNICSE.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-SP	MUNICSP.CNV			
CODMUNNASC	Munic Ocorr-TO	MUNICTO.CNV			
CODMUNNASC	Região Ocorrencia	REGIAO.CNV			
CODMUNNASC		REGIAOC.CNV			
CODMUNNASC	UF Ocorrencia	UF.CNV			
CODMUNNASC		UFC.CNV			
BAINASC			caracter	30	Bairro de nascimento
CODBAINASC			caracter	8	Código do bairro de nascimento
LOCNASC	Local Ocorrencia	LOCOCOR.CNV	caracter	1	Local de nascimento: 1 – Hospital; 2 – Outros estabelecimentos de saúde; 3 – Domicílio; 4 – Outros.
CODENDNASC			caracter	12	Código de endereço de nascimento
COMPLNASC			caracter	20	Complemento do endereço de nascimento
NUMENDNASC			caracter	10	Número do endereço de nascimento
CEPNASC			caracter	9	CEP do endereço de nascimento
CODDISNASC			caracter	8	Código do distrito de nascimento
CODREGOCOR			caracter	5	Código da regional de ocorrência
NOMEMAE			caracter	70	Nome da mãe
NUMSUSMAE			caracter	15	Número do cartão SUS da mãe
IDADEMAE	Fx Etaria 11	FXTABNET.CNV	caracter	2	Idade da mãe
IDADEMAE	Fx Etaria	FXIDADZ.CNV			

	Mae(8)				
IDADEMAE	Fx.Et Detalhada	IDADET.CNV			
IDADEMAE	Fx.Etaria Mae(5)	IDADE5.CNV			
IDADEMAE	Fx.Mae adolescen	IDADOL.CNV			
IDADEMAE	Fx.Padrão Mae	IDADEMAE.CNV			
IDADEMAE	Fx.Padrão Mãe	IDADEMAE.CNV			
CONFIDADE			caracter	1	-----
ESTCIVMAE	Estado Civil	ESTCIV.CNV	caracter	1	Situação conjugal da mãe: 1– Solteira; 2– Casada; 3– Viúva; 4– Separada judicialmente/divorciada; 5– União estável; 9– Ignorada.
ESTCIVMAE	Situacao Conjugal	SITCONJU.CNV			
ESCMAE	Esc Mae Anos	INSTRUC.CNV	caracter	1	Escolaridade, em anos de estudo concluídos: 1 – Nenhuma; 2 – 1 a 3 anos; 3 – 4 a 7 anos; 4 – 8 a 11 anos; 5 – 12 e mais; 9 – Ignorado.
CODOCUPMAE	Oc Gr Sist Antigo	GRUPOCUP.CNV	caracter	6	Código de ocupação da mãe conforme tabela do CBO (Código Brasileiro de Ocupações).
CODOCUPMAE	Oc Subgrupo Princ	GRUPO2.CNV			
CODOCUPMAE	Ocup Grande Grupo	GRUPO1.CNV			
CODOCUPMAE	Ocup Sist Antigo	OCUPA.CNV			
CODOCUPMAE	Ocup Subgrupo 3d	GRUPO3.CNV			
CODOCUPMAE	Ocupac Familia 4d	GRUPO4.CNV			
CODOCUPMAE	Ocupacao	CBO2002.CNV			
QTDFILVIVO	Filhos Nasc.Vivos	FILTIDO.CNV	caracter	2	Número de filhos vivos
QTDFILMORT	Filhos Nasc.Mortos	FILTIDO.CNV	caracter	2	Número de perdas fetais e abortos
CODESTRES			caracter	2	Código da UF de residência
CODMUNRES	Capital Residencia	CAPITAIS.CNV	caracter	7	Código do município de residência
CODMUNRES	Munic Resid-AC	MUNICAC.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-AL	MUNICAL.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-AM	MUNICAM.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-AP	MUNICAP.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-BA	MUNICBA.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-BR	MUNICBR.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-CE	MUNICCE.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-DF	MUNICDF.CNV			

CODMUNRES	Munic Resid-ES	MUNICES.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-GO	MUNICGO.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-MA	MUNICMA.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-MG	MUNICMG.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-MS	MUNICMS.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-MT	MUNICMT.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-PA	MUNICPA.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-PB	MUNICPB.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-PE	MUNICPE.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-PI	MUNICPI.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-PR	MUNICPR.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-RJ	MUNICRJ.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-RN	MUNICRN.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-RO	MUNICRO.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-RR	MUNICRR.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-RS	MUNICRS.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-SC	MUNICSC.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-SE	MUNICSE.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-SP	MUNICSP.CNV			
CODMUNRES	Munic Resid-TO	MUNICTO.CNV			
CODMUNRES	Regiao Resid	REGIAO.CNV			
CODMUNRES		REGIAOC.CNV			
CODMUNRES	UF Residencia	UF.CNV			
CODMUNRES		UFC.CNV			
CODMUNRES	UF/Regiao	UFREG.CNV			
BAIRES			caracter	30	Descrição do bairro de residência
CODBAIRES	Bairro Res	Criarumarquív oBAIRRO.DBF	caracter	8	Código do bairro de residência
ENDRES			caracter	40	Endereço de residência
CODENDRES	Logradouro Res	LOGRAD.DBF	caracter	12	Código de endereço de residência
COMPLRES			caracter	20	Complemento do endereço de residência
NUMRES			caracter	10	Número do endereço de residência
CEPRES			caracter	9	CEP da residência
CODDISRES			caracter	8	Código do distrito de residência
CODPAISRES	Pais Residencia	TABPAIS.CNV	caracter	3	Código do país de residência
CODREGRES			caracter	5	Código da região de residência

GESTACAO	Duracao Gestação	SEMANAS.CNV	caracter	1	Semanas de gestação: 1– Menos de 22 semanas; 2– 22 a 27 semanas; 3– 28 a 31 semanas; 4– 32 a 36 semanas; 5– 37 a 41 semanas; 6– 42 semanas e mais; 9– Ignorado.
GRAVIDEZ	Tipo de Gravidez	GRAVIDEZ.CNV	caracter	1	Tipo de gravidez: 1– Única; 2– Dupla; 3– Tripla ou mais; 9– Ignorado.
PARTO	Tipo de Parto	PARTO.CNV	caracter	1	Tipo de parto: 1– Vaginal; 2– Cesário; 9– Ignorado
CONSULTAS	Cons Pre-Natal	CONSULT.CNV	caracter	1	Número de consultas de pré-natal. Valores: 1– Nenhuma; 2– de 1 a 3; 3– de 4 a 6; 4– 7 e mais; 9– Ignorado.
CONSULTAS	Consultas	CONSULT.CNV			
DTNASC	Ano do Nascimento	ANO.CNV	caracter	8	Data de nascimento: dd mm aaaa
DTNASC	Mes do Nascimento	MESES.CNV			
HORANASC	Hora Nasc	HORAOBITO.CNV	caracter	5	Horário de nascimento
SEXO	Sexo	SEXO.CNV	caracter	1	Sexo: M – Masculino; F – Feminino; I – ignorado
SEXO		SEXOC.CNV			
APGAR1	Apgar 1º Minuto	APGAR.CNV	caracter	2	Apgar no 1º minuto
APGAR5	Apgar 5º Minuto	APGAR.CNV	caracter	2	Apgar no 5º minuto
RACACOR	Raca Cor Nascido	RACA.CNV	caracter	1	Tipo de raça e cor do nascido: 1– Branca; 2– Preta; 3– Amarela; 4– Parda; 5– Indígena.
PESO	Peso (6)	PESO1.CNV	caracter	4	Peso ao nascer em gramas.
PESO	Peso ao Nascer	PESO.CNV			
PESO	Peso ao Nascer(6)	PESO1.CNV			
IDANOMAL	Anomalia detectada	IDANOMAL.CNV	caracter	1	Anomalia identificada: 1– Sim; 2– Não; 9– Ignorado
DTCADASTRO	Mes do Cadastro	MESES.CNV	caracter	8	Data do cadastro da DN no sistema
CONFPEO			caracter	1	-----
CODANOMAL	Anomal Agrup 1	ECLAMC.CNV	caracter	20	Código da anomalia (CID 10)
CODANOMAL	Anomal Agrup 2	ECLAMC.CNV			
CODANOMAL	Anomal Agrup 3	ECLAMC.CNV			
CODANOMAL	Anomal Agrup 4	ECLAMC.CNV			
CODANOMAL	Anomal Agrup 5	ECLAMC.CNV			
CODANOMAL	Anomalia 1	CID1017.CNV			
CODANOMAL	Anomalia 2	CID1017.CNV			
CODANOMAL	Anomalia 3	CID1017.CNV			
CODANOMAL	Anomalia 4	CID1017.CNV			
CODANOMAL	Anomalia 5	CID1017.CNV			
NUMEROLOTE			caracter	8	Número do lote
CRITICA			caracter	2	-----
CODINST	Instalacao	CODINST.CNV	caracter	18	Código de configuração da instalação: – 1º caracter: nível de instalação (M – municipal; R – regional; E – estadual); – 2º e 3º caracter: UF de instalação; – 4º ao 9º caracter: código do município de instalação; – 10º ao 13º caracter: nº da máquina

