



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG
CENTRO DE CIÊNCIAS COMPUTACIONAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

Dissertação de Mestrado

OntoToT: Uma Ontologia para Verificação de Compleitude e Conformidade em Documentos da Indústria de Petróleo

Mario Ricardo Nascimento Marques Junior

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Computação da Universidade Federal do Rio Grande - FURG, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Computação

Orientador: Prof. Dr. Eder Mateus Nunes Gonçalves

Rio Grande, 2022

Ficha Catalográfica

M357o Marques Junior, Mario Ricardo Nascimento.

OntoToT: uma ontologia para verificação de completude e conformidade em documentos da Indústria de Petróleo / Mario Ricardo Nascimento Marques Junior. – 2022.

112 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Programa de Pós-Graduação em Computação, Rio Grande/RS, 2022.

Orientador: Dr. Eder Mateus Nunes Gonçalves.

1. Ontologia 2. *Databook* 3. Inspeção 4. Indústria de Petróleo
I. Gonçalves, Eder Mateus Nunes II. Título.

CDU 665.6

Catálogo na Fonte: Bibliotecário José Paulo dos Santos CRB 10/2344

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

OntoToT: Uma Ontologia para Verificação de Completude e Conformidade em Documentos da Indústria de Petróleo

Mario Ricardo Nascimento Marques Junior

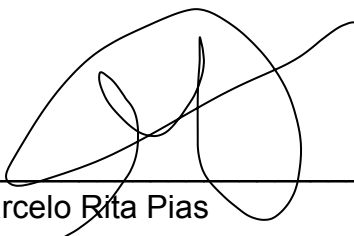
Banca examinadora:



Prof. Dr. Carlos Rodrigues Rocha



Prof. Dr. Eduardo Nunes Borges



Prof. Dr. Marcelo Rita Pias



Prof. Dr. Eder Mateus Nunes Gonçalves
Orientador

*Dedico este trabalho ao meus pais,
sem vocês não teria chegado aqui.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para que essa etapa se concluísse. Agradeço aos professores do projeto ToT que mesmo antes do “projeto ser projeto” se dedicaram ao máximo para que isso se tornasse realidade, fomentando a pesquisa em uma época sombria para a Ciência. Também agradeço a toda equipe do projeto ToT, que sempre estiveram dispostos a ajudar e trocar conhecimentos, especialmente a “gurizada” do Annotation com quem tive mais contato.

Agradeço ao meu orientador, professor Eder, que sempre esteve disposto para dialogar tanto em relação a assuntos técnicos quanto à desabafos relacionados a alguma “frustração científica” e que também teve bastante paciência durante a elaboração desta dissertação.

Agradeço aos colegas e amigos Julio e Vanessa, amizade essa que já perdura alguns anos, desde a graduação. A nossa amizade, que foi importante na graduação, novamente foi importante no mestrado, onde nela encontramos força para superar os diversos obstáculos que encontramos durante essa fase. Mesmo com o distanciamento devido a pandemia, levarei no coração o que aprendi com vocês.

Agradeço e muito a minha namorada Kaline, que teve muita paciência e sempre me acolheu nos momentos difíceis, ouviu minhas frustrações e me motivou a não abandonar o curso. Sem o teu amor, teu colo e teu abraço, não teria concluído este trabalho. Muito obrigado pelo apoio e carinho, sem ele não teria chegado aqui.

Por fim, agradeço aos meus pais, que sempre me incentivaram e apoiaram ao estudo, que sempre estiveram ao meu lado e batalharam para me proporcionar o melhor possível. Sem vocês, hoje não seria quem sou.

*O conhecimento serve
para encantar pessoas,
não para humilhá-las.*
— MARIO SERGIO CORTELLA

RESUMO

NASCIMENTO MARQUES JUNIOR, Mario Ricardo. **OntoToT: Uma Ontologia para Verificação de Completude e Conformidade em Documentos da Indústria de Petróleo**. 2022. 112 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Computação. Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande.

Databooks são os principais documentos de acompanhamento e validação de uma obra na indústria petrolífera, onde estão reunidas diversas informações como certificados de qualidade e relatórios técnicos. Porém, a análise desses *Databooks* demanda muitas homens-hora (HH) de profissionais, e ainda estará sujeito à falhas. Uma abordagem para otimizar essa tarefa é a utilização de um sistema inteligente de busca e validação dessa documentação. Uma vez os documentos digitalizados, algoritmos podem auxiliar o profissional a analisar esses *Databooks*, a partir da indexação e verificações automáticas. Um problema que surge dessa abordagem é a dificuldade de desenvolver um modelo conceitual válido para todos os *Databooks* encontrados e todos os tipos de componentes e estruturas sujeitos a procedimentos de inspeção. Como essa modelagem é feita manualmente por profissionais, essa tarefa se torna difícil, lenta e muitas vezes ineficiente. Para mitigar esse problema, este trabalho desenvolve uma ontologia para verificação de completude e conformidade em documentos da indústria de petróleo, denominada OntoToT. Ela descreve documentos, atributos e verificações necessárias para a inspeção de diferentes tipos de componentes da indústria de petróleo. Através da avaliação, verificou-se que a ontologia viabiliza o tratamento da diversidade de tipos de componentes, documentos e verificações. Também constatou-se que a ontologia é expansível para novos documentos e verificações presentes no domínio estudado.

Palavras-chave: Ontologia, *Databook*, Inspeção, Indústria de petróleo.

ABSTRACT

NASCIMENTO MARQUES JUNIOR, Mario Ricardo. **OntoToT: An Ontology for Completeness and Conformity Verification in Oil Industry Documents**. 2022. 112 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Computação. Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande.

Databooks are the main documents for monitoring and validating a construction in the oil industry, where various information such as quality certificates and technical reports are gathered. However, the analysis of these Databooks demands many man-hours from professionals, and still will be subject to failures. One approach to optimize this task would be to use an intelligent system to search and validate this documentation. Once the documents have been digitized, algorithms could help the professional to analyze these Databooks, by execution of automatic indexing and verifications. A problem that arises from this approach is the difficulty of developing a valid conceptual model for all Databooks found and all types of components and structures subject to inspection procedures. As this modeling is done manually by professionals, this task becomes difficult, slow and often inefficient. To mitigate this problem, this work develops an ontology for verification of completeness and compliance in documents of the oil industry, called OntoToT. It describes documents, attributes and checks required for the inspection of different types of components in the oil industry. Through evaluation, it was verified that the ontology enables the treatment of the diversity of types of components, documents and verifications. It was also found that the ontology is expandable to new documents and verifications present in the studied domain.

Keywords: Ontology, Databook, Inspection, Oil Industry.

LISTA DE FIGURAS

1	Processo de inspeção de um bem.	18
2	Fluxograma do processo de verificação de <i>Databooks</i>	19
3	Relatórios de análise química.	20
4	Processo de desenvolvimento e ciclo de vida da Methontology.	23
5	Processo de desenvolvimento pelo guia <i>Ontology Development 101</i>	23
6	Procedimento proposto na metodologia de Gruninger e Fox.	24
7	A estrutura da IKBO.	25
8	Classes <i>Inspection(a)</i> e <i>InspectionActivity (b)</i> , componentes de <i>Inspection Data Model</i>	27
9	Classe <i>InspectionFinding</i> em <i>Inspection Result Model</i>	27
10	Classes <i>InspectionRecommendation(a)</i> e <i>Corrective Action(b)</i> em <i>Inspection Assessment Model</i>	28
11	Subclasses de <i>possible_individual</i>	29
12	Subclasses de <i>physical_object</i>	30
13	Diagrama descrevendo a composição e as classes da ontologia DoCO.	31
14	Padrões para estruturas de documentos (classes inferiores, em azul) e seus relacionamentos com padrões de alto nível (classes superiores, em amarelo).	31
15	Arquitetura do sistema ToT.	35
16	Árvore do conceito <i>Arquivo PDF</i>	39
17	Árvore do conceito <i>Documentos</i>	39
18	Árvore do conceito <i>Atributos</i>	40
19	Exemplo de um Pedido de compras.	40
20	Árvore do conceito <i>Pedido de compra</i>	41
21	Árvore do conceito <i>PIT</i>	41
22	Exemplo de um Plano de Inspeções e Testes - PIT.	42
23	Árvore do conceito <i>Certificado de qualidade</i>	42
24	Exemplos de certificados de qualidade.	43
25	Árvore do conceito <i>Verificações</i>	43
26	Processo de avaliação da OntoToT.	45
27	Hierarquia de classes da OntoToT.	50
28	Propriedades da OntoToT.	53
29	Axiomas <i>Certificados de qualidade não completos</i> a esquerda e <i>Certificados de qualidade completos</i> a direita.	55

30	Axiomas <i>Pedidos de compra não completos</i> a esquerda e <i>Pedidos de compra completos</i> a direita.	55
31	Axiomas <i>PIT não completos</i> a esquerda e <i>PIT completos</i> a direita. . .	55
32	Resultado do axioma <i>Pedidos de compra completos</i> . Ao lado esquerdo são exibidos os pedidos de compra completos e do lado direito os pedidos de compra não completos.	58
33	Resultado axioma <i>PITs completos</i> a esquerda e <i>PITs não completos</i> a direita.	59
34	Resultado axiomas <i>Certificados de qualidade completos</i> a esquerda e <i>Certificados de qualidade não completos</i> a direita.	61
35	Subclasses inseridas para representação do certificado de análise química.	65
36	Axiomas <i>Certificados de análise química completos</i> a esquerda e <i>Certificados de análise química não completos</i> a direita.	66
37	Axiomas <i>Certificados de análise química conformes ASTM A193 B7</i> a esquerda e <i>Certificados de análise química não conformes ASTM A193 B7</i> a direita	66
38	Resultado axiomas <i>Certificados de análise química completos</i> a esquerda e <i>Certificados de análise química não completos</i> a direita. . .	67
39	Resultado axiomas <i>Certificados de análise química conformes ASTM A193 B7</i> a esquerda e Resultado axiomas <i>Certificados de análise química não conformes ASTM A193 B7</i> a direita.	67
40	Sistema proposto para geração de banco de dados através de ontologia.	69
41	Ferramenta de anotação.	71

LISTA DE TABELAS

1	Quadro sinóptico das metodologias, métodos e norma frete às categorias de análise predefinidas.	24
2	Propriedades de objeto.	52
3	Propriedades de dados.	54
4	Pedidos de compra analisados e suas informações extraídas.	57
5	Verificação de completude em pedidos de compra manualmente e através da ontologia.	59
6	PITs analisados e suas informações extraídas.	60
7	Verificação de completude em PITs manualmente e através de ontologia.	60
8	Certificados de qualidade analisados e suas informações extraídas.	62
9	Verificação de completude em certificados de qualidade manual e através de ontologia.	63
10	Requisitos químicos solicitados pela norma ASTM A193 Gr. B7.	64
11	Propriedade de objeto <i>Certificado de análise química deve ter</i>	64
12	Certificados de análise química ASTM A193 Gr. B7 analisados e suas informações extraídas.	68
13	Verificação de completude e conformidade em certificados de análise química ASTM A193 Gr. B7 manualmente e através da ontologia.	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	American Petroleum Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
DoCO	Documents Components Ontology
FURG	Universidade Federal do Rio Grande
HTML	HyperText Markup Language
IKBO	Inspection Knowledge Base Ontology
ISO	International Organization for Standardization
JSON	JavaScript Object Notation
LODE	Live OWL Documentation Environment
NCM	Nomenclatura Comum do Mercosul
OCR	Reconhecimento Ótico de Caracteres
OWL	Ontology Web Language
OWL2 DL	Ontology Web Language 2 Description Logics
PDF	Portable Document Format
PIT	Plano de Inspeções e Testes
RDF	Resource Description Frameworks
ToT	Text of Things
W3C	World Wide Web Consortium
XML	eXtensible Markup Language

SUMÁRIO

1	Introdução	15
1.1	Motivação	16
1.2	Objetivo geral	16
1.3	Objetivos específicos	16
2	Fundamentação Teórica	17
2.1	Inspeção de componentes para óleo e gás	17
2.2	Ontologias	20
2.2.1	Metodologias para desenvolvimento de ontologias	22
2.2.2	Ontologias relacionadas	25
3	Sistema Text of Things - ToT	33
3.1	Arquitetura do sistema ToT	34
3.2	Ontologias no contexto do ToT	35
4	Processo de desenvolvimento da OntoToT	37
4.1	Especificação	37
4.2	Aquisição do conhecimento	38
4.3	Conceitualização	38
4.4	Formalização	42
4.5	Implementação	43
4.5.1	Ambiente de desenvolvimento	44
4.5.2	Linguagem	44
4.5.3	Motor de inferência	44
4.6	Integração	45
4.7	Avaliação	45
4.8	Documentação	46
5	Descrição, aplicação e avaliação da ONTOTOT	47
5.1	Descrição da ontologia OntoToT	47
5.1.1	Classes e Hierarquia de Classes	47
5.1.2	Propriedades de objetos	51
5.1.3	Propriedades de dados	52
5.1.4	Axiomas	52
5.2	Avaliação	55
5.2.1	Avaliação Pedido de Compra	56
5.2.2	Avaliação Plano de Inspeções e Testes - PIT	58

5.2.3	Avaliação Certificado de Qualidade	61
5.2.4	Manutenção	63
5.3	Cenários de Aplicação	69
5.3.1	Geração de banco de dados	69
5.3.2	Ferramenta de anotação	70
6	Conclusão	72
6.1	Trabalhos futuros	73
	Referências	74
 ANEXOS		
	Apêndice A - Documentação OntoToT	78

1 INTRODUÇÃO

Os *Databooks* são os principais documentos de um equipamento ou grande obra na indústria petrolífera. Esses documentos reúnem todas as informações geradas e registradas, como documentos de engenharia e suas alterações, pedidos de compra, ensaios realizados, certificados de qualidade, relatórios de inspeção, entre outros [1]. Desta forma, um *Databook* mantém o histórico de um dado empreendimento e todos os seus componentes envolvidos, sendo formado por uma documentação com milhares de páginas.

A análise desses *Databooks* é feita por profissionais capacitados. Esses profissionais devem analisar cuidadosamente cada página do *Databook* buscando por anormalidades, como por exemplo a falta de um relatório de inspeção, um documento sem assinatura ou atos de má-fé. O problema dessa análise é o alto tempo gasto, uma vez que o profissional deve procurar manualmente por essas anomalias. Além disso, um *Databook* deve ser verificado quanto a critérios de completude (se contém todos os documentos obrigatórios) e conformidade (se todos os documentos estão corretos quanto aos procedimentos adotados). Sem um sistema de busca adequado, cada atividade pode ocupar técnicos durante horas, dias ou mesmo semanas de trabalho.

Dada a diversidade de operações, tipos de registros, pessoas e empresas envolvidas, e a falta de um sistema de informação capaz de definir uma padronização, um *Databook* é formado por documentos sem uma estruturação padrão, normalmente obtidos pela digitalização de documentos impressos (informação gráfica), e sem uma organização fixa. Essas características dificultam a análise, o registro e a recuperação de toda a informação desta documentação, além da aplicação das funções de completude e conformidade necessárias a validação do *Databook*.

Diante dessa problemática, surge o projeto ToT - *Text of Things* na Universidade Federal do Rio Grande - FURG. Esse projeto tem como objetivo a utilização de técnicas de visão computacional e ciência de dados para a verificação automática de completude, conformidade e má fé em registros e documentos de compra, construção e montagem. Essa abordagem permite ao inspetor a otimização em relação ao processo de busca e verificações em *Databooks*. Uma abordagem para otimizar essa tarefa seria a utilização de um sistema inteligente de busca. Uma vez os documentos digitalizados, algoritmos

poderiam auxiliar o profissional a analisar os *Databooks* executando funções de registro e recuperação de informações, além de executar funções de verificação de completude e conformidade.