					de instalação.
CODINST	Munic instalacao	MUNICBR.CNV			
CODINST	Numero Micro	MICRO.CNV			
VERSAOSIST			caracter	7	Versão do sistema
RETROALIM	Retroalimentacao	RETRO.CNV	caracter	1	Status da Retroalimentação (R-indica que o registro foi retroalimentado)
DTRECEBIM	Ano Recebimento	ANO.CNV	caracter	8	Data do último recebimento do lote, dada pelo Sisnet.
DTRECEBIM	Mes Recebimento	MESES.CNV			
DIFDATA			caracter	8	Diferença entre a data de óbito e data do recebimento original da DO ([DTNASC] – [DTRECORIG])
DTRECORIG	Ano 1º Recebimento	ANO.CNV	caracter	8	Data do 1º recebimento do lote, dada pelo Sisnet.
DTRECORIG	Mes 1º Recebimento	MESES.CNV			
NATURALMAE			caracter	3	Se a mãe for estrangeira, constará o código do país de nascimento.
CODMUNNATU	Mun Natural Mae	MUNICBR.CNV	caracter	7	Código do município de naturalidade da mãe
CODUFNATU	UF Natural Mae	UFC.CNV	caracter	2	Código da UF de naturalidade da mãe
ESCMAB2010	Esc Mae Serie Concl	ESC2010.CNV	caracter	1	Escolaridade 2010. Valores: 0 – Sem escolaridade; 1 – Fundamental I (1ª a 4ª série); 2 – Fundamental II (5ª a 8ª série); 3 – Médio (antigo 2º Grau); 4 – Superior incompleto; 5 – Superior completo; 9 – Ignorado.
SERIESCMAE			caracter	1	Série escolar da mãe. Valores de 1 a 8.
DTNASCMAE			caracter	8	Data de nascimento da mãe: dd mm aaaa
RACACORMAE	Raca Cor da Mae	RACA.CNV	caracter	1	Tipo de raça e cor da mãe: 1– Branca; 2– Preta; 3– Amarela; 4– Parda; 5– Indígena.
QTDGESTANT	Gest Anteriores	GESTANT.CNV	caracter	2	Número de gestações anteriores
QTDPARTNOR	Partos Vag Anter	PARTON.CNV	caracter	2	Número de partos vaginais
QTDPARTCES	N Cesareas Anter	PARTON.CNV	caracter	2	Número de partos cesáreos
NOMEPAI			caracter	70	Nome do pai
IDADEPAI	Idade do Pai	IDADEPAI.CNV	caracter	2	Idade do pai
DTULTMENST			caracter	8	Data da última menstruação (DUM): dd mm aaaa
SEMAGESTAC	Semanas Gest Detalh	SEMADUM.CNV	caracter	2	Número de semanas de gestação.
TPMETESTIM	Metodo Estimar	TPMETODO.CNV	caracter	2	Método utilizado. Valores: 1– Exame físico; 2– Outro método; 9– Ignorado.
CODCRM			caracter	10	Código do CRM do médico.
MESPRENAT	Mes 1ª Consulta	MEGEST.CNV	caracter	2	Mês de gestação em que iniciou o pré-natal
TPAPRESENT			caracter	2	Tipo de apresentação do RN. Valores: 1– Cefálico; 2– Pélvica ou podálica; 3– Transversa; 9– Ignorado.
STTRABPART			caracter	1	Trabalho de parto induzido? Valores: 1– Sim; 2– Não; 3– Não se aplica; 9– Ignorado.
STCESPARTO	Cesarea Ocorr TParto	STPARTO.CNV	caracter	1	Cesárea ocorreu antes do trabalho de parto iniciar? Valores: 1– Sim; 2– Não; 3– Não se aplica; 9– Ignorado.
TPNASCASSI	Nasc Assistido	TPASSIST.CNV	caracter	2	Nascimento foi assistido por? Valores: 1– Médico; 2–

					Enfermeira/obstetriz; 3– Parteira; 4– Outros; 9– Ignorado.
NOMERNASC			caracter	70	Nome do recém-nascido
NOMERESPO			caracter	70	Nome do responsável pelo preenchimento
TPFUNCRESP			caracter	1	Tipo de função do responsável pelo preenchimento. Valores: 1– Médico; 2– Enfermeiro; 3– Parteira; 4– Funcionário do cartório; 5– Outros.
DSFUNCRESP			caracter	70	Descrição da função do responsável pelo preenchimento, se a função for “5– Outros”.
CODPROF			caracter	15	Código da profissão, se a função for “5– Outros”.
PROFISSION			caracter	70	Nome do Profissional, se a função for “5– Outros”.
COREN			caracter	60	Nome do profissional enfermeiro
CODCOREN			caracter	8	Código do COREN
TPDOCRESP			caracter	1	Tipo do documento do responsável. Valores: 1-CNES; 2-CRM; 3-COREN; 4-RG; 5-CPF.
NUDOCRESP			caracter	20	Número do documento do responsável pelo preenchimento.
CONSPRENAT	Consultas Detalh	SEMADUM.CNV	caracter	2	Número de consultas pré-natal
ORGEMISSION			caracter	20	Descrição do órgão emissor do documento do responsável pelo preenchimento.
DTDECLARAC			caracter	8	Data da declaração: dd mm aaaa
ESCMAEAGR1	Esc Mae Agregado	ESCAGR1.CNV	caracter	2	Escolaridade 2010 agregada. Valores: 00 – Sem Escolaridade; 01 – Fundamental I Incompleto; 02 – Fundamental I Completo; 03 – Fundamental II Incompleto; 04 – Fundamental II Completo; 05 – Ensino Médio Incompleto; 06 – Ensino Médio Completo; 07 – Superior Incompleto; 08 – Superior Completo; 09 – Ignorado; 10 – Fundamental I Incompleto ou Inespecífico; 11 – Fundamental II Incompleto ou Inespecífico; 12 – Ensino Médio Incompleto ou Inespecífico.
ESCMAEAGR2			caracter	2	-----
TPROBSON	Monitor cesarea	ROBSON.CNV	caracter	2	Código do Grupo de Robson, gerado pelo sistema
STDNEPIDEM	DN epidemiologica	DNNNOVA.CNV	caracter	1	Status de DO Epidemiológica. Valores: 1 – SIM; 0 – NÃO.
STDNNOVA	DN novo modelo	DNNNOVA.CNV	caracter	1	Status de DO Nova. Valores: 1 – SIM; 0 – NÃO.

Anexo D

Exemplo da Declaração de Óbito

República Federativa do Brasil Ministério da Saúde 1ª VIA - SECRETARIA DE SAÚDE		Declaração de Óbito	
I	Identificação	1) Tipo de óbito ☐ Fetal ☐ Não Fetal 2) Data do óbito Hora 3) Cartão SUS 4) Naturalidade Município / UF (se estrangeiro informar País)	
	Residência	5) Nome do Falecido 6) Nome do Pai 7) Nome da Mãe 8) Data de nascimento 9) Idade 10) Sexo 11) Raça/Cor 12) Situação conjugal 13) Escolaridade (última série concluída) 14) Ocupação habitual (informar anterior, se aposentado / desempregado) 15) Logradouro (rua, praça, avenida, etc.) 16) Bairro/Distrito 17) Código 18) Município de residência 19) Código 20) UF	
		Ocorrência	21) Local de ocorrência do óbito ☐ Hospital ☐ Domicílio ☐ Outros ☐ Outros estabelecimentos de saúde ☐ Via pública ☐ Aldeia indígena 22) Endereço de ocorrência (rua, praça, avenida, etc.) 23) Número 24) Complemento 25) CEP 26) Município de ocorrência 27) Código 28) UF
IV	Fetal ou menor que 1 ano	29) Idade (em dias) 30) Escolaridade (última série concluída) 31) Ocupação habitual (informar anterior, se aposentada / desempregada) 32) Número de filhos vivos 33) Nº de semanas de gestação 34) Tipo de parto 35) Tipo de gravidez 36) Tipo de parto 37) Morte em relação ao parto 38) Peso ao nascer 39) Número da Declaração de Nascimento	
V	Condições e causas do óbito	40) ÓBITO DE MULHER EM IDADE FÉRTIL 41) A morte ocorreu ☐ Na gravidez ☐ No parto ☐ No puerpério ☐ Não ocorreu nestes períodos 42) De 45 dias a 1 ano após o término da gestação 43) Não ocorreu nestes períodos 44) Causas da morte 45) Doença ou estado morbido que causou diretamente a morte 46) Causas antecedentes 47) Outras condições significativas que contribuíram para a morte, e que não entraram, porém, na cadeia causal	
		48) ANOTE SOMENTE UM DIAGNÓSTICO POR LINHA 49) Devido ou como consequência de: 50) Devido ou como consequência de: 51) Devido ou como consequência de: 52) Devido ou como consequência de: 53) PARTE II 54) Outras condições significativas que contribuíram para a morte, e que não entraram, porém, na cadeia causal	
VI	Médico	55) Nome do Médico 56) CRM 57) Meio de contato (telefone, fax, e-mail, etc.) 58) Data do atestado 59) Assinatura 60) Óbito atestado por Médico ☐ Assistente ☐ Substituto ☐ IML 61) Município e UF do SVO ou IML 62) UF	
VII	Causas externas	63) PROVÁVEIS CIRCUNSTÂNCIAS DE MORTE NÃO NATURAL (informações de caráter estritamente epidemiológico) 64) Tipo ☐ Acidente ☐ Suicídio ☐ Homicídio ☐ Outros 65) Acidente de trabalho ☐ Sim ☐ Não 66) Fonte de informação ☐ Ocorrência Policial Nº ☐ Hospital ☐ Família ☐ Outros ☐ Ignorado	
		67) Descrição sumária do evento 68) Endereço do local do acidente ou violência 69) Logradouro (rua, praça, avenida, etc.) 70) Número 71) Bairro 72) Município 73) UF	
VIII	Cartório	74) Cartório 75) Código 76) Registro 77) Data 78) Município 79) UF	
		80) Declarante 81) Testemunhas A B	
IX	Localidade do Médico	82) Localidade do Médico	