1.1 Motivação

Para que os dados extraídos dos *Databooks* sejam armazenados em um banco de dados, devem ser pré-processados, pois geralmente se originam de um documento digitalizado ou um documento PDF (*Portable Document Format*).

Após o pré-processamento, os dados extraídos devem ser armazenados em um banco de dados. Entretanto, diferentes empresas fornecem diferentes equipamentos e serviços, e consequentemente seus relatórios são entregues em diferentes formatos, seja no conteúdo como na sua forma. Logo, a modelagem conceitual, uma das etapas mais importantes em um banco de dados [2], deveria ser realizada para cada item do *Databook*, pois nessa etapa são analisados requisitos para definir a estrutura do sistema.

Essa modelagem é feita manualmente por um profissional, com base em sua experiência, no domínio do sistema e certas regras definidas por normas técnicas internacionais. Entretanto, quando grandes sistemas são desenvolvidos, aumenta-se a dificuldade para desenvolver e manter um esquema existente [3]. Nesse contexto, o desenvolvimento de uma ontologia é mais vantajoso devido a facilidade para manutenção quando comparada ao esquema de dados. Além disso, a ontologia fornece maior clareza semântica dando significado aos componentes.

1.2 Objetivo geral

Desenvolver uma ontologia para verificação de completude e conformidade em documentos da indústria de petróleo, disponibilizando o conhecimento sobre os documentos existentes no domínio e os processos de verificação de completude e conformidade. Além disso, a ontologia deve ser desenvolvida de modo a permitir sua expansão.

1.3 Objetivos específicos

São definidos os seguintes objetivos específicos:

- Identificação dos componentes envolvidos no processo de verificação de completude e conformidade de *Databooks*;
- Validar a ontologia desenvolvida através de documentos fornecidos pela empresa parceira do projeto ToT;
- Descrever cenários de aplicação da ontologia no contexto do projeto ToT.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse capítulo são abordados conceitos teóricos que permitem o desenvolvimento do trabalho aqui proposto. Primeiramente é apresentado o processo de inspeção de componentes empregados na indústria de petróleo e gás. Em seguida são apresentados conceitos relacionados a ontologias e metodologias para o desenvolvimento dessas. Por fim, são apresentados ontologias relacionadas ao domínio estudado.

2.1 Inspeção de componentes para óleo e gás

Na fabricação e fornecimento de equipamentos para a Indústria do Petróleo, a Gestão de Qualidade é um instrumento controlador e normatizador, provendo um gerenciamento para um Sistema de Qualidade, abrangendo a estrutura organizacional, os procedimentos, os processos e os recursos [4].

A inspeção é uma parte crítica da indústria de petróleo *onshore* e *offshore* devido a sua influência na manutenção da segurança, confiabilidade e disponibilidade do equipamento [5]. No âmbito da indústria de petróleo no Brasil, o documento que rege as diretrizes relacionadas à inspeção de fabricação de equipamentos para óleo e gás é o ABC da Inspeção de Fabricação [6].

De acordo com esse documento, inspeção de fabricação “é a atividade desenvolvida com fins de planejamento e execução visando verificar, nas instalações do fornecedor e/ou subfornecedores envolvidos, a conformidade dos equipamentos ou materiais fabricados com os documentos contratuais”.

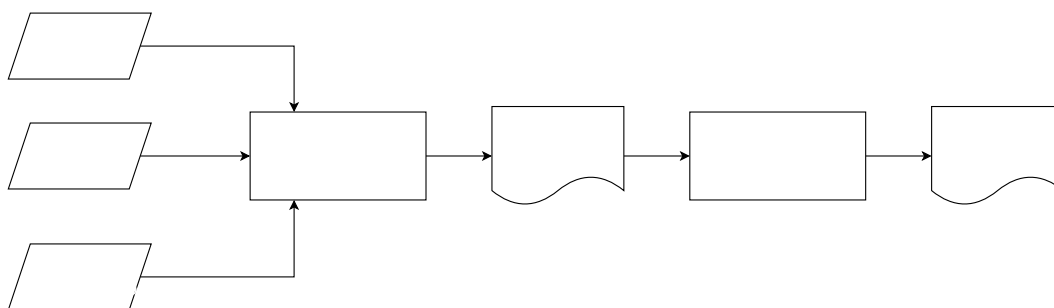
Um bem é definido como qualquer sistema, equipamento, produto ou material que o fornecedor deve entregar ao cliente de acordo com o contrato.

O processo de inspeção varia de acordo com o bem e o tipo de inspeção de fabricação. A indicação do tipo de inspeção de fabricação varia de acordo com a criticidade do material, complexidade operacional do material, complexidade ou ineditismo do processo de fabricação e do controle da qualidade, complexidade ou ineditismo do projeto. Os tipos de inspeção de fabricação podem ser: “A”, “B”, “C” e “L”. As inspeções dos tipos “A” e “B” possuem características de uma inspeção final com ênfase no produto acabado.

A inspeção do tipo “C”, além do acompanhamento de eventos finais, afere o processo fabril do fornecedor, criando pontos de espera obrigatórios e de observação, ao longo da fabricação. O tipo de inspeção “L” indica que o fornecedor está liberado de inspeção em fábrica por parte do cliente.

O processo de inspeção de fabricação de um bem é descrito através da Figura 1. De acordo com o bem inspecionado, as normas técnicas e o nível de inspeção, é elaborado um Plano de Inspeção e Testes (PIT). O PIT é um documento elaborado pelo fornecedor contido no seu plano da qualidade, seguindo os padrões estabelecidos pelas normas de gestão da qualidade e normas técnicas definidas no contrato.

Figura 1: Processo de inspeção de um bem.



Fonte: O autor.

A partir do PIT, o fornecedor deve realizar todos ensaios e certificações orientadas, de acordo com a fase de fabricação. Toda documentação de um bem é anexada a um *Databook*. O *Databook* é considerado o certificado de garantia para o cliente, ou seja, nele consta todas as informações com a rastreabilidade necessária.

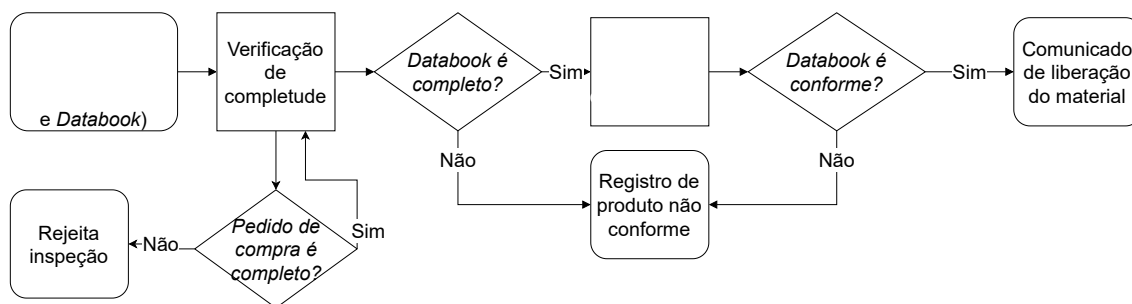
Após a fabricação do bem, um inspetor da contratante realiza a análise de completude e conformidade da documentação. A completude consiste em verificar se todas as informações e certificados, relatórios e ensaios necessários estão anexados ao *Databook*. A conformidade consiste em verificar se esses documentos estão de acordo com as normas especificadas no contrato.

A Figura 2 ilustra o processo de verificação de um *Databook* através de um fluxograma. A primeira etapa consiste em o inspetor receber os documentos necessários para a realização da inspeção documental, sendo esses documentos o pedido de compra, PIT e *Databook*. Após isso, o pedido de compra deve ser avaliado quanto ao critério de completude, isto é, se todas as informações necessárias estão presentes. Se está completo, se dá prosseguimento ao processo de inspeção. Caso contrário, o inspetor rejeita a inspeção justificando a causa.

Por seguinte, é realizada a verificação de completude do *Databook*, dividida em duas etapas. Na primeira etapa, o inspetor deve analisar todos os certificados, relatórios e ensaios contidos no *Databook* para constatar que todas as informações necessárias estão

presentes. Havendo alguma informação omitida, é emitido o registro de produto não conforme. É importante destacar que existe apenas o documento chamado de registro de produto não conforme para relatar as causas de não liberação do material. Logo, os termos verificação de completude e conformidade não devem ser confundidos com esse documento.

Figura 2: Fluxograma do processo de verificação de *Databooks*.



Fonte: O autor

Confirmadas as completudes do pedido de compra e dos certificados, relatórios e ensaios presentes no *Databook* inicia-se a segunda etapa, a verificação de completude do *Databook*. Para isso, o inspetor deve realizar a leitura do PIT para identificar quais documentos devem estar presentes no *Databook*. Conhecendo isso, é realizada a busca desses documentos no *Databook*. Se algum documento estiver ausente, emite-se um registro de produto não conforme. Do contrário, avança-se para a verificação de conformidade.

A verificação de conformidade consiste em verificar se determinado certificado, relatório ou ensaio está de acordo com a norma especificada no pedido de compra e PIT. Para isso, deve-se confrontar um a um desses documentos contidos no *Databook* com a referida norma. Se identificada divergência em pelo menos um documento, isto é, a não conformidade, emite-se um registro de produto não conforme. Se todos documentos estiverem de acordo com suas respectivas normas, ou seja, estão em conformidade, é emitido o comunicado de liberação de material.

Existem algumas dificuldades durante a realização da verificação de *Databooks*. Por exemplo, devido a grande quantidade de fornecedores, os documentos não possuem uma formatação padrão, assim dificultando a identificação visual das informações. Na Figura 3 são demonstrados dois relatórios que se referem ao mesmo tipo de certificação, porém com formatos completamente diferentes. Além disso, como grande parte dos documentos são digitalizados, desse modo não é possível que seja feita uma busca textual através de um software.

Outro exemplo de dificuldade é a quantidade de horas-homem empregadas nessa tarefa. *Databooks* de equipamentos mais simples, como por exemplo de um parafuso, possuem menos itens a serem verificados que equipamentos mais complexos, como por

Figura 3: Relatórios de análise química.

The figure displays two chemical analysis reports. The left report, from Shandong Bureau of Materials, includes a table for chemical composition (C, Si, Mn, P, S, Cr, Ni, Mo, Cu, W, V, Ti, B, Nb, Al, O, Pb, Sn, As, Bi, Co) and a table for mechanical properties (Re, Rp0.2, Rp0.01, A, Z, n, HB, HRC). The right report, from Indústria Metalúrgica Ltda., includes a table for chemical composition (C, Si, Mn, P, S, Cr, Ni, Mo, Cu, W, V, Ti, B, Nb, Al, O, Pb, Sn, As, Bi, Co) and a table for mechanical properties (Re, Rp0.2, Rp0.01, A, Z, n, HB, HRC).

Fonte: O autor.

exemplo uma válvula. Quanto mais complexo o item, mais horas-homem serão empregadas, ocupando o inspetor exclusivamente para aquela tarefa, que pode levar dias dependendo da complexidade do equipamento. Essa análise pode se tornar monótona e rotineira, reduzindo a atenção do inspetor, que por sua vez pode cometer uma falha na execução de uma ação tendo em conta o planejado [7].

2.2 Ontologias

O termo “ontologia” é usado com diferentes significados em diferentes comunidades. Em primeiro caso, atribuímos a uma disciplina filosófica, nomeadamente o ramo da filosofia que lida com a natureza e a estrutura da “realidade”. Aristóteles definiu a Ontologia como a ciência do “ser enquanto ser”, ou seja, o estudo dos atributos que pertencem às coisas por causa de sua própria natureza.

Já as ontologias computacionais são um meio de modelar formalmente a estrutura de um sistema, ou seja, as entidades e relações relevantes que emergem de sua observação, e que são úteis para nossos propósitos [8]. Na área da Ciência da Computação, ontologias são utilizadas para modelagem, tanto em sistemas baseados em banco de dados como para representação do conhecimento [9].

De acordo com Almeida [9], na literatura notam-se duas principais definições para ontologia na Ciência da Computação. A primeira refere-se ao uso de princípios ontológicos para modelar a realidade, ou seja, fornecer uma descrição do que existe e caracterizar entidades Wand et al. [10]. A outra definição refere-se à representação de um domínio

em uma linguagem lógica para fins computacionais. Nesse caso, uma ontologia consiste em um conjunto de declarações expressas através de uma linguagem de representação, processável por mecanismos de inferência [11].

Uschold and Gruninger [12] classificam ontologia de acordo com o grau de formalidade utilizado para criar o vocabulário de termos e seus significados. Esses graus de formalidade são:

- **Altamente informal:** Expresso livremente em linguagem natural;
- **Semi-informal:** Expresso em uma forma restrita e estruturada de linguagem natural, aumentando muito a clareza ao reduzir a ambiguidade;
- **Semi-formal:** Expresso em uma linguagem artificial formalmente definida;
- **Rigorosamente formal:** termos meticulosamente definidos com semântica formal, teoremas e provas de propriedades como solidez e completude.

Além disso, segundo Slimani [13], as ontologias podem ser classificadas em quatro tipos de acordo com seu escopo:

- **Ontologia de alto nível:** são compartilhadas por uma grande comunidade, definem apenas termos muito gerais, como espaço, tempo, matéria, evento, e são independentes de um problema ou domínio específico;
- **Ontologia de domínio:** expressa conceituações específicas de domínio, descrevendo vocabulário relacionado a domínios gerais, como medicina, engenharia, informática, etc;
- **Ontologia de tarefas:** Expressar conceitos sobre resolução de problemas, independentemente do domínio em que ocorram, ou seja, descrever vocabulário relacionado a uma atividade ou tarefa genérica;
- **Ontologia da aplicação:** Descreve conceitos relacionados ao domínio e à tarefa. Esses conceitos geralmente correspondem aos papéis que as entidades de domínio desempenham ao realizar atividades específicas.

O tamanho do domínio a ser representado em uma ontologia é que estabelecerá a quantidade de componentes envolvidos [14]. Entretanto, para a formalização de uma ontologia são necessários cinco tipos de componentes básicos: classes, relações, axiomas, funções e instâncias [15]:

- **Classes:** são utilizadas em um sentido amplo, podendo ser abstratas ou concretas. São conceitos organizados em estrutura hierárquica formando uma taxonomia, agrupando elementos com características similares. Em resumo, uma classe pode ser qualquer coisa sobre um domínio específico. Por exemplo, uma *Pizza Margherita* é subclasse de *Pizza*.

- **Relações:** Representam um tipo de interação entre classes do domínio. Por exemplo, o relacionamento entre *Pizza Margherita* e *Queijo*, é o relacionamento *parte de*.
- **Funções:** As funções são um caso especial de relações em que o enésimo elemento da relação é único para os $n-1$ elementos anteriores, isto é, um elemento de uma relação tem uma única relação com outro elemento, Por exemplo, a classe *pessoa* possui uma relação um para um com a classe *mãe*;
- **Axiomas:** são usados para modelar sentenças que são sempre verdadeiras. Por exemplo, um *homem* é uma *pessoa*;
- **Instâncias:** são usadas para representar elementos uma classe específica. Por exemplo, a instância *Tomate* pertence a classe *Legumes*.

2.2.1 Metodologias para desenvolvimento de ontologias

Desenvolver uma ontologia é um processo iterativo o qual requer o uso de metodologia como qualquer desenvolvimento de software [16]. No entanto, mesmo com diversas metodologias, não existe uma metodologia padrão que seja amplamente aceita para o desenvolvimento de ontologias [17].

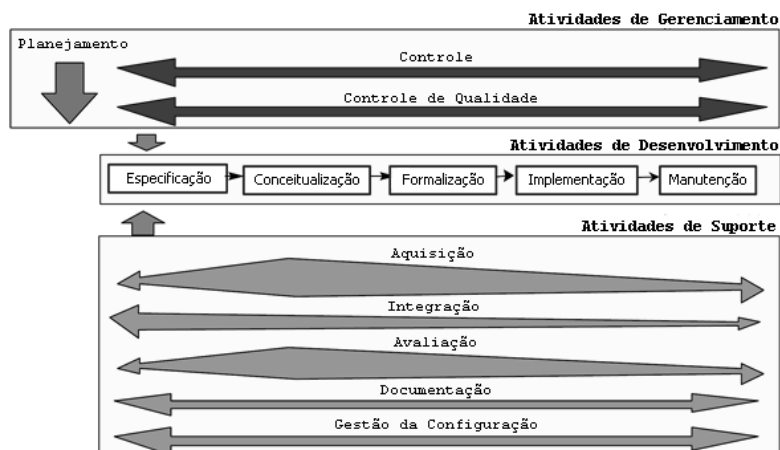
Em Aminu et al. [16] é apresentada uma revisão sobre as metodologias de desenvolvimento de ontologias existentes para diferentes domínios com o objetivo de identificar as fraquezas individuais das metodologias analisadas. Essa análise comparou dez ontologias de diferentes domínios para avaliar as metodologias. A revisão destaca três metodologias: Metodologia 101 [18], Methontology [19] e Metodologia de Gruninger e Fox [20]. Essas metodologias são padrões conhecidos e frequentemente utilizados nas áreas de engenharia de software e representação do conhecimento.

A Methontology [19] é voltada a construção de ontologias do zero, envolvendo atividades e técnicas empregadas em detalhes. Desenvolve o nível do conhecimento, através da progressão de protótipos. Em suas etapas, abrange atividades direcionadas a especificação, conceituação, formalização, integração, implementação e manutenção. Baseada em princípios do ciclo de vida de software, as atividades são destinadas ao gerenciamento, desenvolvimento e suporte do ciclo de vida de uma ontologia, conforme ilustrado na Figura 4.

A Metodologia 101 [18] é um processo iterativo de passos para a construção de ontologias. Essa metodologia propõe sete passos que não necessitam ser executados em uma ordem específica. A Figura 5 ilustra (a) esses passos e (b) exemplifica como os passos podem ser empregados durante o desenvolvimento de uma ontologia.

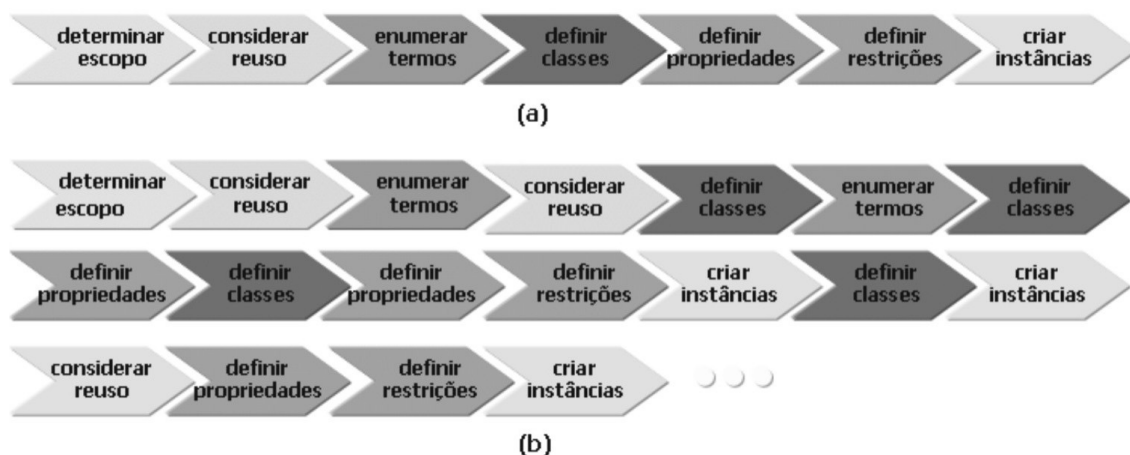
A metodologia de Gruninger e Fox [20] é considerada formal por utilizar lógica de primeira ordem na especificação de ontologias. Isso é uma vantagem, pois pode ser utilizada como guia para transformar cenários informais em modelos computáveis. A metodologia

Figura 4: Processo de desenvolvimento e ciclo de vida da Methontology.



Fonte: [21]

Figura 5: Processo de desenvolvimento pelo guia Ontology Development 101.



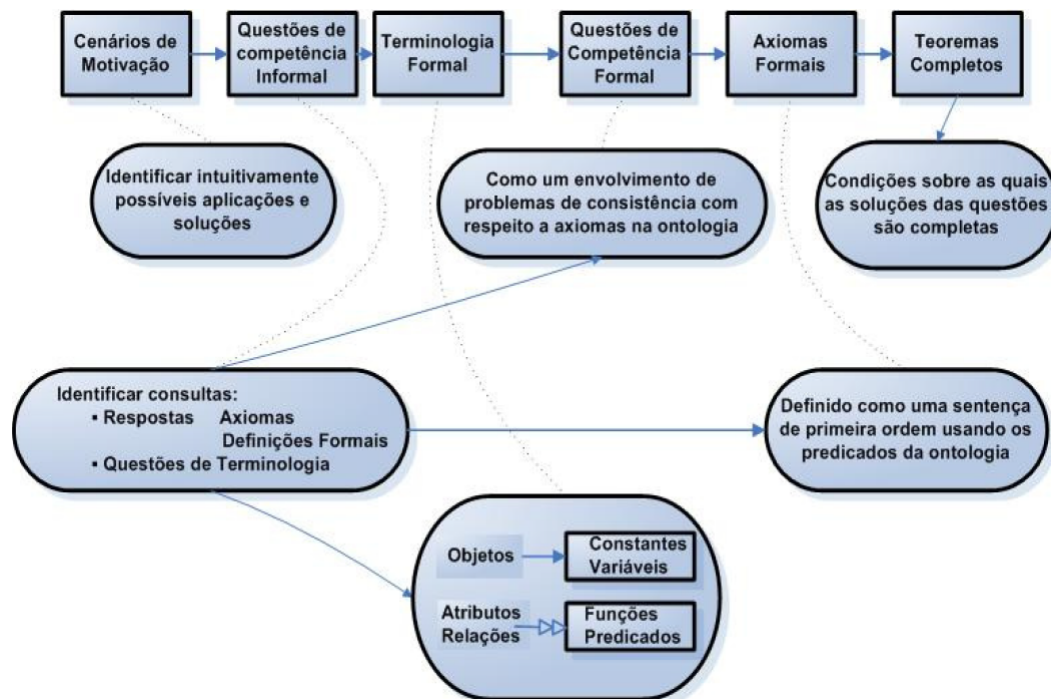
Fonte: [22]

de Gruninger e Fox é exibida na Figura 6, onde nota-se a ausência de gerenciamento de projetos, documentação e manutenção.

Para comparar as três metodologias, foi utilizado como base a análise comparativa de metodologias realizada por da Silva [22]. Essa análise foi feita com base nos seguintes aspectos: gerenciamento de projeto, pré-desenvolvimento, especificação dos requisitos, modelagem conceitual, formalização, implementação, manutenção, integração, avaliação e documentação. A Tabela 1 descreve cada uma das metodologias quanto a esses requisitos.

A partir dessa tabela, pode-se verificar que existem diferenças entre elas. Algumas abordagens dão mais ênfase em atividades de desenvolvimento, especialmente a implementação da ontologia (Metodologia 101), desconsiderando aspectos importantes relacionados a gerenciamento do projeto, a estudo de viabilidade, a manutenção e a

Figura 6: Procedimento proposto na metodologia de Gruninger e Fox.



Fonte: [22]

Tabela 1: Quadro sinóptico das metodologias, métodos e norma frete às categorias de análise predefinidas.

Fases do ciclo de vida			Gruninger & Fox	Methontology	Metodologia 101
Gerenciamento de projeto			Ausente	Escalonamento das atividades, controle das tarefas e garantia de qualidade.	Ausente
Processos orientados	Pré-desenvolvimento		Cenário de motivação.	Ausente	Ausente
	Desenvolvimento	Especificações de requisitos	Questões de competência formal.	Definição do escopo da ontologia.	Definição de questões de competência.
		Modelagem conceitual	Concepção da terminologia formal.	Atividades envolvendo a construção da conceitualização da ontologia.	Definição de classes, slots, facetas(restrições) e instâncias.
		Formalização	Finalização da questões de competência. Especificações dos axiomas.	Formalizar o modelo conceitual em uma linguagem lógica descritiva.	Linguagem de representação baseada em frames.
		Implementação	As especificações dos axiomas são implementadas na linguagem Prolog.	Recomenda ambientes de desenvolvimento adequados à metaontologias e ontologias selecionadas na fase de integração.	Uso da linguagem através da ferramenta Protégé.
	Pós-desenvolvimento	Manutenção	Ausente	Orientação quanto a ajustes necessários nas atividades de conceitualização.	Ausente
Processos integrais	Integração		Integração a ontologias de núcleo comum.	Documento de integração com metaontologias.	Considera a reutilização de ontologias.
	Avaliação		Através de teoremas completos.	Divide-se em verificação e validação de ontologias.	Ausente
	Documentação		Ausente	Recomendada em cada fase.	Via Protégé.

Fonte: Adaptado de Silva et al. [23].

avaliação de ontologias dando ênfase as aspectos de implementação [23]. Além disso, ressalta-se que entre essas metodologias, a Methontology é única que apresenta uma preocupação com as fases de gerenciamento de projeto e manutenção.

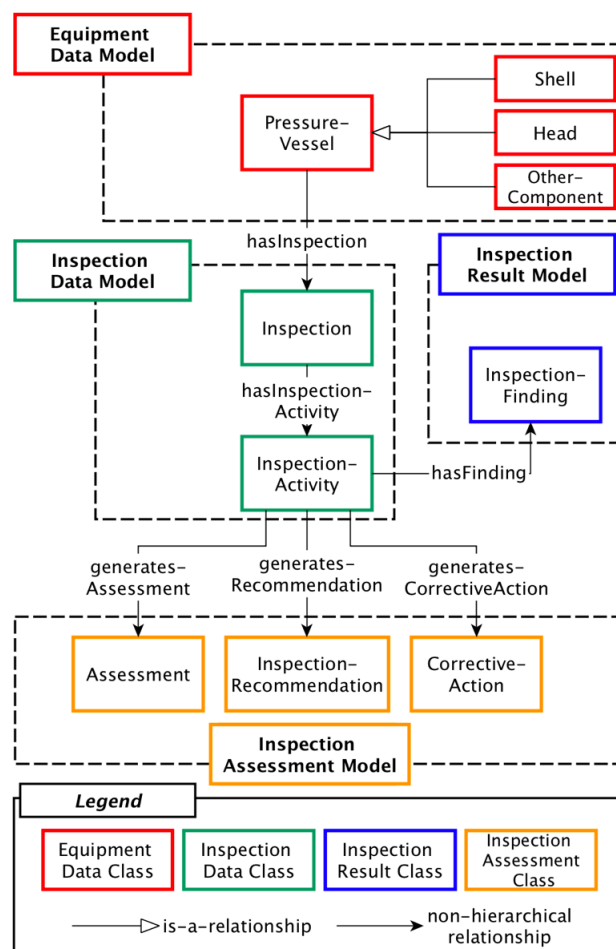
2.2.2 Ontologias relacionadas

Nesta subseção são apresentadas ontologias encontradas na literatura que possuem relação com o trabalho desenvolvido.

IKBO - Inspection Knowledge Base Ontology

Em Rachman and Ratnayake [5] é proposta uma abordagem baseada em ontologia para desenvolver uma base de conhecimento de inspeção, com o propósito de melhorar o grau de recuperação, distribuição e administração dos resultados de inspeção de equipamentos empregados na produção e processamento de petróleo e gás. Chamada de IKBO (Ontologia da Base de Conhecimento de Inspeção, do inglês *Inspection Knowledge Base Ontology*), a ontologia foi desenvolvida para representar conceitos, relações, atributos e instâncias relevantes para o domínio do conhecimento de inspeção. Conforme mostrado na Figura 7, o IKBO consiste em quatro modelos de ontologia de domínio principal: *Equipment Data Model*, *Inspection Data Model*, *Inspection Result Model*, and *Inspection Assessment Model*.

Figura 7: A estrutura da IKBO.



Fonte: [5]

O *Equipment Data Model* contém informações básicas sobre o equipamento. Somente equipamentos categorizados como vasos de pressão foram considerados nesse trabalho. A classe principal desse modelo é a classe *PressureVessel*, que é dividida em três subclasses: *Shell*, *Head* e *OtherComponent*. As classes *Shell* e *Head* incluem componentes que contêm pressão e suas proteções associadas que são fixadas ao corpo principal do vaso. Entre os componentes incluídos nas classes *Shell* e *Head* estão bicos, soldas circunferenciais, longitudinais, isolamento, revestimento, revestimento, etc. Enquanto isso, a classe *OtherComponent* compreende componentes auxiliares e instrumentações que ainda fazem parte do vaso. Correia de aterramento, escada e suporte de tubo são alguns exemplos de componentes que pertencem à classe *OtherComponent*.

O *Inspection Data Model* inclui dados e informações sobre a inspeção do vaso de pressão. É composto por duas classes principais: *Inspection* e *InspectionActivity*. A classe *Inspection* é composta por uma ou mais classes *InspectionActivity* e elas são conectadas por meio da propriedade *hasInspectionActivity*. É considerado necessário ter as classes *Inspection* e *InspectionActivity* porque uma inspeção normalmente consiste em atividades de inspeção menores, ou seja, a classe *Inspection* é o pai da classe *InspectionActivity*.

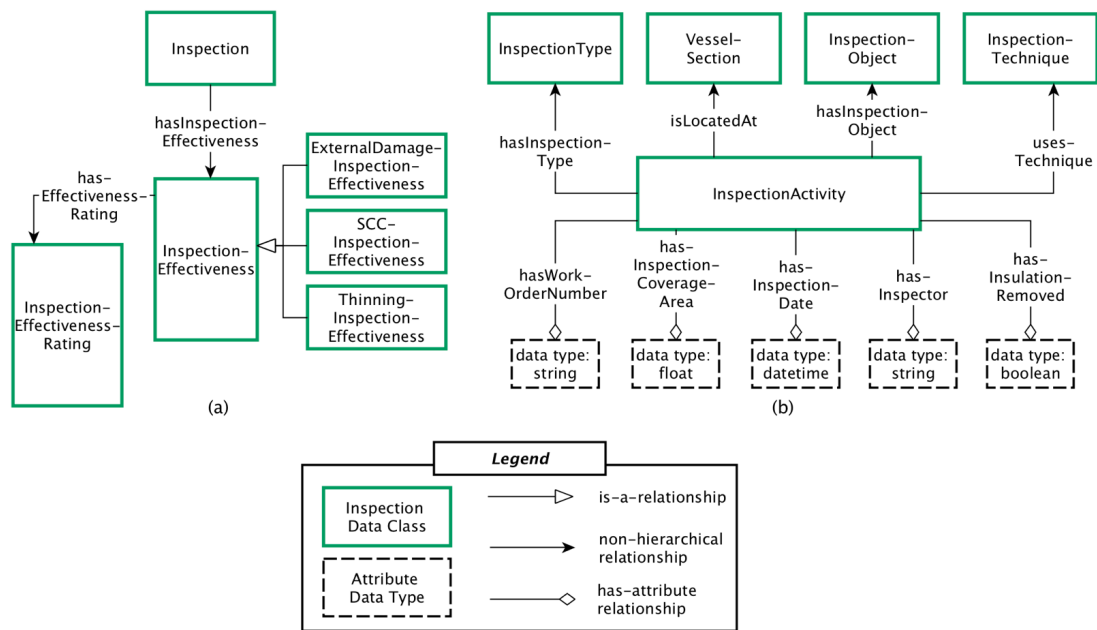
As classes *Inspection* e *InspectionActivity* podem ser descritas com mais detalhes, conforme mostrado na Figura 8. A classe *InspectionActivity* (Figura 8 b) compreende relações e atributos que caracterizam uma atividade de inspeção. A classe *InspectionType* explica a categoria de inspeção que está sendo executada. A API 510 especifica seis tipos de inspeção que podem ser realizados em um vaso de pressão: inspeção interna, inspeção em campo, inspeção externa, inspeção de espessura, inspeção de corrosão sob isolamento (CUI) e vigilância do operador. A classe *VesselSection* descreve a parte da embarcação onde a inspeção é realizada. Termos como norte, sul, leste, oeste, topo, meio e fundo são normalmente usados para indicar a seção do navio.