Anexo II
Modelo de Declaração de Nascidos Vivos - DN
(a Resolução SS-, de 6 de outubro de 2014)

www.contplan.com.br tel.: (11) 2107-6500

Anexo E

Variáveis do SIM

O dicionário de dados com as especificações das variáveis também está disponível no seguinte endereço:

- SIM - DO: http://svs.aids.gov.br/download/Dicionario_de_Dados_SIM_tabela_DO.pdf

TABELA: DO

Os campos pintados em azul são campos novos da declaração de óbitos (DO)

Nome da coluna no arquivo DBF	Nome da variáveis no Tabwin	Nome do arquivo CNV	Tipo	Tam	Descrição
NUMERODO	-----	-----	Character	8	Número da DO
NUMERODV	-----	-----	Character	1	Número do Dígito Verificador
CODESTCART	-----	-----	Character	7	Código da UF do cartório
CODMUNCART	-----	-----	Character	7	Código do município do cartório
CODCART	-----	-----	Character	8	Código do cartório
NUMREGCART	-----	-----	Character	8	Número do registro do cartório
DTREGCART	-----	-----	Character	8	Data do registro do cartório: dd mm aaaa
TIPOBITO	Tipo Óbito	TIPOBITO.CNV	Character	1	Tipo do óbito: 1 – fetal; 2- não fetal.
DFOBITO	Ano do Óbito	ANO.CNV	Character	8	Data do óbito: dd mm aaaa
	Mês do Óbito	MESES.CNV			
HORAOBITO	-----	-----	Character	5	Horário do óbito
NUMSUS	-----	-----	Character	15	Número do cartão SUS
NATURAL	Naturalidade	NATURAL.CNV	Caractere	3	Naturalidade
	Naturalidade	NAT1212.CNV			
NOME	-----	-----	Character	50	Nome do falecido
NOMEPAI	-----	-----	Character	45	Nome do pai do falecido
NOMEMAE	-----	-----	Character	45	Nome da mãe do falecido
DTNASC	-----	-----	Character	8	Data do nascimento: dd mm aaaa
IDADE	Faixa Etária (13)	FXIDADP.CNV	Character	3	Idade: composto de dois subcampos. O primeiro, de 1 dígito, indica a unidade da idade, conforme a tabela a seguir. O segundo, de dois dígitos, indica a quantidade de unidades: 0 – Idade menor de 1 hora, o subcampo varia de 01 e 59; 1 – Hora, o subcampo varia de 01 a 23; 2 – Dias, o subcampo varia de 01 a 29; 3 – Meses, o subcampo varia de 01 a 11; 4 – Anos, o subcampo varia de 00 a 99; 5 – Anos (mais de 100 anos), o segundo subcampo varia de 0 a 99.
	Faixa Etária (5)	FXIDAD5.CNV			
	Faixa Etária (9)	FXIDAD9.CNV			
	Faixa Etária OMS	FXIDAWHO.CNV			
	Faixa Etária pad(5-5)	FXIDADP5.CNV			
	Fx.Etar.Infant.1	FXINFAN1.CNV			
	Fx.Etar.Infant.2	FXINFAN2.CNV			
	Idade Detalhada	IDADE.CNV			
SEXO	Sexo	SEXOC.CNV	Character	1	Sexo: M – masculino; F – feminino; I ignorado.
RACACOR	Raça/Cor	RACA.CNV	Character	1	Raça: 1 – Branca; 2 – Preta; 3 – Amarela; 4 – Parda; 5 – Indígena.
ESTCIV	Estado Civil	ESTCIV.CNV	Character	1	Situação conjugal: 1 – Solteiro; 2 – Casado; 3 – Viúvo; 4 – Separado judicialmente/divorciado; 5 – União estável; 9 – Ignorado.
ESC	Grau de Instrução	INSTRUC.CNV	Character	1	Escolaridade em anos. Valores: 1 – Nenhuma; 2 – de 1 a 3 anos; 3 – de 4 a 7 anos; 4 – de 8 a 11 anos; 5 – 12 anos e mais; 9 – Ignorado.
OCUP	Oc Gr Sist Antigo	GRUPOCUP.CNV	Character	6	Ocupação habitual e ramo de atividade
	Oc Subgrupo Princ	GRUPO2.CNV			
	Ocup Grande Grupo	GRUPO1.CNV			
	Ocup Sist Antigo	OCUPA.CNV			
	Ocup Subgrupo 3d	GRUPO3.CNV			
	Ocupac Familia 4d	GRUPO4.CNV			
	Ocupacao	CBO2002.CNV			
CODESTRES	-----	-----	Character	7	Código da UF de residência
CODMUNRES	Capital Res	CAPITAIS.CNV	Character	7	Código do município de residência
	Munic Res - BRA	MUNICBR.CNV			
	Munic Resid - AC	MUNICAC.CNV			
	Munic Resid - AL	MUNICAL.CNV			

	Munic Resid - AM	MUNICAM.CNV			
	Munic Resid - AP	MUNICAP.CNV			
	Munic Resid - BA	MUNICBA.CNV			
	Munic Resid - CE	MUNICCE.CNV			
	Munic Resid - ES	MUNICES.CNV			
	Munic Resid - GO	MUNICGO.CNV			
	Munic Resid - MA	MUNICMA.CNV			
	Munic Resid - MG	MUNICMG.CNV			
	Munic Resid - MS	MUNICMS.CNV			
	Munic Resid - MT	MUNICMT.CNV			
	Munic Resid - PA	MUNICPA.CNV			
	Munic Resid - PB	MUNICPB.CNV			
	Munic Resid - PE	MUNICPE.CNV			
	Munic Resid - PI	MUNICPI.CNV			
	Munic Resid - PR	MUNICPR.CNV			
	Munic Resid - RJ	MUNICRJ.CNV			
	Munic Resid - RN	MUNICRN.CNV			
	Munic Resid - RO	MUNICRO.CNV			
	Munic Resid - RR	MUNICRR.CNV			
	Munic Resid - RS	MUNICRS.CNV			
	Munic Resid - SC	MUNICSC.CNV			
	Munic Resid - SE	MUNICSE.CNV			
	Munic Resid - SP	MUNICSP.CNV			
	Munic Resid - TO	MUNICTO.CNV			
	Regiao Res	REGIAO.CNV			
	RegMetr Res-BR	REGIAOC.CNV			
	UF Res Sigla	RMETRBR.CNV			
	UF Resid	UFC.CNV			
	UF Resid/Regiao	UFREG.CNV			
	UF Residencia	UFC.CNV			
	UF/Regiao	UFREG.CNV			
BAIRES	-----	-----	Caracter	30	Bairro de residência
CODBAIRES	-----	-----	Caracter	8	Código do bairro de residência
CODENDRES	-----	-----	Caracter	12	Código do endereço de residência
ENDRES	-----	-----	Caracter	40	Endereço de residência
CODREGRES	-----	-----	Caracter	7	Código da região de residência
NUMRES	-----	-----	Caracter	10	Número da residência
COMPLRES	-----	-----	Caracter	40	Complemento da residência
CEPRES	-----	-----	Caracter	8	Código de endereçamento postal
CODDISRES	-----	-----	Caracter	8	Código do distrito de residência
CODPAISRES	-----	-----	Caracter	8	Código do país de residência
LOCOCOR	Local Ocorrencia	LOCOCOR.CNV	Caracter	1	Local de ocorrência do óbito: 1 – hospital; 2 – outros estabelecimentos de saúde; 3 – domicílio; 4 – via pública; 5 – outros; 9 – ignorado.
CODESTAB	Esfera Adm 2006	ESFERA.cnv	Caracter	8	Código de estabelecimento
	Estab Saude 2006	ESTAB06.CNV			
	Natur Organiz 2006	NAT_ORG.CNV			
CODSTOCOR	-----	-----	Caracter	7	Código de estabelecimento de ocorrência
CODMUNOCOR	Capital Ocor	CAPITAIS.CNV	Caracter	8	Código do município de ocorrência
	Munic Ocor - BRA	MUNICAC.CNV			