A classe *InspectionObject* explica o componente da embarcação que está sendo inspecionada. Pode ser o casco, a cabeça, o cone de transição, o bico, a passagem de inspeção ou outros componentes do vaso. A classe *InspectionTechnique* especifica o tipo de técnica usada para conduzir a inspeção. Inspeção visual, medição de espessura ultrassônica, teste radiográfico e teste de corrente parasita são alguns exemplos de instâncias que pertencem à classe *InspectionTechnique*. A classe *InspectionActivity* também tem alguns atributos que fornecem informações básicas sobre a inspeção, como a data da inspeção, o nome do inspetor, e a área de abrangência da inspeção.

Já a classe *Inspection* (Figura 8 a) está relacionada à classe *InspectionEffectiveness* por meio da propriedade *hasInspectionEffectiveness*. A classe *InspectionEffectiveness* significa a capacidade da inspeção em detectar e localizar degradação, bem como em determinar a extensão da degradação.

O modelo de resultado da inspeção consiste em dados e informações sobre as descobertas feitas durante a inspeção. A classe *InspectionFinding* (Figura 9) é a classe prin-

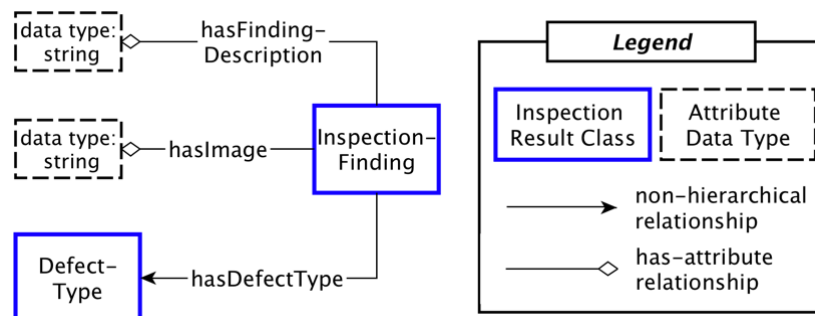
Figura 8: Classes *Inspection*(a) e *InspectionActivity* (b), componentes de *Inspection Data Model*.



Fonte: [5]

cipal deste modelo e possui relações e atributos que afirmam as descrições detalhadas a respeito de uma observação. Ele tem relações com a classe *DefectType*, que designa o tipo de defeito (por exemplo, corrosão, trinca, fratura, etc.) que o inspetor encontrou durante a inspeção. Uma explicação detalhada sobre a descoberta e / ou defeito é fornecida pelo atributo *hasFindingDescription*. O *Uniform Resource Locator* (URL) das imagens geradas a partir da atividade de inspeção pode ser inserido por meio do atributo *hasImage*.

Figura 9: Classe *InspectionFinding* em *Inspection Result Model*.



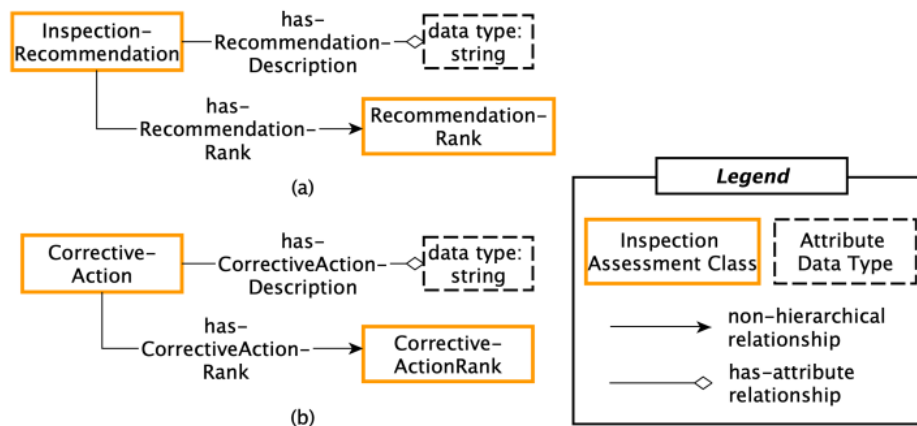
Fonte: [5]

O *Inspection Assessment Model* contém o conhecimento sobre a avaliação e avaliação do resultado da inspeção. Compreende três classes principais: *Assessment*, *Inspection-Recommendation*, e *CorrectiveAction*. A classe Avaliação fornece informações sobre a

avaliação do estado geral da componente inspecionada, tendo em conta todos os resultados da inspeção. Termos como *acceptable* ou *unacceptable* podem ser as instâncias desta classe.

As classes *InspectionRecommendation* (Figura 10 a) e *CorrectiveAction* (Figura 10 b) fornecem informações sobre as ações recomendadas e corretivas que são consideradas necessárias após a avaliação dos resultados da inspeção. A classe *InspectionRecommendation* tem o atributo *hasRecommendationDescription* para descrever a ação de recomendação especificada de maneira detalhada. Cada recomendação de inspeção é classificada por meio da classe *RecommendationRank*, a fim de selecionar a recomendação de inspeção que deve ser priorizada. Da mesma forma, a classe *CorrectiveAction* tem o atributo *hasCorrectiveActionDescription* para descrever a ação corretiva especificada de maneira detalhada. A classe *CorrectiveAction* está relacionada à classe *CorrectiveActionRank*, para permitir a priorização da implementação da ação corretiva.

Figura 10: Classes *InspectionRecommendation*(a) e *Corrective Action*(b) em *Inspection Assessment Model*.



Fonte: [5]

Todos os conceitos, relações, atributos e instâncias contidos no IKBO foram implementados em linguagem OWL (Ontology Web Language) usando o software Protégé [24] para formalização do conhecimento. Essa ontologia é disponibilizada para *download* na plataforma de hospedagem *Github*.

Ontologia baseada na ISO 15926

Em Batres et al. [25] é apresentada uma ontologia de alto nível baseada na ISO 15926 (*Industrial automation systems and integration—Integration of life-cycle data for process plants including oil and gas production facilities*). Essa norma especifica um modelo conceitual de dados para integração do ciclo de vida de dados para plantas de processo, incluindo a processos da indústria de óleo e gás. Ela é dividida em treze partes, onde a parte doze especifica uma ontologia de integração do ciclo de vida contendo duzentos

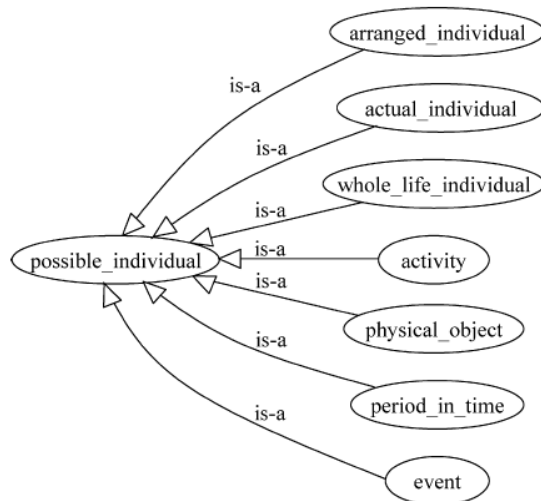
conceitos [26].

Por se tratar de uma ontologia de alto nível, essa ontologia define classes e relações de alto nível, ou seja, conceitos muito gerais das quais classes e relações mais específicas podem ser estabelecidas para aplicação em um domínio específico. A ISO 15926 se baseia em um conceito chamado de tetra dimensionalidade. Esse conceito diz que os objetos possuem um ciclo no tempo e espaço, em vez de se limitar somente em cada ponto de uma linha do tempo.

Seguindo esse raciocínio, se dois objetos teoricamente distintos possuem as mesmas propriedades de tempo e espaço, logo são um mesmo objeto. Exemplificando, se uma lingote de ouro se transforma em um anel, existe uma parte temporal do lingote que coincide com o anel e por serem coincidentes, são o mesmo objeto.

A classe raiz da ontologia é *Thing*, que tem como subclasses *abstract_object* e *possible_individual*. Um *possible_individual* é qualquer entidade que exista no espaço e tempo, sejam objetos físicos como máquinas ou qualquer indivíduo como por exemplo um operador. Um *abstract_object* são conceitos, como por exemplo, equações matemáticas e propriedades mecânicas, conceitos esses que não possuem tempo e espaço. Algumas dessas classes são ilustradas na Figura 11.

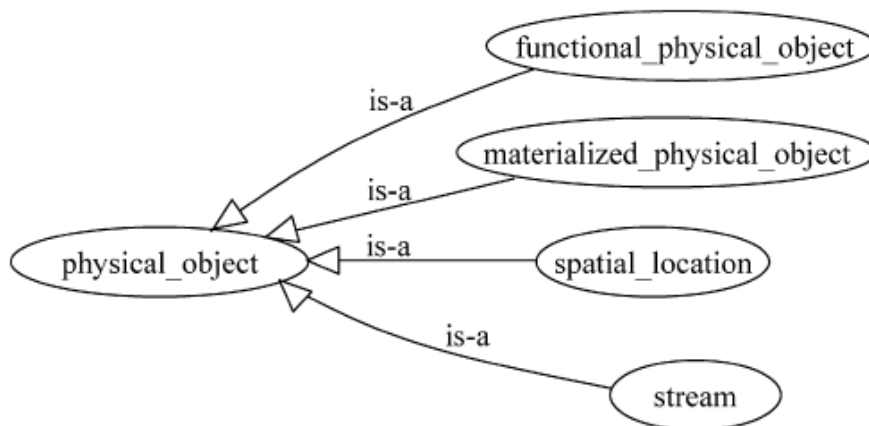
Figura 11: Subclasses de *possible_individual*.



Fonte: [25].

A classe *physical_object* compreende os indivíduos de *possible_individual* que são disposições de matéria, energia ou ambos, como por exemplo, um forno, uma barra de aço, etc. Destaca-se a subclasse *functional_physical_object*, utilizada para representar coisas físicas que possuem funcionalidades, como por exemplo uma bomba hidráulica. Essas classes e subclasses são ilustradas na Figura 12.

As atividades podem ter limites temporais ligando eventos, bem como pontos no tempo, pois *activity* é uma subclasse de *possible_individual* que tem um ciclo de vida

Figura 12: Subclasses de *physical_object*.

Fonte: [25].

limitado por início e fim. O conceito de atividade pode ser usado para representar comportamentos, operações da planta, situações anormais, etc.

Essa ontologia é criticada por ser excessivamente complexa e carecer de construções e elementos de modelagem de alto nível, resultando em modelos de dados que não são bem compreendidos e usados [27].

DoCO - Documents Components Ontology

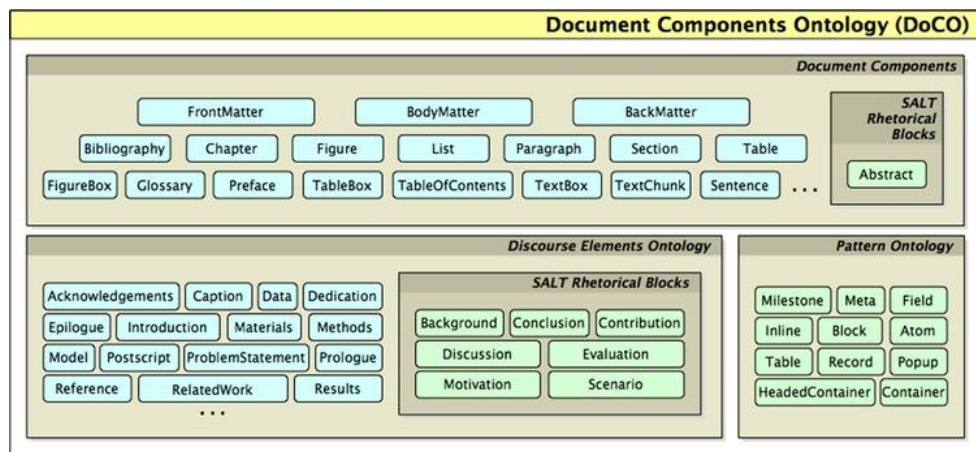
Em Constantin et al. [28] é apresentada a DoCO (Ontologia para componentes de documentos, do inglês *Documents Components Ontology*), uma ontologia OWL 2 DL (Ontology Web Language 2 Description Logics) que fornece um vocabulário estruturado de uso geral de elementos de documento, sendo essa uma das principais ontologias dentro das Ontologias SPAR (Ontologias de Publicação e Referência Semântica).

A DoCO foi projetada como uma estrutura ontológica unificadora geral para descrever diferentes aspectos relacionados ao conteúdo de textos científicos e outros textos acadêmicos. Seu objetivo principal é melhorar a interoperabilidade e compartilhamento de documentos acadêmicos.

A DoCO importa duas ontologias, a *Discourse Elements Ontology - Deo* e Ontologia Retórica SALT. As classes da DoCO são divididas em três principais grupos: *Documents Components*, *Discourse Elements Ontology* e *Pattern Ontology*, conforme a Figura 13. As classes presentes no grupo *Discourse Elements Ontology* são elementos retóricos em documentos, como por exemplo, introdução, discussão, agradecimentos, referências, resultados e apêndice.

As classes pertencentes ao grupo *Pattern Ontology* definem formalmente padrões para segmentar um documento em componentes fragmentados, a fim de ser endereçados de forma independente e manipulados para diferentes propósitos. Os padrões documentais

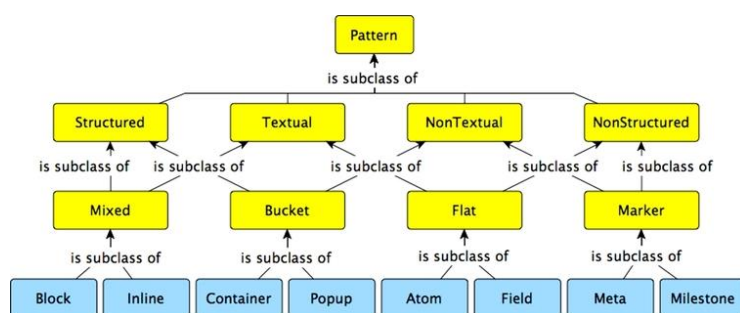
Figura 13: Diagrama descrevendo a composição e as classes da ontologia DoCO.



Fonte: [28]

são caracterizados por duas propriedades diferentes: textual ou não e estruturado ou não. Essas propriedades básicas são combinadas para obter quatro classes disjuntas diferentes que descrevem entidades que (contêm texto e subestruturas (*Mixed*), contêm subestruturas, mas não contêm texto (*Bucket*), contém texto, mas não contém subestruturas (*Flat*), não contém texto, nem subestruturas (*Marker*). Cada uma dessas quatro classes é uma superclasse para duas outras subclasses disjuntas que definem coletivamente os oito padrões concretos que podem ser usados para caracterizar estruturas em texto. A Figura 14 ilustra esses padrões e seus relacionamentos.