	Munic Ocorr - AC	MUNICAL.CNV			
	Munic Ocorr - AL	MUNICAM.CNV			
	Munic Ocorr - AM	MUNICAP.CNV			
	Munic Ocorr - AP	MUNICBA.CNV			
	Munic Ocorr - BA	MUNICBR.CNV			
	Munic Ocorr - CE	MUNICCE.CNV			
	Munic Ocorr - ES	MUNICGO.CNV			
	Munic Ocorr - GO	MUNICMA.CNV			
	Munic Ocorr - MA	MUNICMG.CNV			
	Munic Ocorr - MG	MUNICMS.CNV			
	Munic Ocorr - MS	MUNICMT.CNV			
	Munic Ocorr - MT	MUNICPA.CNV			
	Munic Ocorr - PA	MUNICPB.CNV			
	Munic Ocorr - PB	MUNICPE.CNV			
	Munic Ocorr - PE	MUNICPI.CNV			
	Munic Ocorr - PI	MUNICPR.CNV			
	Munic Ocorr - PR	MUNICRJ.CNV			
	Munic Ocorr - RJ	MUNICRN.CNV			
	Munic Ocorr - RN	MUNICRO.CNV			
	Munic Ocorr - RO	MUNICRR.CNV			
	Munic Ocorr - RR	MUNICRS.CNV			
	Munic Ocorr - RS	MUNICSC.CNV			
	Munic Ocorr - SC	MUNICSE.CNV			
	Munic Ocorr - SE	MUNICSP.CNV			
	Munic Ocorr - SP	MUNICTO.CNV			
	Munic Ocorr - TO	REGIAO.CNV			
	Regiao Ocor	REGIAOC.CNV			
	RegMetr Ocor-BR	RMETRBR.CNV			
	UF Ocor	UF.CNV			
BAIOCOR	-----	-----	Caracter	20	Bairro de ocorrência
CODBAIOCOR	-----	-----	Caracter	8	Código do bairro de ocorrência
ENDOCOR	-----	-----	Caracter	20	Endereço de ocorrência
CODENDOCOR	-----	-----	Caracter	12	Código do endereço de ocorrência
CODREGOCOR	-----	-----	Caracter	7	Código da região de ocorrência
NUMENDOCOR	-----	-----	Caracter	10	Número do endereço de ocorrência
COMPLOCOR	-----	-----	Caracter	10	Complemento do endereço de ocorrência
CEPOCOR	-----	-----	Caracter	8	CEP do endereço de ocorrência
CODDISOCOR	-----	-----	Caracter	8	Código do distrito de ocorrência
IDADEMAE	Idade Mãe	IDADEMA.CNV	Caracter	2	Idade da mãe
ESCMAE	Escolaridade Mãe	INSTRUC.CNV	Caracter	1	Escolaridade em anos. Valores: 1 – Nenhuma; 2 – de 1 a 3 anos; 3 – de 4 a 7 anos; 4 – de 8 a 11 anos; 5 – 12 anos e mais; 9 – Ignorado.
OCUPMAE	Ocupação Mãe	CBO2002.CNV	Caracter	6	Ocupação da mãe
QTDFILVIVO	Filhos Vivos	FILTIDO.CNV	Caracter	2	Número de filhos vivos
QTDFILMORT	Filhos Mortos	FILTIDO.CNV	Caracter	2	Número de filhos mortos
GRAVIDEZ	Gravidez	GRAVIDEZ.CNV	Caracter	1	Informar o tipo de gravidez: 1 – única; 2 – dupla; 3 – tripla e mais; 9 – ignorada.
GESTACAO	Semanas Gestação	SEMANAS.CNV	Caracter	1	Faixa de semanas de gestação: 1 – Menos 22 semanas; 2 – 22 a 27 semanas; 3 – 28 a 31 semanas; 4 – 32 a 36 semanas; 5 – 37 a 41 semanas; 6 – 42 e + semanas.
PARTO	Tipo Parto	PARTO.CNV	Caracter	1	Informar o tipo de parto: 1 – vaginal; 2 – cesáreo; 9 – ignorado.
OBITOPARTO	Obito Parto	OPARTO.CNV	Caracter	1	Informar como foi a morte em relação ao parto: 1 – antes; 2 – durante; 3 – depois; 9 – Ignorado.
PESO	Peso Nascer	PESO.CNV	Caracter	4	Peso ao nascer em gramas
NUMERODN	-----	-----	Caracter	8	Número da Declaração de Nascido Vivo
OBITOGRAV	Obito na Gravidez	OBITOGRA.CNV	Caracter	1	Óbito na gravidez: 1 – sim; 2 – não; 9 – ignorado.

OBITOPUERP	Obito no Puerp	OBITOPUE.CNV	Caracter	1	Óbito no puerpério: 1 – Sim, até 42 dias após o parto; 2 – Sim, de 43 dias a 1 ano; 3 – Não; 9 – Ignorado.
ASSISTMED	Assist Medica	ASSMEDIC.CNV	Caracter	1	Assistência médica: 1 – sim; 2 – não; 9 – ignorado.
EXAME	Exame complem	EXAME.CNV	Caracter	1	Exame: 1 – sim; 2 – não; 9 – ignorado.
CIRURGIA	Cirurgia	CIRURGIA.CNV	Caracter	1	Cirurgia: 1 – sim; 2 – não; 9 – ignorado.
NECROPSIA	Necropsia	NECROPS.CNV	Caracter	1	Confirmação do diagnóstico por necrópsia: 1 – sim; 2 – não; 9 – ignorado.
LINHAA	-----	-----	Caracter	20	CIDs informados na Linha A da DO
LINHAB	-----	-----	Caracter	20	CIDs informados na Linha B da DO
LINHAC	-----	-----	Caracter	20	CIDs informados na Linha C da DO
LINHAD	-----	-----	Caracter	20	CIDs informados na Linha D da DO
LINHAI	-----	-----	Caracter	30	CIDs informados na Parte II da DO
DSTEMPO	-----	-----	Caracter	10	Tempo de duração dos CIDs informados
CAUSABAS	Acid transp GRP	actragrp.CNV	Caracter	4	Causa básica da DO
	C nao Codificadas	CAUSABRA.CNV			
	Causa (Cap CID10)	CID10CAC.CNV			
	-----	CID10CAP.CNV			
	Causa (CID10 3C)	CID10_3D.CNV			
	Causa (CID10 BR)	CID10_BR.CNV			
	-----	CID10BR.CNV			
	Causa (CID10 CAP)	CID10CAP.CNV			
	causa inval	cinvalid.cnv			
	Causas Determin	CID10L.CNV			
	Causas presumiveis	CAUPRESU.CNV			
	CID10 4C Cap 01	CID10_01.CNV			
	CID10 4C Cap 02	CID10_02.CNV			
	CID10 4C Cap 03	CID10_03.CNV			
	CID10 4C Cap 04	CID10_04.CNV			
	CID10 4C Cap 05	CID10_05.CNV			
	CID10 4C Cap 06	CID10_06.CNV			
	CID10 4C Cap 07	CID10_07.CNV			
	CID10 4C Cap 08	CID10_08.CNV			
	CID10 4C Cap 09	CID10_09.CNV			
	CID10 4C Cap 10	CID10_10.CNV			
	CID10 4C Cap 11	CID10_11.CNV			
	CID10 4C Cap 12	CID10_12.CNV			
	CID10 4C Cap 13	CID10_13.CNV			
	CID10 4C Cap 14	CID10_14.CNV			
	CID10 4C Cap 15	CID10_15.CNV			
	CID10 4C Cap 16	CID10_16.CNV			
	CID10 4C Cap 17	CID10_17.CNV			
	CID10 4C Cap 18	CID10_18.CNV			
	CID10 4C Cap 20	CID10_20.CNV			
	D Isquem Coracao	ISQUEM.CNV			
	Homicidios	HOMICID.CNV			
	Imunopreviniveis	CAUMEN.CNV			
	Neoplasias	NEOPLA.CNV			
	Presumiveis	caupresu0509.cnv			
	Suicidios	SUICID.CNV			
DSEXPLICA	-----	-----	Caracter	20	Descrição da explicação das regras de seleção da causa básica
MEDICO	-----	-----	Caracter	10	Nome do médico
CRM	-----	-----	Caracter	15	Nº do CRM
TPASSINA	-----	-----	Caracter	1	-----
CONTATO	-----	-----	Caracter	10	Meio de contato do atestante (telefone, fax, email etc.).
DTESTADO	-----	-----	Caracter	8	Data do atestado: dd mm aaaa
CIRCOBITO	Tipo de Violencia	TIPOVIOL.CNV	Caracter	1	Indicar qual foi a provável circunstância de morte não natural: 1 – acidente; 2 – suicídio; 3 – homicídio; 4 – outros; 9 – ignorado.

ACIDTRAB	Acid Trabalho	ACIDTRAB.CNV	Caracter	1	Indicar se foi acidente de trabalho: 1 – sim; 2 – não; 9 – ignorado.
FONTE	Fonte Informac	FONTINFO.CNV	Caracter	1	Indicar a fonte da informação, conforme a tabela: 1 – boletim de ocorrência; 2 – hospital; 3 – família; 4 – outra; 9 – ignorado.
DSEVENTO	-----	-----	Caracter	10	Descrição sumária do acidente
ENDACID	-----	-----	Caracter	10	Endereço do acidente
NUMEROLOTE	-----	-----	Caracter	8	Número do lote
TPPOS	Obito investigado	INVESTIG.CNV	Caracter	1	Óbito investigado: 1 – sim; 2 – não.
DTINVESTIG	Mes de Investigac	MESES.CNV	Caracter	8	Data da investigação: dd mm aaaa
LINHAA_O	-----	-----	Caracter	20	CIDs informados, originalmente, na Linha A da DO.
LINHAB_O	-----	-----	Caracter	20	CIDs informados, originalmente, na Linha B da DO.
LINHAC_O	-----	-----	Caracter	20	CIDs informados, originalmente, na Linha C da DO.
LINHAD_O	-----	-----	Caracter	20	CIDs informados, originalmente, na Linha D da DO.
LINHAI_O	-----	-----	Caracter	20	CIDs informados, originalmente, na Parte II da DO.
CAUSABAS_O	Causa Orig Capit	CID10CAP.CNV	Caracter	4	Causa básica Original
	Causa Original	CID10_3D.CNV			
DTCADASTRO	Ano do Cadastro	ANO.CNV	Caracter	8	Data do cadastro: dd mm aaaa
	Mes do Cadastro	MESES.CNV			
ATESTANTE	Medico Atest	ATESTANT.CNV	Caracter	1	Indica se o médico que assina atendeu o paciente: 1 – Sim; 2 – Substituto; 3 – IML; 4 – SVO; 5 – Outros.
DESCACID	-----	-----	Caracter	20	Descrição do acidente
CODENDACID	-----	-----	Caracter	6	Código de endereço do acidente
NUMENDACID	-----	-----	Caracter	6	Número do endereço do acidente
COMPLACID	-----	-----	Caracter	20	Complemento do endereço onde ocorreu o acidente
CEPACID	-----	-----	Caracter	8	CEP do endereço do acidente
CONFPEO	-----	-----	Caracter	1	-----
CONFIDADE	-----	-----	Caracter	1	-----
CONFCAUSA	-----	-----	Caracter	1	-----
CONFIDADE	-----	-----	Caracter	1	-----
CRITICA	-----	-----	Caracter	2	-----
CODINST	Instalacao	CODINST.CNV	Caracter	18	Código de configuração da instalação: – 1º caractere: nível de instalação (M – municipal; R – regional; E – estadual); – 2º e 3º caractere: UF de instalação; – 4º ao 9º caractere: código do município de instalação; – 10º ao 13º caractere: nº da máquina de instalação.
	Munic Instal	MUNICBR.CNV			
	MunicInst 1172	MUNICBRd.CNV			
	Numero Micro	MICRO.CNV			
	UF Instal	UFC.CNV			
STCODIFICA	Com Codificador	CODIFICA.CNV	Caracter	1	Status de instalação: se codificadora (valor: S) ou não (valor: N)
CODIFICADO	Codificado	CODIFICADO.CNV	Caracter	1	Se estiver codificado (valor: S) ou não (valor: N)
VERSAOSIST	Versão Sistema	VERSAO.CNV	Caracter	7	Versão do sistema
VERSAOSCB	Versão SCB	VERSCB.CNV	Caracter	7	Versão do seletor de causa básica
RETROALIM	Retroalimentacao	RETRO.CNV	Caracter	1	Retroalimentação
FONTEINV	Fonte Investig	FONTEINV.CNV	Caracter	8	Fonte de investigação. Valores: 1 – Comitê de Morte Materna e/ou Infantil; 2 – Visita domiciliar / Entrevista família; 3 – Estabelecimento de Saúde / Prontuário; 4 – Relacionado com outros bancos de dados; 5 – S V O; 6 – I M L; 7 – Outra fonte; 8 – Múltiplas fontes; 9 – Ignorado.
DTRECEBIM	Ano do recebimento	ANO.CNV	Caracter	8	Data do recebimento: dd mm aaaa
	Dia do recebimento	DIAS.CNV			
	Mes do recebimento	MESES.CNV			
ATESTADO	-----	-----	Caracter	50	CIDs informado no atestado
CAUSABAS_R	Causa (Cap CID10 R)	CID10CAC.CNV	Caracter	4	Causa básica resselecionada
	Causa (CID10 3C R)	CID10_3DN.CNV			

	Causa (CID10 BR R)	CID10_BR.CNV			
	Causa (CID10CAP R)	CID10CAP.CNV			
DTRESSELE	Ano Resselecao	ANO.CNV	Caracter	8	Data da resseleção: dd mm aaaa
	DIA Resselecao	DIAS.CNV			
	Mes Resselecao	MESES.CNV			
STRESSELE	StatusRessel S N	SIMNAO.CNV	Caracter	1	Status da resseleção: 1 – sim; 2 – não.
EXPLICA_R	-----	-----	Caracter	50	Explicação das regras de resseleção de causa básica
VRSRESSELE	Versão Resselec	VERSCB.CNV	Caracter	7	Versão de resseleção
NRESSELE	-----	-----	Caracter	50	Descrição da explicação da não resseleção da causa básica.
COMPARA_CB		RESEL1.CNV	Caracter	8	Compara causa básica resselecionada com a informada. Valores: IGUAL, DIFER.
CB_PRE	Causa(Cap CID10pre)	CID10CAC.CNV	Caracter	4	Causa básica informada antes da resseleção (NRESSELE)
	Causa(CID10 BRpre)	CID10_BR.CNV			
	Causa(CID103C pre)	CID10_3D.CNV			
	Causa(CID10CAPpre)	CID10CAP.CNV			
NPROC	Motivo N RESSELEC	NPROC.CNV	Caracter	2	Códigos da explicação da não resseleção da causa básica. Valores: 1 – Depende de perguntas; 2 – Causa externa; 3 – Procedimento médico; 4 – Causa básica por CID de paralisia; 5 – Regra F; 6 – CID temporário não pode ser causa básica.
DIFDATA	Dias obt 1o receb	difdata.cnv	Caracter	8	Diferença entre a data de óbito e data do recebimento original da DO ([DTOBITO] – [DTRECORIG])
	Oport notif (30d)	dias_notif.cnv			
VERSCBPRE	Versão Scb_Pre	VERSCB.CNV	Caracter	7	Versão do SCB da resseleção
DTRECORIG	Ano 1º Recebimento	ANO.CNV	Caracter	8	Data do recebimento original: dd mm aaaa
	Dia 1º Recebimento	DIAS.CNV			
	Mes 1º Recebimento	MESES.CNV			
ESC2010	Escol series	ESCSERIE.CNV	Caracter	1	Escolaridade 2010. Valores: 0 – Sem escolaridade; 1 – Fundamental I (1ª a 4ª série); 2 – Fundamental II (5ª a 8ª série); 3 – Médio (antigo 2º Grau); 4 – Superior incompleto; 5 – Superior completo; 9 – Ignorado.
SERIESCFAL	-----	-----	Caracter	1	Série escolar do falecido. Valores de 1 a 8.
ESCMAE2010	Esc Mae series	ESCSERIE.CNV	Caracter	1	Escolaridade 2010. Valores: 0 – Sem escolaridade; 1 – Fundamental I (1ª a 4ª série); 2 – Fundamental II (5ª a 8ª série); 3 – Médio (antigo 2º Grau); 4 – Superior incompleto; 5 – Superior completo; 9 – Ignorado.
SERIESCMAE	-----	-----	Caracter	1	Série escolar da mãe. Valores de 1 a 8.
SEMAGESTAC	Gestac Detalhada	SGESTAC.CNV	Caracter	3	Semanas de gestação
TPMORTEOCO	Ob Mulher id Fert	TPMORTEOCO	Caracter	1	Informar quando a morte ocorreu: 1 – na gravidez; 2 – no parto; 3 – no aborto; 4 – até 42 dias após o parto; 5 – de 43 dias a 1 ano após o parto; 8 – não ocorreu nestes períodos; 9 – ignorado.
COMUNSVIM	Munic IML/SVO	MUNICBR.CNV	Caracter	7	Código do município do SVO ou do IML
CODMUNNATU	Munic Naturalid	MUNICBR.CNV	Caracter	7	Código do município de naturalidade do falecido
CAUSAMAT	Causa mat Associada	ST_MAT.CNV	Caracter	4	Causa externa associada a uma causa materna
	Matern Assoc C Ext	CAUSAMAT.CNV			

ESMAEAGR1	Esc Mae ser agreg	ESCAGR1.CNV	Caracter	2	Escolaridade 2010 agregada. Valores: 00 – Sem Escolaridade; 01 – Fundamental I Incompleto; 02 – Fundamental I Completo; 03 – Fundamental II Incompleto; 04 – Fundamental II Completo; 05 – Ensino Médio Incompleto; 06 – Ensino Médio Completo; 07 – Superior Incompleto; 08 – Superior Completo; 09 – Ignorado; 10 – Fundamental I Incompleto ou Inespecífico; 11 – Fundamental II Incompleto ou Inespecífico; 12 – Ensino Médio Incompleto ou Inespecífico.
ESMAEAGR2	-----	-----	Caracter	1	Escolaridade em anos. Valores: 1 – Nenhuma; 2 – de 1 a 3 anos; 3 – de 4 a 7 anos; 4 – de 8 a 11 anos; 5 – 12 anos e mais; 9 – Ignorado.
ESCFALAGR1	Escol series agreg	ESCAGR1.CNV	Caracter	2	Escolaridade 2010 agregada. Valores: 00 – Sem Escolaridade; 01 – Fundamental I Incompleto; 02 – Fundamental I Completo; 03 – Fundamental II Incompleto; 04 – Fundamental II Completo; 05 – Ensino Médio Incompleto; 06 – Ensino Médio Completo; 07 – Superior Incompleto; 08 – Superior Completo; 09 – Ignorado; 10 – Fundamental I Incompleto ou Inespecífico; 11 – Fundamental II Incompleto ou Inespecífico; 12 – Ensino Médio Incompleto ou Inespecífico.
ESCFALAGR2	-----	-----	Caracter	1	Escolaridade em anos. Valores: 1 – Nenhuma; 2 – de 1 a 3 anos; 3 – de 4 a 7 anos; 4 – de 8 a 11 anos; 5 – 12 anos e mais; 9 – Ignorado.
STDOEPIDEM	DO epidemiologica	DONOVA.CNV	Caracter	1	Status de DO Epidemiológica. Valores: 1 – SIM; 0 – NÃO.
STDONOVA	DO novo modelo	DONOVA.CNV	Caracter	1	Status de DO Nova. Valores: 1 – SIM; 0 – NÃO.