Figura 14: Padrões para estruturas de documentos (classes inferiores, em azul) e seus relacionamentos com padrões de alto nível (classes superiores, em amarelo).



Fonte: [28]

As classes que fazem parte do grupo *Documents Components* são elementos puramente estruturais de documentos. Como exemplo, temos o *Front Matter*, a parte principal inicial de um documento, geralmente contendo metadados auto-referenciais. Também temos a classe *BodyMatter* que descreve a parte principal central de um documento, que contém o discurso central da obra entre outros elementos frequentemente encontrados em documentos científicos como capítulos, seções, tabelas e figuras.

De acordo com Constantin et al. [28], a DoCO foi aplicado em ferramentas e métodos para diferentes finalidades, como anotar documentos PDF ou recuperar a semântica pretendida de componentes de artigos acadêmicos. A ontologia e sua documentação é disponibilizada para acesso e *download* na plataforma *Github*.

3 SISTEMA TEXT OF THINGS - TOT

A avaliação de *Databooks* é um requisito obrigatório para profissionais que executam tarefas de trabalho de supervisão ou profissionais de inspeção de fabricação certificados. Em comparação com as inspeções físicas (testes visuais, dimensionais e funcionais) realizadas na bancada, as atividades relacionadas à avaliação de *Databooks* geralmente consomem recursos de verificação significativos. Um exemplo disso é a inspeção de acessórios de tubulação (cotovelos, buchas, cotovelos, tês, redutores, etc.) e fixadores (carcaça, parafusos e porcas). Devido em grande parte às avaliações de fichas técnicas, os custos envolvidos na inspeção de equipamentos são bastante elevados.

Além do aspecto de custo, também devem ser consideradas questões relacionadas às limitações humanas na realização da validação de grandes quantidades de documentos, que podem ser da ordem de milhares de páginas. Outra situação surge quando, no caso do fornecimento de conexões e fixadores. Embora grande parte dos mesmos itens sejam adquiridos para diversas unidades da indústria de óleo e gás, os *Databooks* são avaliados individualmente por ordem de compra, geralmente por diferentes profissionais. Isso significa avaliar *Databooks* previamente validados e comprovados.

Como se tratam de itens fabricados em massa, a consulta cruzada entre diferentes pedidos de fornecimento é importante para verificar tentativas de fraude deliberada de certificados. Por exemplo, apresentar o mesmo certificado, ou com pequenas modificações, justifica lotes de produção diferentes. Atualmente, essa situação é difícil de identificar pois é impossível para os humanos lembrarem de informações de credenciais que já foram analisadas, seja a longo ou a curto prazo.

Neste contexto, o projeto ToT (*Text of Things*) - Verificação digital de *Databooks* visa desenvolver e implementar um sistema de software para avaliação de fabricação, construção e montagem de *Databooks*. A solução a ser desenvolvida realizará a aquisição e interpretação da *Databooks*. O sistema verificará então a conformidade, anomalias e irregularidades dos arquivos adquiridos. Por fim, o sistema também permitirá o armazenamento cruzado de todas as informações em um documento e fornecerá uma plataforma de integração e visualização com uma interface web fácil de usar com uso multiplataforma.

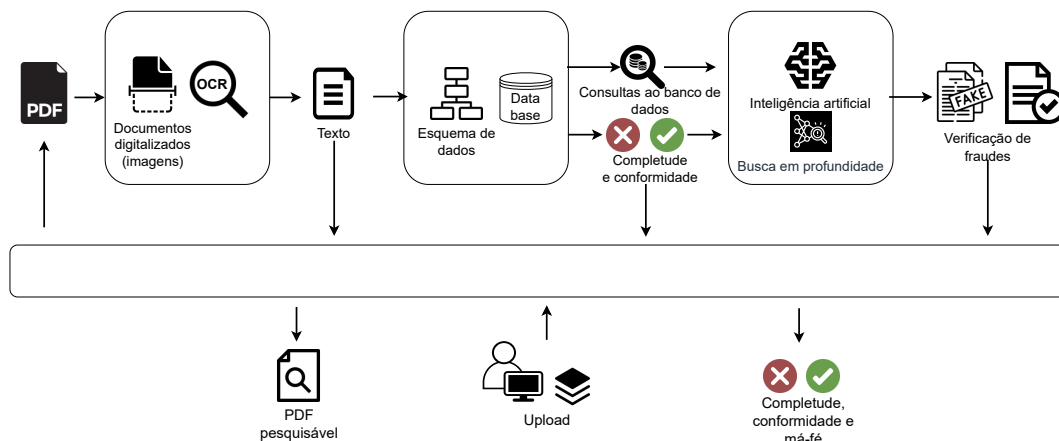
3.1 Arquitetura do sistema ToT

O projeto ToT se divide em quatro equipes para tratar das diferentes áreas e tarefas necessárias para o desenvolvimento do projeto. São elas:

- **Deploy:** A equipe *Deploy* é responsável por implementar serviços das funcionalidades implementadas pelos demais grupos. Além disso, é esse grupo que elabora interfaces gráficas para usuários, sistema de autenticação e gerenciamento de contas de usuários, sistema de armazenamento de dados e funcionalidades de *upload* de arquivos;
- **OCR:** A finalidade da equipe OCR é desenvolver funcionalidades para realizar o Reconhecimento Óptico de Caracteres (OCR). A etapa de OCR surge como base fundamental ao projeto, visto que sua função é a transformação da imagem de um texto para texto em si, sendo essencial para tornar os documentos analisáveis e tratáveis. Uma função direta resultante deste processo é chamada de *searcheable*, que tem o objetivo de permitir a busca por palavras-chave nos documentos tratados.
- **Annotation:** A equipe *Annotation* é quem lida diretamente com o processo de inspeção e seus documentos. É a equipe responsável por entender o problema pela ótica do inspetor e transformar em problemas computacionais para os demais grupos. Além disso, esse grupo é responsável por implementar representações do processo de inspeção e documentos em forma computacional, como por exemplo a modelagem conceitual de um banco de dados para armazenamento das informações contidas em *Databooks*;
- **Graphs:** A equipe *Graphs* tem por objetivo estudar e desenvolver funcionalidades relacionadas a grafos, as quais têm por objetivo obter relações entre documentos e informações de forma a encontrar relações diretas e indiretas, transformando esses dados em conhecimento. Essas relações em formas de grafo, podem, por exemplo, identificar fraudes em documentos;

A Figura 15 ilustra a arquitetura prevista pelo sistema ToT. Através de uma interface para o usuário, o inspetor realizará o *upload* dos documentos a serem analisados pelo sistema. Esses documentos estarão em formato PDF em forma de imagens de textos. Logo, a primeira etapa ser realizada é o OCR para transformar em um arquivo com texto compreensível pelos demais módulos. Por seguinte, os dados presentes nesses documentos devem ser inseridos em um banco de dados com uma estrutura adequada. Com os dados armazenados em um banco de dados, podem ser realizadas inferências sobre completude, conformidade, possíveis fraudes e outras consultas que serão disponibilizadas através de uma interface para o inspetor.

Figura 15: Arquitetura do sistema ToT.



Fonte: O autor.

3.2 Ontologias no contexto do ToT

Como discutido anteriormente, os dados extraídos dos *Databooks* através do OCR devem ser armazenados em um banco de dados para permitir a consulta e análise desses pelos demais módulos e usuários do sistema. Dado que, um banco de dados pode ser definido como “uma coleção de dados inter-relacionados, representando informações sobre um domínio específico” [29] e que um modelo de dados é um conjunto de conceitos usados para representar a estrutura e operações de um determinado banco de dados [2], se faz necessária a modelagem conceitual, uma etapa de grande importância em um projeto de aplicação de banco de dados.

Porém, existe um grande desafio na implementação de um banco de dados no contexto do projeto ToT, que é a grande variabilidade de termos e documentos. Por exemplo, o termo *Número do certificado*, utilizado para identificar o identificador de terminado certificado pode ser encontrado com diferentes terminologias, como *Nº certificado*, *Nº*, *Certification Number*, etc.

Um esquema de banco de dados relacional tem um único propósito: estruturar um conjunto de instâncias para armazenamento e consulta eficientes. A estrutura em uma ontologia é especificada como uma rede de objetos e relacionamentos, onde uma ou mais partes se comprometem a usar os termos da ontologia com seu significado declarado [3].

Ao comparar ontologias e esquemas de banco de dados, notam-se diversos desafios enfrentados pela tecnologia de banco de dados. É difícil entender o significado dos componentes do esquema, o que dificulta a reutilização de um esquema e também dificulta a manutenção. Além disso, aumenta a dificuldade e o custo de criar um novo esquema, bem como desenvolver e manter um esquema existente, reduzindo a agilidade [3]. Dada a maior clareza semântica, uma ontologia pode ser mais fácil de modificar e manter do que um esquema de banco de dados.

Nesse contexto, a utilização de ontologia se apresenta como a melhor solução. Isso ocorre devido a ontologia pressupor um mundo aberto no qual a informação pode ser explicitamente definida, compartilhada, reutilizada ou distribuída. Além disso, as informações também podem ser trocadas e usadas para fazer deduções ou consultas [30].

Também é importante destacar que existem na literatura trabalhos que transformam uma ontologia em um banco de dados relacional [31], [32], [33], permitindo a implementação do banco previsto na arquitetura do sistema.

4 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DA ONTOTOT

Para o desenvolvimento da ontologia OntoToT, foi utilizada a metodologia Methontology. Após pesquisas, foi identificado que essa metodologia é a mais apropriada para a ontologia desenvolvida por apresentar definições sobre as etapas de desenvolvimento e as atividades de cada etapa, proporcionando um desenvolvimento correto da ontologia. Além disso, a Methontology aborda etapas de gerenciamento de projeto e manutenção, aspectos importantes no contexto deste trabalho.

Nas seções a seguir serão detalhadas as atividades realizadas de acordo com as orientações fornecidas pela Methontology.

4.1 Especificação

O objetivo desta fase é produzir um documento de especificação de ontologia informal, semiformal ou formal escrito em linguagem natural, usando um conjunto de representações intermediárias ou usando questões de competência, respectivamente [19].

Com base nos conceitos apresentados na Seção 2.2, definiu-se a ontologia aqui desenvolvida como uma ontologia de domínio e semi-formal. Como resultado da fase de especificação, foi criado um documento de especificação da ontologia, aqui apresentado resumidamente:

- **Objetivos:** A ontologia tem como principal objetivo a representação documentos encontrados durante o processo de inspeção de equipamentos. Além disso, a ontologia deve contemplar aspectos referentes ao processo de verificação de completude de *Databooks*.
- **Usuários:** Serão usuários da ontologia, qualquer usuário do sistema ToT que possua autorização para visualização ou edição. No momento deste trabalho, entende-se que terá acesso para edição apenas o profissional devidamente qualificado. Terão acesso a visualização da ontologia qualquer módulo do projeto ToT que necessite consultar a ontologia.
- **Escopo:** A ontologia criada deve permitir: (i) representar qualquer certificado, re-

latório ou ensaio contido em *Databooks* independente de sua especificidade e fornecedor/laboratório; (ii) representar pedidos de compra da empresa parceira; (iii) representar PITs independente do fornecedor; (iv) verificação de completude dos documentos mencionados.

4.2 Aquisição do conhecimento

Na fase de aquisição do conhecimento foi necessária a leitura de diversos *Databooks*, PITs e pedidos de compra referentes a variados tipos de equipamentos. Além disso, foram realizadas reuniões periódicas com colaboradores da empresa parceira, para esclarecer alguns pontos e sanar possíveis dúvidas. Destaca-se também que os colaboradores da empresa são especialistas com diversos anos de experiência no domínio aqui estudado. Todo processo de aquisição do conhecimento foi documentado em texto e apresentações de *slides*.

4.3 Conceitualização

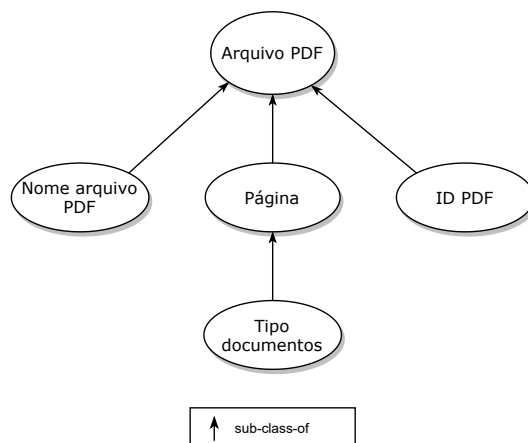
A fase de modelagem conceitual consiste em organizar e representar o conhecimento adquirido sobre o domínio por meio de representações intermediárias. Na ontologia aqui desenvolvida, utilizou-se da análise documental e da criação de árvores para representação dos conceitos e suas relações.

As árvores de classificação de conceitos organizam conceitos de domínio em taxonomias. Eles são usados não apenas para saber como os conceitos se relacionam, mas para modular o conhecimento do domínio em ontologias independentes [19].

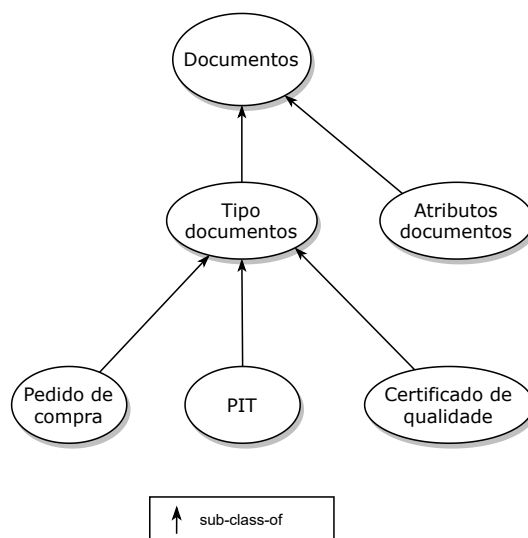
Como mencionado anteriormente, inicialmente a ontologia deve representar PITs, pedidos de compra e certificados de qualidade. Todos esses documentos estão contidos em arquivos PDF. Dessa forma, o primeiro conceito que surge é o *Arquivo PDF*. Esse conceito é composto pelos conceitos *Nome do arquivo PDF*, *ID PDF* e *Página*, conforme ilustrado na Figura 16.

Em sequência, surge o conceito *Documentos*. Esse conceito é composto pelos conceitos *Atributos documentos* e *Tipo documentos*. Esse último é composto pelos conceitos *Pedido de compra*, *PIT* e *Certificado de qualidade*, sendo esses conceitos disjuntos, ou seja, eles não podem ter instâncias comuns. A Figura 17 representa estes conceitos e suas relações.

O próximo passo da modelagem conceitual consistiu em elencar todas as informações que devem ser analisadas nesses três tipos de documentos. As Figuras 19, 22 e 24 apresentam esses documentos e as respectivas informações que devem ser analisadas, estas circuladas em vermelho. Por motivo de confidencialidade, dados sensíveis foram ocultados nas referidas figuras. A árvore do conceito *Atributos documentos* é exibida na Figura

Figura 16: Árvore do conceito *Arquivo PDF*.

Fonte: O autor.

Figura 17: Árvore do conceito *Documentos*.

Fonte: O autor.