Anexo F

Variáveis da DNDO

ID	Nome do campo	Tipo	Tamanho	Descrição
1	NUDN	Duplo	8	Número de identificação
2	NUDO	Duplo	8	Número de identificação
2	LOCNASC	Texto	1	Local de nascimento: 1 – Hospital; 2 – Outros estabelecimentos de saúde; 3 – Domicílio; 4 – Outros
3	CODMUNNASC	Texto	6	Código do Município de nascimento (IBGE)
4	CODESTAB	Duplo	8	Código do Estabelecimento de Saúde
5	ESFERA	Texto	10	Público; Privado
6	DTNASCMAE	Data/Hora	8	Data de nascimento da mãe
7	IDADEMAE	Duplo		Idade da mãe
8	NATURALMAE	Duplo	8	Se a mãe for estrangeira, constará o código do país de nascimento.
9	DESNATURAL	Texto	102	Nome do país de país de nascimento da mãe
10	ESTCIVMAE	Texto	1	Código do estado civil da mãe: 1- Solteira; 2- Casada; 3- Viuva; 4- Separada; 5- Uniao Estavel; 9- Ign.
11	DESESTCIVMAE	Texto	102	Descrição do estado civil da mãe
12	RACACORMAE	Texto	1	Código da raça e cor da mãe: 1– Branca; 2– Preta; 3– Amarela; 4– Parda; 5– Indígena.
13	DESRACACORMAE	Texto	102	Descrição do tipo de raça e cor da mãe
14	ESCMAE2010	Texto	1	Código de Escolaridade 2010. Valores: 0 – Sem escolaridade; 1 – Fundamental I (1ª a 4ª série); 2 – Fundamental II (5ª a 8ª série); 3 – Médio (antigo 2º Grau); 4 – Superior incompleto; 5 – Superior completo; 9 – Ignorado
15	DESESCMAE2010	Texto	102	Descrição da escolaridade
16	CODPAISRES	Duplo	8	Código do país de residência
17	CODMUNRES	Texto	6	Código do município de residência (IBGE)
18	GESTACAO	Texto	1	Semanas de gestação: 1– Menos de 22 semanas; 2– 22 a 27 semanas; 3– 28 a 31 semanas; 4– 32 a 36 semanas; 5– 37 a 41 semanas; 6– 42 semanas e mais; 9– Ignorado.
19	GRAVIDEZ	Texto	1	Código do tipo de gravidez: 1– Única; 2– Dupla; 3– Tripla ou mais; 9– Ignorado
20	DESGRAVIDEZ	Texto	102	Descrição do tipo de gravidez
21	PARTO	Texto	1	Código do tipo de parto: 1– Vaginal; 2– Cesário; 9– Ignorado
22	DESPARTO	Texto	102	Descrição do tipo de parto
23	CONSULTAS	Texto	1	Número de consultas de pré-natal. Valores: 1– Nenhuma; 2– de 1 a 3; 3– de 4 a 6; 4– 7 e mais; 9– Ignorado
24	DTNASC	Data/Hora	8	Data do nascimento
25	HORANASC	Texto	10	Horário de nascimento
26	SEXO	Texto	1	Sexo: M – Masculino; F – Feminino; I – ignorado
27	APGAR1	Duplo	8	Índice Apgar 1º minuto
28	APGAR5	Duplo	8	Índice Apgar 5º minuto
29	PESO	Duplo	8	Peso ao nascer em gramas.
30	IDANOMAL	Texto	1	Anomalia identificada: 1– Sim; 2– Não; 9– Ignorado
31	CODBAINASC	Duplo	8	Código do bairro de nascimento (distrito administrativo/PMSP)
32	CODBAIRES	Duplo	8	Código do bairro de residência (distrito administrativo/PMSP)
33	DTULTMENST	Data/Hora	8	Data da ultima menstruação
34	QTDGESTANT	Duplo	8	Número de gestações anteriores
35	QTDPARTNOR	Duplo	8	Número de partos vaginais
36	QTDPARTCES	Duplo	8	Número de partos cesáreos
37	TPMETESTIM	caracter	2	Método utilizado. Valores: 1– Exame físico; 2– Outro método; 9– Ignorado.
38	TPMTESTIM2	Texto	1	Método utilizado Valores: 1– Exame físico; 2– Outro método; 3– DUM; 9– Ignorado
39	DESTPMTESTIM2	Texto	102	Descrição do Método utilizado no campo TPMTESTIM2
40	ANONASC	Texto	4	Ano de nascimento do RN

ID	Nome do campo	Tipo	Tamanho	Descrição
41	ANODUM	Texto	4	Ano da última menstruação
42	ANONASCM	Texto	4	Ano de nascimento da mãe
43	CONSPRENAT	Duplo	8	Número de consultas pré-natal
44	QTDFILVIVO	Duplo	8	Número de filhos vivos
45	QTDFILMORT	Duplo	8	Número de perdas fetais e abortos
46	MESPRENAT	Duplo	8	Mês de gestação em que iniciou o pré-natal
47	TPAPRESENT	Texto	2	Tipo de apresentação do RN. Valores: 1– Cefálico; 2– Pélvica ou podálica; 3– Transversa; 9– Ignorado
48	STTRABPART	Texto	1	Trabalho de parto induzido? Valores: 1– Sim; 2– Não; 3– Não se aplica; 9– Ignorado
49	STCESPARTO	Texto	1	Cesárea ocorreu antes do trabalho de parto iniciar? Valores: 1– Sim; 2– Não; 3– Não se aplica; 9– Ignorado
50	TPNASCASSI	Texto	2	Nascimento foi assistido por? Valores: 1– Médico; 2– Enfermeira/obstetriz; 3– Parteira; 4– Outros; 9– Ignorado
51	TPROBSON	Texto	2	01- Nulíparas com feto único, cefálico, ≥37 semanas, em trabalho de parto espontâneo 02- Nulíparas com feto único, cefálico, ≥37 semanas, cujo parto é induzido ou que são submetidas à cesárea antes do início do trabalho de parto 03- Multíparas sem cesárea anterior, com feto único, cefálico, ≥37 semanas, em trabalho de parto espontâneo 04- Multíparas sem cesárea anterior, com feto único, cefálico, ≥37 semanas, cujo parto é induzido ou que são submetidas à cesárea antes do início do trabalho de parto 05- Todas multíparas com pelo menos uma cesárea anterior, com feto único, cefálico, ≥37 semanas 06- Todas nulíparas com feto único em apresentação pélvica 07- Todas multíparas com feto único em apresentação pélvica, incluindo aquelas com cesárea(s) anterior(es) 08- Todas mulheres com gestação múltipla, incluindo aquelas com cesárea(s) anterior(es) 09- Todas gestantes com feto em apresentação transversa ou oblíqua, incluindo aquelas com cesárea(s) anterior(es) 10- Todas gestantes com feto único e cefálico, <37 semanas, incluindo aquelas com cesárea(s) anterior(es)
52	DIASGESTAC	Inteiro longo	4	Dias de gestação: DTNASC - DTULTMENST, em dias
53	DPGP	Inteiro longo	4	Dias potencias de gravidez perdidos: [(DTNASC - DTULTMENST)em dias -280]
54	SEMAGESTAC	Inteiro	2	Número de semanas de gestação
55	SEMAGESTAC_SPGP	Inteiro longo	4	Semanas potencias de gravidez perdidos: Número de semanas de gestação - 40 semanas
56	TPOBITO	Texto	1	Tipo do óbito: 1 – fetal; 2- não fetal.
57	HORAOBITO	Texto	10	Horário do óbito
58	SEXO_DO	Texto	1	Sexo do falecido: M – Masculino; F – Feminino; I – ignorado
59	DTOBITO	Texto	10	Data do óbito
60	ANOBITO	Texto	4	Ano do óbito