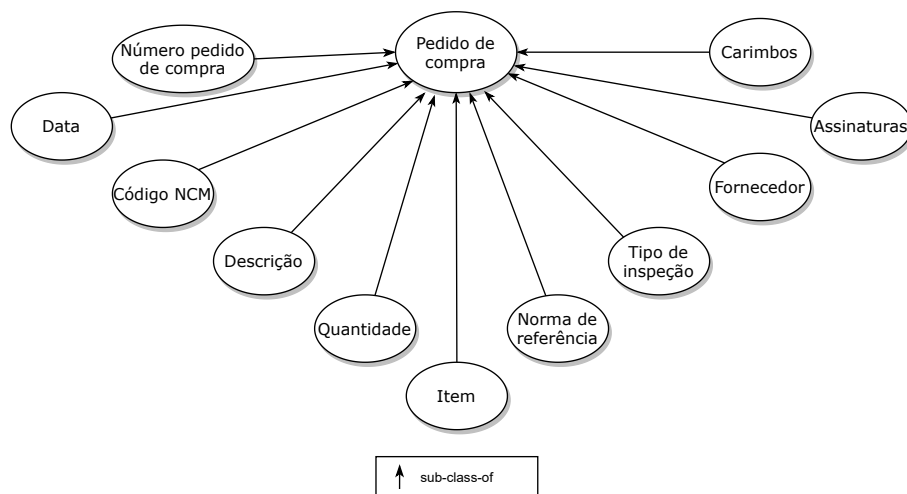
18 que apresenta os conceitos considerados atributos dos documentos. Foram agrupados os conceitos *Assinatura*, *Carimbo*, *Cliente*, *Código NCM*, *Corrida*, *Data*, *Descrição*, *Equipamento*, *Fases de Inspeção*, *Fornecedor*, *Item*, *Norma de referência*, *Número do certificado*, *Número do pedido de compra*, *Número PIT*, *Quantidade*, *Registro*, *Resultado do ensaio* e *Tipo de inspeção*.

Para cada um dos três tipos de documentos apresentados na Figura 17, foi elaborada uma árvore de conceitos relacionando os documentos e seus atributos.

O conceito *Pedido de compra* é composto pelos conceitos *Assinatura*, *Carimbo*, *Código NCM*, *Data*, *Descrição*, *Fornecedor*, *Item*, *Norma de referência*, *Número do pedido de compra* e *Quantidade*, conforme exibido na árvore da Figura 20.

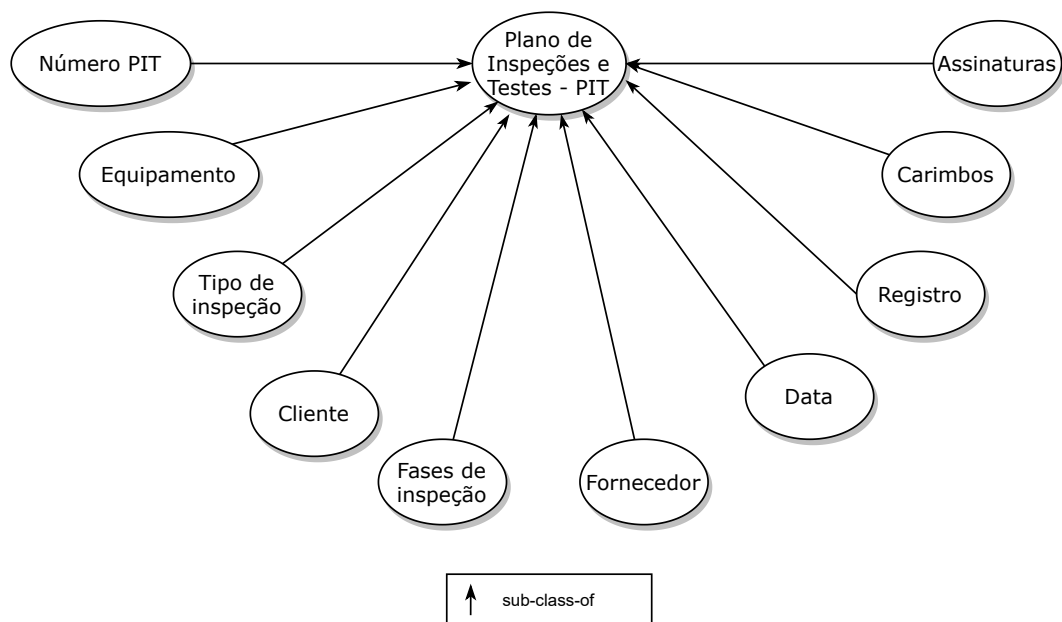
O conceito *PIT* é composto pelos conceitos *Assinatura*, *Carimbo*, *Cliente*, *Data*, *Equi-*

Figura 20: Árvore do conceito *Pedido de compra*.



Fonte: O autor.

Figura 21: Árvore do conceito *PIT*.



Fonte: O autor.

Por fim, surgem os conceitos relacionados a verificação de completude desses documentos, conforme Figura 25. O conceito *Verificações* é composto pelo conceito *Comple-tude* que por sua vez se divide seis conceitos de acordo com o tipo de documento e se ele está completo ou não. Esses conceitos são: *Pedidos de compra completos*, *Pedidos de compra não completos*, *PITs completos*, *PITs não completos*, *Certificados de qualidade completos* e *Certificados de qualidade não completos*, sendo esses conceitos disjuntos.

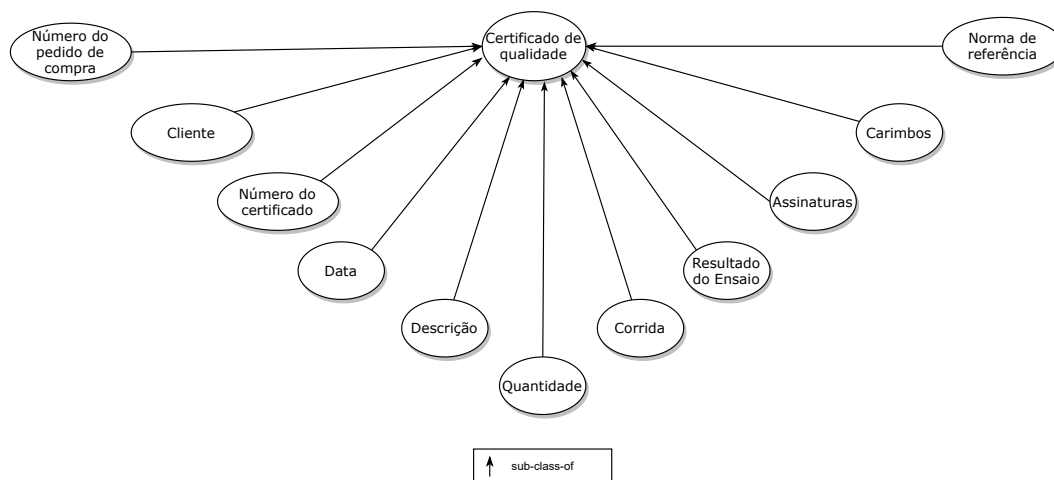
Figura 22: Exemplo de um Plano de Inspeções e Testes - PIT.

"PIT" - PLANO DE INSPEÇÕES E TESTES						PIT N°:	025-2015
CLIENTE				DESENHO N°	Revisão N°: 00		
FORNECEDOR				EQUIPAMENTO	PARAFUSO ESTOJO / BARRA ROSCADA Ø3/8" a 4"		
LOCAL DE FABRICAÇÃO				ASTM A193 Gr. B7 NATURAL (COM REVESTIMENTO)			
CONTRATO Referencial				TIPO DE INSPEÇÃO	"B"		
PCS Referencial							

Item 2 - PORCA SEXTAVADA PESADA - ASTM A194 (ULTIMA REVISÃO) - Gr. 2H					REGISTROS			
ITEM	FASES DA FABRICAÇÃO	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	PONTOS DE INSPEÇÃO		DOCUMENTOS APLICÁVEIS	REGISTRO	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO	
2	RECEBIMENTO PRODUTO ACABADO	Inspeção de Recebimento	HP	RD	Plano de Inspeção de Recebimento	Banco de Dados Recebimento	Visual e Dimensional	
		Análise de Certificado de origem	HP	RD	ASTM A194 Gr. 2H - Tabela 1.	Banco de Dados Recebimento	Verificação da composição Química	
		Análise de Certificado Tratamento Térmico	HP	RD	Item 6.4 ASTM A194 Gr. 2H	Certificado de Qualidade	Item 6.4 da ASTM A194 Revestimento Mínimo (450°C)	
		Análise de Certificado Prova de Carga / Metalografia	HP	RD	Tabela 3 ASTM A194 Gr. 2H	Certificado de Qualidade	Para bolores ≤ 1.62" ASTM E381 (S1-R2-c2)	
		Retirada de Amostra para ensaios Contra-Prova (Dureza - Química)	HP	RD	Tabela 1 / Tabela 2 ASTM A194 Gr. 2H / IT 13	Relatório de Ensaios	Amostragem: Item 8.1.2.1 da ASTM A194	
2.1	EMISSÃO ETIQUETA	Rastreabilidade (Identificação)	M	RD	PD 12 - Identificação e Rastreabilidade	Eligível Amostra Número de Lote Interno Anexo Romanejo de Separação	-	
2.2	EMISSÃO ORDEM DE SERVIÇO - OS	Cadastro Técnico	M	RD		OS (Im. 15) Romanejo de Separação	-	
2.3	INSPEÇÃO FINAL IJA	Inspeção Visual - Dimensional (Calibração de roscas)	HP	RD	ASME B18.2.2 - Tabela 10 ASME B1.1 UNC/UN-2B	Relatório de Inspeção (Im. 16)	NBR 5426 - N II NQA 2.5 SN	
2.4	INSPEÇÃO FINAL DO CLIENTE	Inspeção Visual - Dimensional (Calibração de roscas)	HP	HP	ASME B18.2.2 - Tabela 10 ASME B1.1 UNC/UN-2B	Certificado de Qualidade	NBR 5426 - N II NQA 2.5 SN	
2.5	ENSAIOS COM TESTEMUNHO	Dureza / Prova de carga	HP	HP	Tabelas 2/3 - ASTM A194 Gr. 2H	Relatório de Ensaios	Amostragem: Item 8.1.2.1 da ASTM A194	
2.6	DOCUMENTAÇÃO	Análise e Aprovação	HP	HP	ASTM A194 Gr. 2H	Certificado de Qualidade/Registros	-	

ELABORADO POR: [Assinatura]	REVISADO POR: [Assinatura]	APPROVADO POR: [Assinatura]	APPROVADO POR: [Assinatura]
DATA: [Data]	DATA: [Data]	DATA: [Data]	DATA: [Data]

Fonte: O autor.

Figura 23: Árvore do conceito *Certificado de qualidade*.

Fonte: O autor.

4.4 Formalização

A atividade de formalização transforma o modelo conceitual em um modelo formal ou semi-computável por meio de uma linguagem formal[34]. Quando ferramentas como o editor de ontologias são utilizadas, o modelo de conceituação pode ser implementado diretamente em várias linguagens de ontologias e consequentemente, a formalização não é uma etapa obrigatória [34]. Desse modo, como será utilizado o ambiente Protégé para implementação da ontologia, essa etapa não será realizada.

Figura 24: Exemplos de certificados de qualidade.

Relatório de Ensaio

REL: 7473/18

Página 1 de 1

LABORATÓRIO DE ENSAIO PERTENCENTE À REDE BRASILEIRA DE LABORATÓRIOS DE ENSAIO ABIL

Solicitante / Interessado: **ASA INDUSTRIA DE MATERIAIS LTDA.**

Endereço: **Rua Brasil, 100 - Jd. América - São Paulo - SP**

Pedido do Cliente: **Solicitação de Ensaio SE Nº 0058-18 - Item 01**

Aplicação: **Determinação das propriedades do material**

Norma(s) de Referência: **ASTM A 193 - 17a**

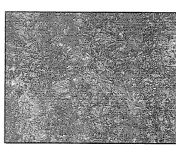
Material: **020**

Descrição e dimensões do Produto: **Funda Soldada Passada 3/4" - 10UNC**

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Identificação	Correção	Dados Referenciais
AUTO003446	C987102	PCS 450350565 - Item 10 - E058 - 0000000098472018

1 - MICROGRAFIA (MI)



Resgate Utilizado: **Mat 3 %**

Orientação: **Longitudinal**

Ampliação: **500 vezes**

Análise Micrográfica

Considera em consideração a análise homogeneidade.

Preparação: **ASTM E3 - 11a**

Método de Ensaio: **ASTM E407 - 17(2015)1**

Critério de avaliação: **Homogeneidade**

Rigidez Graduada: **TL 0002 / TL 000 / TL 0007**

Validade de calibração: **27/02/18**

OPINIÃO E INTERPRETAÇÕES

☒ **Aprovado** ☐ **Rejeitado**

Os dados, conforme (seus) critérios de avaliação da norma de referência.

As opiniões e interpretações expressas neste relatório não fazem parte do escopo de trabalho.

Este relatório atende aos requisitos de aceitação pela CQRE, que avalia a compatibilidade remanescida a partir de amostras de testes.

Os ensaios foram realizados nas condições ambientais: (20 ± 1) °C.

Os resultados apresentados neste relatório são significativos restrito às amostras ensaiadas, não sendo extensivos a qualquer lote.

É proibida a reprodução parcial ou total deste relatório.

Ensaio realizado em 29 de agosto de 2018.

Emissão de relatório em 29 de agosto de 2018.

Assinatura do Responsável Técnico

CERTIFICADO DE QUALIDADE

Página 1 de 1

Nº: **108.227** NFº:

Certificamos para os devidos fins que, os produtos constantes em nosso(s) Pedido Interno nº 009863, do dia 27/09/2018 em nome da empresa **ASA INDUSTRIA DE MATERIAIS LTDA.** foram fabricados com matéria prima qualificada e dentro dos mais rigorosos padrões de qualidade e conformidade.

Nº do pedido do cliente (ordem de compra): **450550565** Desenho do cliente:

Item	Descrição	OS	Correção
0020	PARAFUSO ESTOJO 3/4" 10UNC X 14" (356) - ZN/NI ASTM A193/17 - Gr. B7	86.886	5104390

Certificado nº. 15XC1548312167 lote nº A00382/16 do fornecedor **ASA INDUSTRIA DE MATERIAIS LTDA.**

ANÁLISE QUÍMICA (%)

Material	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Al	B	Ti	Bi	Zn	Nb	Fe	N	V
450550565	0.40	0.24	0.09	0.013	0.008	0.980	0.180											

Observações:

PROPRIEDADES MECÂNICAS

Dimensões (mm)	Seção (mm²)	Lim. de Escoamento (MPa)	Lim. de Resistência (MPa)	Alongamento (%)	Estricção (%)	Dureza	Carga Aplicada
		1006,02	1016,41	16,34	56,16	30/33/33	

REQUISITOS ADICIONAIS

Registro	Requisito	Especificado	Encontrado	Laudo
RENº 0212/2018	Microestrutura	ASTM E567	Martensita Revertida	Ap
RENº 0212/2018	Nível de Inclusão	ASTM E45 M&L A	RENº 0212/2018	Ap
RENº 0212/2018	Macrografia	ASTM E381	S1R1/C1	Ap
RENº 0212/2018	Descarbonetização	ASTM A962/F2328	RENº 0212/2018	Ap
Lote 382/16	Atualização de Rastreabilidade	Lote 382/16	Lote A00382/16	Ap
RENº 0447/16	Dureza/Tração com Testemunho	ASTM A193/A320	RENº 0447/16	Ap
RENº 0407/16	Análise Química/Dureza/Tração	ASTM A193/A320	RENº 0407/16	Ap
15-XC1548312167	Descarbonetização	ASTM A962	OK	Ap
15-XC1548312167	Macrografia	ASTM E381	S1R1/C1	Ap
15-XC1548312167	Revenimento	Min. 593°C	630°C	Ap
15-XC1548312167	Temperatura	630 - 900°C	900°C	Ap
15-XC1548312167	Dureza	Max. 35 HRC	30,2/31,3/30,7 HRC	Ap
15-XC1548312167	Tração	ASTM A193 Gr. B7	15-XC1548312167	Ap
15-XC1548312167	Composição Química	ASTM A193 Gr. B7	15-XC1548312167	Ap

MEIOS DE CONTROLE UTILIZADOS

Cond.	Instrumento	Certif. nº	Validade
PC-18	Paquímetro (0 - 151 mm)	QV0557018	mar/2019
TR-1372	TRENA (3 METROS)	QV0638417	nov/2018
CR-35P	Calibr. And. - 0.34" 10 UNC	QV0929518	jul/2019
CR-35NP	Calibr. And. - 0.34" 10 UNC	QV0929418	jul/2019

OBSERVAÇÕES

Requisito	Especificado	Encontrado
INSP. VISUAL	100% REALIZADA	100% APROVADA
INSP. DIMENSIONAL	NR 5426 N2 SN NOA 2.5	RID Nº 2650/2018
IDENT. MARCAÇÃO	"1" + "B72N"	BALCO RELEVIO
"FORÇA SELET. 3/4"	ASTM A194/17a - Gr. 2H CERF	"Nº 108.227"
REVEST. ZN/NI	OS: 86.886	GSL Nº 45.5793

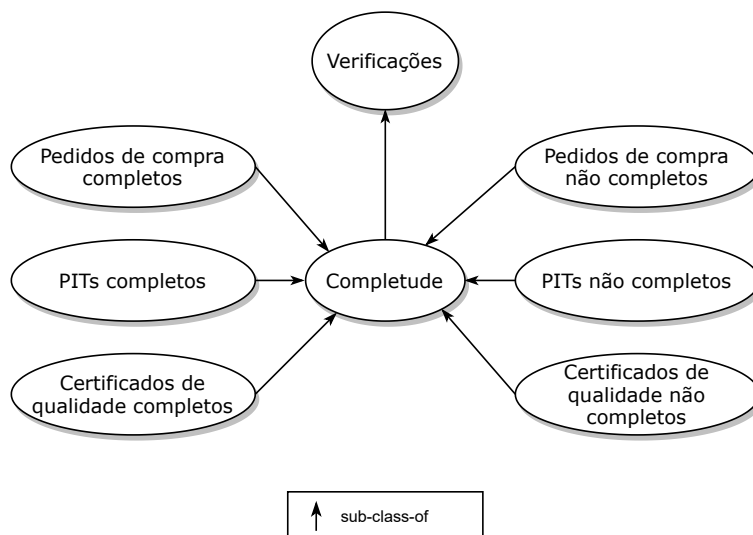
Atestamos a Qualidade dos produtos citados neste certificado em 27/09/2018.

Inspeção E Controle de Qualidade

Responsável Técnico

Fonte: O autor.

Figura 25: Árvore do conceito Verificações.



Fonte: O autor.

4.5 Implementação

A etapa de implementação desenvolve modelos computáveis em uma linguagem para representação de ontologias com base em um modelo formal ou em modelos

conceituais[34].

De acordo com [19], o ambiente de desenvolvimento de ontologias deve fornecer um analisador lexical e sintático para garantir a ausência de erros lexicais e sintáticos fornecer, tradutores para garantir a portabilidade das definições em outras línguas, um editor para adicionar, remover ou modificar definições e um para gerenciador para gerenciar a inclusão, remoção ou modificação de definições existentes.

4.5.1 Ambiente de desenvolvimento

Para desenvolver a OntoToT foi utilizado o ambiente Protégé [24], desenvolvido pela Universidade de Stanford. Ele possui código aberto, uma linguagem baseada em lógica descritiva (OWL-DL - *Ontology Web Language Description Logics*), sendo composta por um editor de ontologia e uma biblioteca de *plugins* com várias funcionalidades.

Outra vantagem deste ambiente é que ele faz a importações e exportações de diversas linguagens. Além disso, o Protégé foi o ambiente adotado na maioria dos trabalhos avaliados nas pesquisas realizadas para o desenvolvimento da ontologia proposta. Foi utilizada a versão 5.5.0 do ambiente, por ser a mais atual no momento da execução deste trabalho.

4.5.2 Linguagem

A linguagem OWL *Ontology Web Language* é recomendada como a linguagem padrão para desenvolvimento de ontologias pelo W3C (*World Wide Web Consortium*). Ela é capaz de representar explicitamente o significado de termos na forma de vocabulários e relacionamentos entre os termos. Além disso, representa significados e semântica com mais facilidade do que XML (*eXtensible Markup Language*), RDF (*Resource Description Framework*) e RDF *Schema* [35]. Também, destaca-se que a OWL é recomendada para aplicações que necessitam processar o conteúdo da informação e não apenas apresentá-las aos usuários.

4.5.3 Motor de inferência

Para realizar inferências, foi utilizado o HermiT [36], motor de inferência nativo do Protégé. Ele é um raciocinador para ontologias escritas usando OWL. A partir um arquivo OWL, o HermiT pode determinar se a ontologia é consistente ou não, identificar relações de subsunção entre classes, entre outras propriedades. Além disso, essas propriedades são avaliadas em poucos segundos.

HermiT é o primeiro raciocinador OWL disponível publicamente baseado em um novo cálculo “*hypertableau*” que fornece um raciocínio mais eficiente do que qualquer algoritmo conhecido anteriormente [36].

4.6 Integração

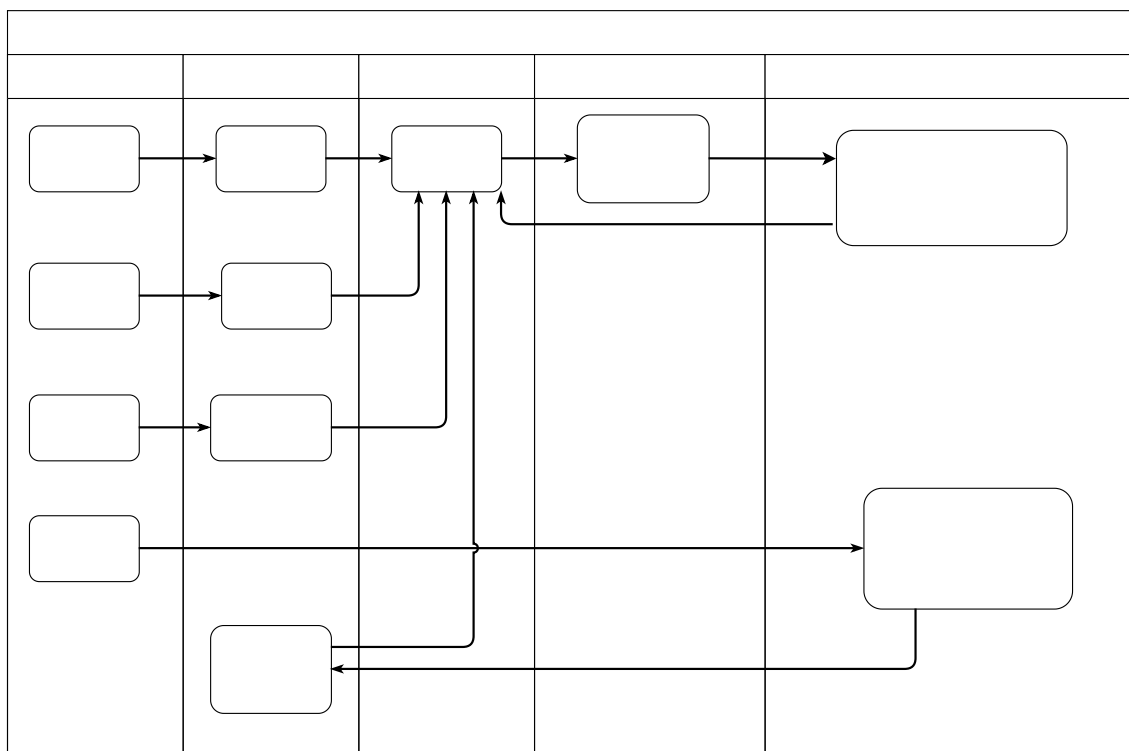
A etapa de integração tem o objetivo de agilizar a construção da ontologia, considerando a reutilização de definições já construídas em outras ontologias em vez de começar do zero [19]. Devido ao ineditismo de uma ontologia para o domínio estudado e da ausência de ontologias que pudessem ser reutilizadas e integradas, decidiu-se pela implementação do zero, desse modo não realizando a etapa de integração.

4.7 Avaliação

Avaliação significa realizar um julgamento técnico da ontologia, seu software ambiente e documentação no que diz respeito a um quadro de referência durante cada fase e entre as fases de seu ciclo da vida. A avaliação inclui a verificação, que refere-se ao processo técnico que garante a correção de uma ontologia, e a validação que garante que a ontologia corresponde ao que deveria representar [19].

Entretanto, não existe uma única abordagem para a avaliação da ontologia. A escolha de uma abordagem adequada deve depender do propósito da avaliação, da aplicação na qual a ontologia será usada e de qual aspecto da ontologia estamos tentando avaliar [37]. O processo de avaliação definido na OntoToT é descrito na Figura 26.

Figura 26: Processo de avaliação da OntoToT.



Fonte: O autor.

A avaliação tem como objetivo verificar com base em uma amostra de documentos

se a ontologia é capaz de representá-los de forma correta. Também deve verificar se os axiomas desenvolvidos para verificação de completude são adequados, comparando a inferência da ontologia com resultados obtidos manualmente. Por fim, deve ser verificado a manutenção da ontologia através da inserção de novas classes, propriedades e relações. A etapa de avaliação é descrita detalhadamente na Seção 5.2.

4.8 Documentação

A etapa de documentação é tratada como uma etapa que deve ser executada em paralelo com as demais etapas, ou seja, durante a execução de cada uma das etapas anteriores um documento relatando as atividades realizadas deve ser elaborado [19]. Após a etapa de especificação e aquisição do conhecimento foi gerado um documento (Apêndice A - Documentação OntoToT), após a modelagem conceitual foi gerado um conjunto de árvores de conceito (Seção 4.3) e após a etapa de avaliação foi gerado a discussão e resultados presentes na Seção 5.2.

Também foi utilizado o LODE (*Live OWL Documentation Environment*) [38], um serviço online que gera automaticamente uma descrição legível por humanos de qualquer ontologia OWL, levando em conta tanto axiomas ontológicos quanto anotações e ordenando-as com a aparência e funcionalidade de um documento de recomendações do W3C. Esta documentação é apresentada para o usuário como uma página HTML com links incorporados para facilitar a navegação. A documentação gerada está presente no Apêndice A - Documentação OntoToT.

5 DESCRIÇÃO, APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DA ONTO-TOT

Neste capítulo será apresentada a descrição detalhada da ontologia OntoToT, bem como os resultados da avaliação realizada e os cenários de uso da referida ontologia.

5.1 Descrição da ontologia OntoToT

Nessa Seção será apresentada a descrição detalhada dos componentes da ontologia, como classes, propriedades e tipos de dados.

5.1.1 Classes e Hierarquia de Classes

Através das informações obtidas por meio da modelagem conceitual, onde foi organizado e representado o conhecimento sobre o domínio estudado, foram gerados artifícios que facilitaram a implementação da ontologia. A criação das árvores de conceitos forneceram as classes, subclasses e propriedades. Abaixo é descrita a definição de cada uma das classes e subclasses que compõem a ontologia.

- **Arquivo PDF:** Classe conectada diretamente à classe *Thing*. Essa classe representa o arquivo PDF, fonte originária dos dados presentes nos documentos do domínio estudado;
- **ID PDF:** Subclasse de *Arquivo PDF*. Representa um identificador único para cada arquivo PDF, necessário para recuperação do arquivo no sistema de armazenamento de dados. Desse modo, *ID PDF* representa um número inteiro;
- **Nome arquivo PDF:** Subclasse de *Arquivo PDF*. É um conjunto de caracteres que tem por objetivo identificar um arquivo, podendo também ser utilizado para recuperar o arquivo;
- **Página:** Subclasse de *Arquivo PDF*. Como um PDF pode conter diversas páginas e em cada página pode conter um certificado de qualidade diferente, se faz necessário

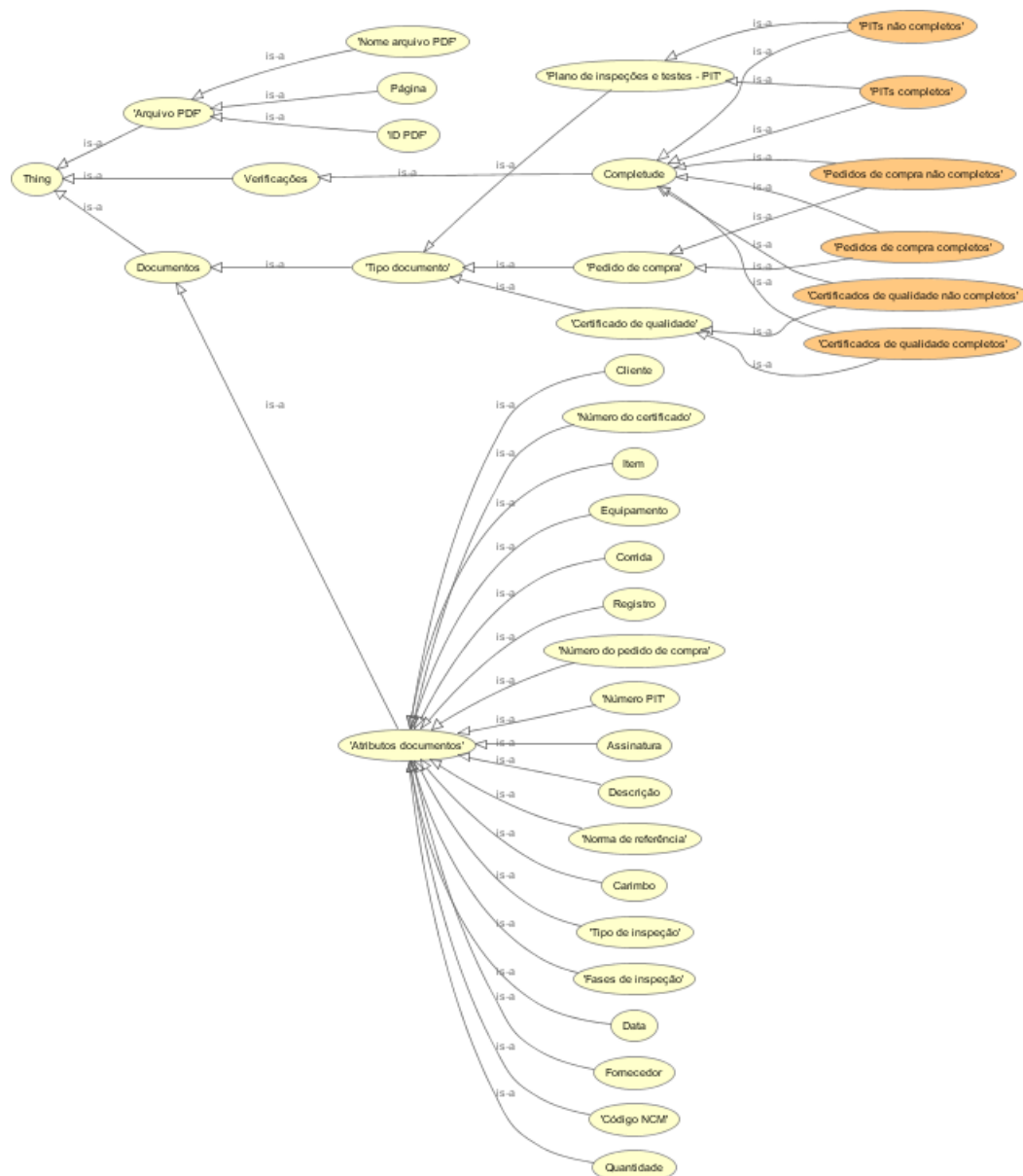
conhecer em qual página do PDF está localizado esse certificado. Logo, *Página* representa um número inteiro;