ID	Nome do campo	Tipo	Tamanho	Descrição
61	IDADE	Duplo	8	Idade: composto de dois subcampos. O primeiro, de 1 dígito, indica a unidade da idade, conforme a tabela a seguir. O segundo, de dois dígitos, indica a quantidade de unidades: 0 – Idade menor de 1 hora, o subcampo varia de 01 e 59; 1 – Hora, o subcampo varia de 01 a 23; 2 – Dias, o subcampo varia de 01 a 29; 3 – Meses, o subcampo varia de 01 a 11; 4 – Anos, o subcampo varia de 00 a 99; 5 – Anos (mais de 100 anos), o segundo subcampo varia de 0 a 99.
62	TP_IDADE	Duplo	8	Primeiro caracter que indica a unidade da idade: 0: minutos; 1: horas; 2: dias; 3: meses; 4: anos; 5: centenário.
63	TP_IDADE2	Duplo	8	Segundo e terceiro caracter da idade que indica quantidade
64	OBITOPARTO	Texto	1	Informar como foi a morte em relação ao parto: 1 – antes; 2 – durante; 3 – depois; 9 – Ignorado.
65	OBITOGRAV	Texto	1	Óbito na gravidez: 1 – sim; 2 – não; 9 – ignorado
66	OBITOPUERP	Texto	1	Óbito no puerpério: 1 – Sim, até 42 dias após o parto; 2 – Sim, de 43 dias a 1 ano; 3 – Não; 9 – Ignorado.
67	TPMORTEOCO	Texto	1	Informar quando a morte ocorreu: 1 – na gravidez; 2 – no parto; 3 – no aborto; 4 – até 42 dias após o parto; 5 – de 43 dias a 1 ano após o parto; 8 – não ocorreu nestes períodos; 9 – ignorado.
68	CAUSABAS	Texto	4	Causa básica da DO
69	ATESTADO	Texto	100	CIDs informado no atestado
70	CIDMATERNA	Texto	4	Causa externa associada a uma causa materna
71	NMSUBCAT	Texto	4	Descrição da causa básica (subcategoria)
72	NMCAT	Texto	100	Descrição da causa básica (categoria)
73	NM_GRP	Texto	100	Descrição da causa básica (grupo)
74	NMCAPABR	Texto	100	Descrição da causa básica (capítulo)
75	CODESTAB_DO	Texto	7	Código do Estabelecimento de Saúde do óbito
76	LOCOCOR	Texto	1	Local de ocorrência do óbito: 1 – hospital; pública; 5 outros; 9 – ignorado.
77	CODMUNRES_DO	Texto	6	Código do Município de nascimento (IBGE) do óbito
78	CODBAIRES_DO	Duplo	8	Código do bairro de residência (distrito administrativo/PMSP) do óbito
79	CODMUNOCOR	Texto	6	Código do Município de nascimento (IBGE) do óbito
80	CODBAIOCOR	Duplo	8	Código do bairro de ocorrência (distrito administrativo/PMSP) do óbito

Bibliografia

- [AVH04] Grigoris Antoniou and Frank Van Harmelen. *A semantic web primer*. MIT press, 2004. 13, 15
- [BCG⁺18] Gintaras Barisevičius, Martin Coste, David Geleta, Damir Juric, Mohammad Khodadadi, Giorgos Stoilos and Ilya Zaihrayeu. Supporting digital healthcare services using semantic web technologies. In *International Semantic Web Conference*, pages 291–306. Springer, 2018. 29, 30, 31
- [BGB⁺16] CR Bauer, T Ganslandt, B Baum, J Christoph, I Engel, M Löbe, S Mate, S Stäubert, J Drepper, H-U Prokosch, A Winter and Sax U. Integrated data repository toolkit (IDRT). a suite of programs to facilitate health analytics on heterogeneous medical data. *Methods of information in medicine*, 55(02):125–135, 2016. 6
- [BHBL09] Christian Bizer, Tom Heath and Tim Berners-Lee. Linked data - the story so far. *International journal on semantic web and information systems*, 5(3):1–22, 2009. 1, 12
- [BL06] Tim Berners-Lee. Linked data, 2006. <https://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>, 2006. 1, 11, 12, 14
- [BLFM98] Tim Berners-Lee, Roy T. Fielding and Larry Masinter. Uniform resource identifiers (URI): Generic syntax. *RFC*, 2396:1–40, 1998. 13
- [BPDH10] Cathy J Bradley, Lynne Penberthy, Kelly J Devers and Debra J Holden. Health services research and data linkages: issues, methods, and directions for the future. *Health services research*, 45:1468–1488, 2010. 1, 10, 33
- [Bra11a] Brasil, Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Análise de Situação de Saúde, http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2017/junho/08/inst_dn.pdf. *Manual de Instruções para o preenchimento da Declaração de Nascido Vivo*, 2011. 24
- [Bra11b] Brasil, Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Análise de Situação de Saúde, http://svs.aids.gov.br/download/manuais/Manual_Instr_Preench_DO_2011_jan.pdf. *Manual de Instruções para o Preenchimento da Declaração de Óbito*, 2011. 24
- [Bra15] Brasil, Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção a Saúde, Departamento de Regulação, Avaliação e Controle. *Sistemas de Informação da Atenção à Saúde: Contextos Históricos, Avanços e Perspectivas no SUS*, 2015. 2
- [Bra17] Brasil, Ministério da Saúde, Comitê Gestor da Estratégia eSaúde. *Estratégia de eSaúde para o Brasil*, 2017. 5
- [CFLGP03] Oscar Corcho, Mariano Fernández-López and Asunción Gómez-Pérez. Methodologies, tools and languages for building ontologies. where is their meeting point? *Data & knowledge engineering*, 46(1):41–64, 2003. 16

- [CGL⁺18] Diego Calvanese, Giuseppe De Giacomo, Domenico Lembo, Maurizio Lenzerini and Riccardo Rosati. *Encyclopedia of Database Systems*, chapter Ontology-Based Data Access and Integration, pages 2590–2596. Springer, New York, NY, 2018. [16](#), [19](#)
- [Chr12] Peter Christen. *Data Matching, Data-Centric Systems and Applications*, chapter Introduction, pages 3–22. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. [9](#)
- [CP17] Michelle Cheatham and Catia Pesquita. Semantic data integration. In *Handbook of Big Data Technologies*, pages 263–305. Springer, 2017. [11](#), [12](#), [15](#)
- [CX05] Isabel F Cruz and Huiyong Xiao. The role of ontologies in data integration. *International journal of engineering intelligent systems for electrical engineering and communications*, 13(4):245–252, 2005. [9](#), [11](#), [14](#), [18](#)
- [DC⁺17] F Dhombres, J Charlet et al. Knowledge representation and management, it’s time to integrate! *Yearbook of medical informatics*, 26(01):148–151, 2017. [1](#)
- [dCAVJ19] Matheus Mayron Lima da Cruz, Caio Viktor Silva Avila, Vânia Maria Ponte Vidal and Narciso Moura Arruda Junior. Semanticsus: Um portal semântico baseado em ontologias e dados interligados para acesso, integração e visualização de dados do sus. In *Anais Estendidos do XIX Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde*, pages 13–18. SBC, 2019. [30](#)
- [DH05] AnHai Doan and Alon Y. Halevy. Semantic-integration research in the database community. *AI magazine*, 26(1):83–94, Março 2005. [3](#)
- [DHI12a] AnHai Doan, Alon Halevy and Zachary Ives. *Principles of data integration*, chapter Introduction, pages 1–18. Elsevier, 2012. [9](#)
- [DHI12b] AnHai Doan, Alon Halevy and Zachary Ives. *Principles of data integration*, chapter Describing Data Sources, pages 65–94. Elsevier, 2012. [9](#)
- [dMMV15] Patricia Graziely Antunes de Mendonça, Cristiano Maciel and José Viterbo. Visualizing aedes aegypti infestation in urban areas: A case study on open government data mashups. *Information Polity*, 20(2, 3):119–134, 2015. [6](#)
- [DNM16] Antonio De Nicola and Michele Missikoff. A lightweight methodology for rapid ontology engineering. *Commun. ACM*, 59(3):79–86, Fevereiro 2016. [16](#)
- [DRQK⁺19] CS Diniz, J Reis-Queiroz, CA Kawai, MR Queiroz, E Bonilha, D Niy, BF Sena and S Lansky. “Dias potenciais de gravidez perdidos” (DPGP): uma medida inovadora da idade gestacional. *Revista de Saúde Pública*, 2019. No prelo. [3](#), [5](#)
- [ESS⁺17] Fajar J Ekaputra, Marta Sabou, Estefanía Serral, Elmar Kiesling and Stefan Biffl. Ontology-based data integration in multi-disciplinary engineering environments: A review. *Open Journal of Information Systems (OJIS)*, 4(1):1–26, 2017. [19](#), [20](#), [21](#), [26](#), [27](#), [28](#), [29](#), [30](#)
- [FPB16] Ana Carolina C Ferronato, Fernanda Ramos Pires and Flavia Cristina Bernardini. Um modelo para integração e disponibilização de dados na área de saúde governamental. In *Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*, pages 124–127. SBC, 2016. [6](#)
- [GF95] Michael Grüninger and Mark S Fox. Methodology for the design and evaluation of ontologies. *Proceedings of IJCAI’95*, 1995. [16](#), [17](#), [47](#)
- [GPR16] Anika Groß, Cédric Pruski and Erhard Rahm. Evolution of biomedical ontologies and mappings: Overview of recent approaches. *Computational and structural biotechnology journal*, 14:333–340, 2016. [15](#)

- [GPS⁺15] Veralice Maria Gonçalves, Rosemeri Pedroso, Antônio Marcos dos Santos, Lisia Von Diemen and Flavio Pechansky. Following up crack users after hospital discharge using record linkage methodology: an alternative to find hidden populations. *Bio-Med Research International Journal*, 2015, 2015. [3](#), [10](#)
- [Gru93] Thomas R Gruber. A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge acquisition*, 5(2):199–220, 1993. [14](#)
- [HB11] Tom Heath and Christian Bizer. *Linked data: Evolving the web into a global data space*, volume 1, chapter Principles of Linked Data, pages 7–28. Morgan & Claypool Publishers, 2011. [12](#), [14](#)
- [HKR⁺04] Matthew Horridge, Holger Knublauch, Alan Rector, Robert Stevens and Chris Wroe. *A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using The Protégé-OWL Plugin and CO-ODE Tools Edition 1.0*, 2004. [16](#)
- [HMS17] Su-Cheng Haw, Jiawei Wilson May and Samini Subramaniam. Mapping relational databases to ontology representation: A review. In *Proceedings of the International Conference on Digital Technology in Education*, pages 54–58. ACM, 2017. [16](#), [35](#), [39](#)
- [KPTR⁺06] Fábio Natanael Kepler, Christian Paz-Trillo, Joselyto Riani, Márcio Moretto Ribeiro, Karina Valdivia Delgado, Leliane Nunes de Barros and Renata Wassermann. Classifying ontologies. In *WONTO*, 2006. [16](#)
- [KRMZ13] Roman Kontchakov, Mariano Rodriguez-Muro and Michael Zakharyashev. *Reasoning Web. Semantic Technologies for Intelligent Data Access*, chapter Ontology-based data access with databases: A short course, pages 194–229. Springer, 2013. [19](#)
- [LOV17] Gabriel Lopes, Mauro Oliveira and Vania Vidal. Lais: Towards to a linked data framework to support decision-making on healthcare. *5th International Workshop on ADVANCEs in ICT Infrastructures and Services*, 2017. [6](#), [29](#), [31](#)
- [LVO16a] Gabriel Lopes, Vânia Vidal and Mauro Oliveira. Construção de linked data mashup para integração de dados da saúde pública. In *SBBD*, pages 145–150, 2016. [7](#)
- [LVO16b] Gabriel Lopes, Vânia Vidal and Mauro Oliveira. A framework for creation of linked data mashups: A case study on healthcare. In *Proceedings of the 22nd Brazilian Symposium on Multimedia and the Web*, pages 327–330. ACM, 2016. [6](#), [29](#), [30](#), [31](#)
- [MBM12] Eduardo C. Moraes, Kellyton Brito and Silvio Meira. OntoPHC: An Ontology Applied For Primary Health Care. *Procedia Computer Science*, 9:1543 – 1552, 2012. *Proceedings of the International Conference on Computational Science, ICCS 2012*. [6](#)
- [MFD16] Kgotatso Desmond Mogotlane and Jean Vincent Fonou-Dombeu. Automatic conversion of relational databases into ontologies: A comparative analysis of Protégé plug-ins performances. *International Journal of Web and Semantic Technology (IJWesT)*, 7(3/4), Outubro 2016. [16](#)
- [MGL⁺09] Angelica Espinosa Miranda, Jonathan E Golub, Francisca de Fátima Lucena, Ethel Noia Maciel, Maria de Fátima Gurgel and Reynaldo Dietze. Tuberculosis and AIDS co-morbidity in Brazil: linkage of the tuberculosis and AIDS databases. *Brazilian Journal of Infectious Diseases*, 13(2):137–141, 2009. [3](#), [10](#)

- [MSAPLC⁺17] FJ Martin-Sanchez, V Aguiar-Pulido, GH Lopez-Campos, N Peek and L Sacchi. *Learning from Experience: Secondary Use of Patient Data*, volume 26, chapter Secondary use and analysis of big data collected for patient care, pages 28–37. Georg Thieme Verlag KG, 2017. [1](#)
- [MSMS17] Livia Teixeira de Souza Maia, Wayner Vieira de Souza, Antonio da Cruz Gouveia Mendes and Aline Galdino Soares da Silva. Use of linkage to improve the completeness of the SIM and SINASC in the Brazilian capitals. *Revista de saúde pública*, 51:112, 2017. [3](#), [10](#)
- [NM01] Natalya F Noy and Deborah L McGuinness. *Ontology development 101: A guide to creating your first ontology*. Stanford knowledge systems laboratory technical report, 2001. [16](#)
- [PdMdSP10] Coordenação de Epidemiologia e Informação CEInfo Prefeitura do Município de São Paulo, Secretaria Municipal da Saúde. *Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos. Manual do Selo SINASC 2010*, 2010. [24](#)
- [PM04] Helena Sofia Pinto and João P Martins. Ontologies: How can they be built? *Knowledge and information systems*, 6(4):441–464, 2004. [16](#)
- [PPS⁺18] Robespierre Pita, Clícia Pinto, Samila Sena, Rosemeire Fiaccone, Leila Amorim, Sandra Reis, Mauricio L Barreto, Spiros Denaxas and Marcos Ennes Barreto. On the accuracy and scalability of probabilistic data linkage over the Brazilian 114 million cohort. *IEEE journal of biomedical and health informatics*, 22(2):346–353, 2018. [10](#)
- [PPSW19] Débora Lina N Ciriaco Pereira, Alexandre Pessoa, Laís Salvador and Renata Wassermann. Semantic Data Integration for Public Health in Brazil. In *LatinX in AI Research at ICML 2019*, Long Beach, United States, Junho 2019. [29](#)
- [PVGPSF14] María Poveda-Villalón, Asunción Gómez-Pérez and Mari Carmen Suárez-Figueroa. OOPS! (Ontology Pitfall Scanner!): An on-line tool for ontology evaluation. *Int. J. Semant. Web Inf. Syst.*, 10(2):7–34, Abril 2014. [54](#)
- [PWS18] Débora Lina N Ciriaco Pereira, Renata Wassermann and Laís Salvador. Integração semântica das bases de dados do município de São Paulo: Um estudo de caso com anomalias congênitas. *Ontobras*, 2018. [29](#)
- [RP16] Petar Ristoski and Heiko Paulheim. Semantic web in data mining and knowledge discovery. *Web Semant.*, 36(C):1–22, Janeiro 2016. [6](#)
- [RROB11] Rogéria Rocha, Mirella Rodrigues, Conceição Oliveira and Cristine Bonfim. Aplicação da técnica de linkage entre as bases de dados de nascidos vivos e óbitos para estudo da mortalidade neonatal no Recife (PE), Brasil. *Espaço para a Saúde-Revista de Saúde Pública do Paraná*, 12(2):38–44, 2011. [10](#)
- [Rus18] Robert C Russell. Index., Abril 1918. US Patent US1261167A. [34](#)
- [SB06] Edward H Shortliffe and G Octo Barnett. Biomedical data: Their acquisition, storage, and use. In *Biomedical informatics*, pages 46–79. Springer, 2006. [1](#)
- [SF14] Rômulo Cristovão de Souza and Sergio Miranda Freire. Integração de dados ambulatoriais de quimioterapia e radioterapia nas bases de dados do SUS. *Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica*, pages 1904–1907, 2014. [10](#)

- [SGSK18] Giorgos Stoilos, David Geleta, Jetendr Shamdasani and Mohammad Khodadadi. A novel approach and practical algorithms for ontology integration. In *International Semantic Web Conference*, pages 458–476. Springer, 2018. 6
- [SGW⁺18] Giorgos Stoilos, David Geleta, Szymon Wartak, Sheldon Hall, Mohammad Khodadadi, Yizheng Zhao, Ghadah Alghamdi and Renate A Schmidt. Methods and metrics for knowledge base engineering and integration. In *WOP@ ISWC*, pages 72–86, 2018. 6
- [STV⁺06] João Paulo Lyra da Silva, Claudia Maria de Rezende Travassos, Miguel Murat de Vasconcellos, Linair Maria Campos et al. Revisão sistemática sobre encadeamento ou linkage de bases de dados secundários para uso em pesquisa em saúde no Brasil. *Cadernos Saúde Coletiva*, pages 197–224, 2006. 10
- [Sã12] São Paulo cidade, Secretaria Municipal da Saúde, Coordenação de Epidemiologia e Informação – CEInfo. *Declaração de Nascido Vivo - Manual de Anomalias Congênicas*, 2012. 5
- [THHT19] Elodie Thiéblin, Ollivier Haemmerlé, Nathalie Hernandez and Cassia Trojahn. Survey on complex ontology matching. *Semantic Web*, pages 1–39, 2019. 59
- [VCA⁺15] Vânia MP Vidal, Marco A Casanova, Narciso Arruda, Mariano Roberval, Luiz Paes Leme, Giseli Rabello Lopes and Chiara Renso. Specification and incremental maintenance of linked data mashup views. In *International Conference on Advanced Information Systems Engineering*, pages 214–229. Springer, 2015. 6, 29, 30, 31
- [WDA⁺16] Mark D Wilkinson, Michel Dumontier, IJsbrand Jan Aalbersberg, Gabrielle Appleton, Myles Axton, Arie Baak, Niklas Blomberg, Jan-Willem Boiten, Luiz Bonino da Silva Santos, Philip E Bourne et al. The FAIR guiding principles for scientific data management and stewardship. *Scientific data*, 3:160018, 2016. 1
- [WVV⁺01] Holger Wache, Thomas Voegelé, Ubbo Visser, Heiner Stuckenschmidt, Gerhard Schuster, Holger Neumann and Sebastian Hübner. Ontology-based integration of information - a survey of existing approaches. In *IJCAI-01 workshop: ontologies and information sharing*, volume 2001, pages 108–117. Citeseer, 2001. 14, 20, 21, 26, 30
- [XHB⁺18] Guohui Xiao, Dag Hovland, Dimitris Bilidas, Martin Rezk, Martin Giese and Diego Calvanese. Efficient ontology-based data integration with canonical IRIs. In *European Semantic Web Conference*, pages 697–713. Springer, 2018. 19
- [ZHZZ07] X. Zhang, C. Hu, Q. Zhao and C. Zhao. Semantic data integration in materials science based on semantic model. In *Third IEEE International Conference on e-Science and Grid Computing (e-Science 2007)*, pages 320–327, Dec 2007. 6