- ***Documentos:*** Classe ligada diretamente à classe *Thing*. Essa classe é responsável por agrupar os tipos de documentos e todos os atributos que podem conter nos documentos do domínio estudado;
- ***Tipo documento:*** Subclasse de *Documentos*. Agrupa os tipos de documentos que a ontologia deve contemplar, sendo eles: Certificado de qualidade, Pedido de compra e PIT.
- ***Certificado de qualidade:*** Um certificado de qualidade é um documento que reúne informações que atestem a qualidade de determinado produto/serviço de acordo com normas pré-definidas;
- ***Pedido de compra:*** É um instrumento contratual jurídico onde o cliente especifica o equipamento ao fornecedor. Esse documento possui uma descrição detalhada do item, como quantidade, normas que devem ser atendidas e tipo de inspeção realizada;
- ***Plano de inspeções e testes - PIT:*** É um documento elaborado pelo fornecedor contido no seu plano da qualidade, seguindo os padrões estabelecidos pelas normas de gestão da qualidade e normas técnicas definidas no contrato;
- ***Atributos documentos:*** Subclasse de *Documentos*. É responsável por agrupar todas as informações que devem ser extraídas dos documentos. Logo, suas subclasses são *Assinatura*, *Carimbo*, *Cliente*, *Código NCM*, *Corrida*, *Data*, *Descrição*, *Equipamento*, *Fases de Inspeção*, *Fornecedor*, *Item*, *Norma de referência*, *Número do certificado*, *Número do pedido de compra*, *Número PIT*, *Quantidade*, *Registro*, *Resultado do ensaio*;
- ***Assinatura:*** Uma assinatura ou firma é uma marca ou escrito em algum documento que visa a dar-lhe validade ou identificar a sua autoria;
- ***Carimbo:*** Selo utilizado para o reconhecimento, prova ou atestado de autenticidade de um documento;
- ***Cliente:*** Potencial comprador ou usuário dos produtos de fornecedor.
- ***Corrida:*** É um código de identificação exclusivo que um técnico estampa em uma peça de metal para fornecer informações sobre suas origens;
- ***Código NCM:*** Toda e qualquer mercadoria que circula no Brasil deve ter o código NCM (Nomenclatura Comum do Mercosul) e este código deve ser informado no preenchimento da nota fiscal e outros documentos de comércio exterior;

- **Data:** Informa o momento do calendário em que determinado documento foi gerado;
- **Descrição:** Descrição do equipamento ou componente que está sendo adquirido por meio de um pedido de compra ou avaliado através de um certificado de qualidade;
- **Equipamento:** Equipamento que está sendo adquirido ou avaliado diante de um ensaio ou teste;
- **Fases de inspeção:** Fases do processo de inspeção de determinado equipamento;
- **Fornecedor:** Pessoa física ou jurídica que produz, monta, cria, constrói, transforma, importa; exporta, distribui ou comercializa produtos ou serviços;
- **Item:** Código utilizado para identificar determinado equipamento ou componente em um documento;
- **Norma de referência:** É um documento, produzido por um órgão oficial acreditado para tal, que estabelece regras, diretrizes, ou características acerca de um material, produto, processo ou serviço;
- **Número do certificado:** Número identificador de determinado certificado de qualidade;
- **Número do pedido de compra:** Número identificador de determinado pedido de compra;
- **Número PIT:** Número identificador de determinado PIT;
- **Quantidade:** Número de itens de um determinado pedido de compra;
- **Registro:** Descreve qual documento é o registro de que determinada fase de inspeção foi realizada;
- **Resultado do ensaio:** Resultado de determinado ensaio ou teste diante de uma propriedade física ou química;
- **Tipo de inspeção:** Indica o tipo de inspeção de fabricação, que varia de acordo com a criticidade do material, complexidade operacional do material, complexidade ou ineditismo do processo de fabricação e do controle da qualidade e complexidade ou ineditismo do projeto;
- **Verificações:** Classe conectada diretamente a classe *Thing*. Essa classe agrupa as verificações que serão realizadas nos documentos do domínio estudado. Nesse momento, será verificada a completude dos três documentos especificados;

- **Compleitude:** Subclasse de *Verificações*, agrupa todos os tipos de completude implementados na ontologia;
- **Certificado de qualidade completos:** Com base em regras especificadas, reúne todos os certificados de qualidade considerados completos;
- **Certificado de qualidade não completos:** Com base em regras especificadas, reúne todos os certificados de qualidade considerados não completos;
- **PITs completos:** Com base em regras especificadas, reúne todos os PITs considerados completos;

Figura 27: Hierarquia de classes da OntoToT.



Fonte: O autor.

- ***PITs não completos:*** Com base em regras especificadas, reúne todos os PITs considerados não completos;
- ***Pedidos de compra completos:*** Com base em regras especificadas, reúne todos os pedidos de compra considerados completos;
- ***Pedidos de compra não completos:*** Com base em regras especificadas, reúne todos os pedidos de compra considerados não completos.

A hierarquia das classes aqui descritas pode ser verificada de acordo com a Figura 27.

5.1.2 Propriedades de objetos

As propriedades de objetos conectam um indivíduo a outro. Dessa forma, essa propriedade foi utilizada para criar relações entre os tipos de documentos e os atributos que cada documento deve conter. Para isso, foram tomadas por referência as árvores de conceito apresentadas na etapa de conceitualização, exibidas nas Figuras 20, 21 e 23.

As propriedades dividem-se basicamente em dois grupos, *deve ter* e *pode ter*. Durante a elaboração da ontologia, discutiu-se que, no caso do certificado de qualidade, alguns atributos devem aparecer sempre, ou seja, são obrigatórios para a verificação de completude. Entretanto, outros atributos possuem uma certa frequência nos documentos, porém não são obrigatórios para a verificação de completude, ou seja, o certificado de qualidade pode ter esses atributos.

Além disso, como já discutido anteriormente, existem diversas estruturas utilizadas no certificado de qualidade variando de acordo com fornecedor, laboratório, tipo de ensaio, entre outros fatores.

Para relacionar o certificado com seus atributos foram criadas duas propriedades de objeto:

- ***Certificado de qualidade deve ter:*** Relaciona a classe *Certificado de qualidade* com as subclasses de *Atributos documentos* que são obrigatórias para a execução da verificação de completude;
- ***Certificado de qualidade pode ter:*** Relaciona a classe *Certificado de qualidade* com as subclasses de *Atributos documentos* que são frequentes nesse tipo de documento, porém não são essenciais para a verificação de completude.

Os documentos pedido de compra e PIT possuem uma estrutura padrão definida pela empresa. Dessa forma, sabe-se exatamente quais atributos devem estar presentes para que o documento esteja completo. Logo, ambos os documentos possuem apenas relações do tipo *deve ter*.

- ***Pedido de compra deve ter***: Relaciona a classe *Pedido de compra* com as subclasses de *Atributos documentos* que são obrigatórias para a execução da verificação de completude;
- ***PIT deve ter***: Relaciona a classe *PIT* com as subclasses de *Atributos documentos* que são obrigatórias para a execução da verificação de completude;

A Tabela 2 mostra para cada um dos documentos mencionados(domínio) seus respectivos atributos(*range*).

Tabela 2: Propriedades de objeto.

Object property	Domínio	Range
Certificado de qualidade deve ter	Certificado de qualidade	Assinatura, Carimbo, Cliente, Data, Descrição, Número do certificado, Resultado do ensaio
Certificado de qualidade pode ter	Certificado de qualidade	Corrida, Norma de referência, Número do pedido de compra, Quantidade
Pedido de compra deve ter	Pedido de compra	Assinatura, Carimbo, Código NCM, Data, Descrição, Fornecedor, Item, Norma de referência, Número do pedido de compra, Tipo de inspeção
PIT deve ter	Plano de inspeções e testes - PIT	Assinatura, Carimbo, Cliente, Data, Equipamento, Fases de inspeção, Fornecedor, Número PIT, Registro

Fonte: O autor.

A Figura 28 ilustra graficamente as propriedades de objeto implementadas conforme a legenda descrita.

5.1.3 Propriedades de dados

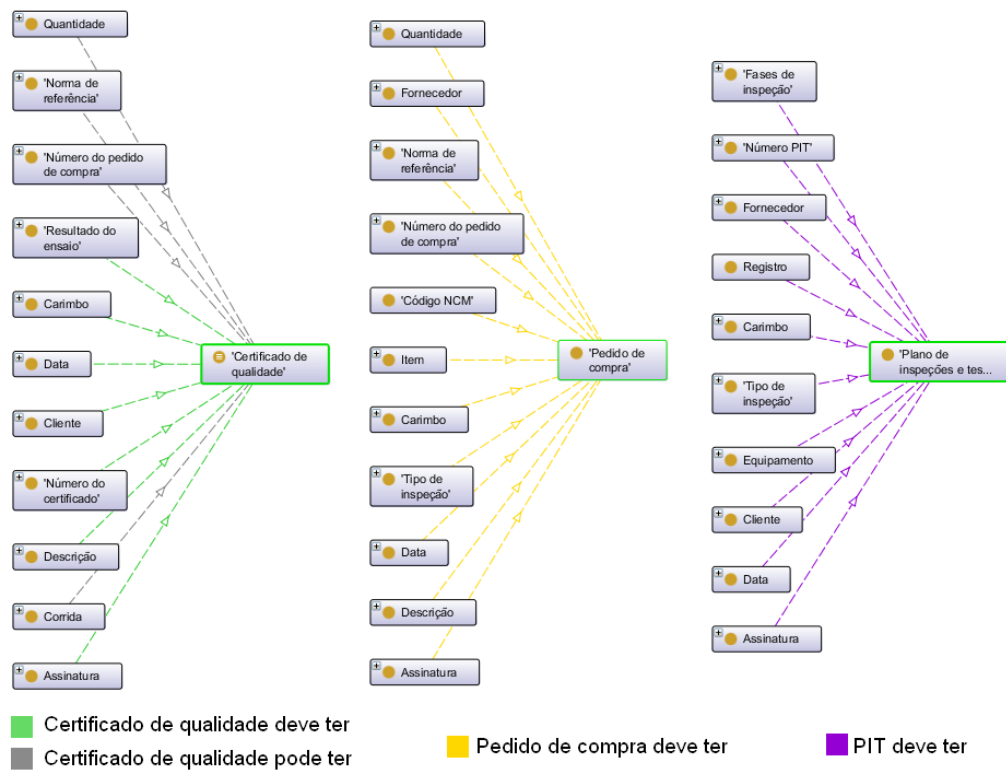
Para cada uma das subclasses de *Atributos documentos* e *Arquivo PDF* foram criadas propriedades de dados correspondentes a cada subclasse. Todas as propriedades foram nomeadas da mesma forma que suas classes. Com exceção das classes *ID PDF* e *Página* definidas como *xsd:integer*, as demais classes foram definidas como *xsd:string*. Todas as classes e seus respectivos tipos de dados estão detalhados na Tabela 3.

5.1.4 Axiomas

Os axiomas desenvolvidos têm como função impor restrições às classes utilizadas para verificação de completude. Ou seja, esses axiomas representam as regras que determinado tipo de documento deve respeitar para ser considerado completo ou não completo. Para implementar esses axiomas, foi utilizada a lógica descritiva fornecida pelo Protégé. Para cada um dos axiomas foi criada uma subclasse de *Completude*. Essas classes são descritas abaixo.

- Classe ***Certificado de qualidade completo***: Um certificado de qualidade é dito completo se todas as informações relevantes forem extraídas corretamente pelo OCR.

Figura 28: Propriedades da OntoToT.



Fonte: O autor.

Essas informações são definidas pela propriedade de objeto *Certificado de qualidade deve ter* e são: *Assinatura*, *Carimbo*, *Cliente*, *Data*, *Número do certificado* e *Resultado do ensaio*;

- Classe ***Certificado de qualidade não completo***: Um certificado de qualidade é não completo se pelo menos uma das classes definidas na propriedade *Certificado de qualidade deve ter* não for extraída pelo OCR;
- Classe ***Pedidos de compra completos***: Um pedido de compra é considerado completo se tiver todas as informações relevantes presentes. Ou seja, um pedido de compra é considerado completo se as informações de *Assinatura*, *Carimbo*, *Código NCM*, *Data*, *Descrição*, *Fornecedor*, *Item*, *Norma de referência*, *Número do pedido de compra* e *Quantidade* forem extraídas com êxito através do OCR;
- Classe ***Pedidos de compra não completos***: Um pedido de compra é considerado não completo se pelo menos uma das informações relevantes não for extraída pelo OCR;
- Classe ***PITs completos***: Um PIT é dito completo se tiver todas as informações relevantes presentes. Ou seja, deve conter *Assinatura*, *Carimbo*, *Cliente*, *Data*, *Equipamento*, *Fases de inspeção*, *Fornecedor*, *Número PIT*, *Registro*;

Tabela 3: Propriedades de dados.

Data property	Domínio	Range
Assinatura	Assinatura	xsd:string
Carimbo	Carimbo	xsd:string
Cliente	Cliente	xsd:string
Corrida	Corrida	xsd:string
Critério de aceitação	Critério de aceitação	xsd:string
Código NCM	Código NCM	xsd:string
Data	Data	xsd:string
Descrição	Descrição	xsd:string
Equipamento	Equipamento	xsd:string
Fases de inspeção	Fases de inspeção	xsd:string
Fornecedor	Fornecedor	xsd:string
ID PDF	ID PDF	xsd:integer
Item	Item	xsd:string
Nome arquivo PDF	Nome arquivo PDF	xsd:string
Norma de referência	Norma de referência	xsd:string
Número do certificado	Número do certificado	xsd:string
Número do pedido de compra	Número do pedido de compra	xsd:string
Número PIT	Número PIT	xsd:string
Página	Página	xsd:integer
Quantidade	Quantidade	xsd:string
Registro	Registro	xsd:string
Resultado do ensaio	Resultado do ensaio	xsd:string
Tipo de inspeção	Tipo de inspeção	xsd:string

Fonte: O autor.

- Classe **PITs não completos**: Um PIT é dito não completo se pelo menos uma das informações relevantes não for extraída pelo OCR.

Como mencionado anteriormente, os atributos não encontrados nos documentos serão sinalizados com o termo *not found*. Assim, com base nisso e nas classes descritas, foram elaborados os axiomas exibidos nas Figuras 29, 30 e 31. Logo, se o atributo não possui o valor *not found*, significa que a informação foi encontrada e extraída. Além disso, para o documento ser considerado completo, todas os atributos devem possuir um valor diferente de *not found*, sendo essa restrição representado pela operação lógica “e”(and).

Para os documentos não completos aplica-se a lógica inversa aos documentos completos. Se pelo menos um dos atributos possuir o valor *not found*, implica na não completude do documento. Essa restrição é elaborada pela operação lógica “ou”(or).

Figura 29: Axiomas *Certificados de qualidade não completos* a esquerda e *Certificados de qualidade completos* a direita.

Equivalent To + ● 'Certificado de qualidade' - and ((Assinatura value "not found"^^string) - or (Carimbo value "not found"^^string) - or (Cliente value "not found"^^string) - or (Data value "not found"^^string) - or (Descrição value "not found"^^string) - or ('Resultado do ensaio' value "not found"^^string) - or ('Número do certificado' value "not found"^^string))	Equivalent To + ● 'Certificado de qualidade' - and ((Assinatura some not ({ "not found"^^string})) - and (Carimbo some not ({ "not found"^^string})) - and (Cliente some not ({ "not found"^^string})) - and (Data some not ({ "not found"^^string})) - and (Descrição some not ({ "not found"^^string})) - and ('Resultado do ensaio' some not ({ "not found"^^string})) - and ('Número do certificado' some not ({ "not found"^^string})))
--	--

Fonte: O autor.

Figura 30: Axiomas *Pedidos de compra não completos* a esquerda e *Pedidos de compra completos* a direita.

Equivalent To + ● 'Pedido de compra' - and ((Assinatura value "not found"^^string) - or (Carimbo value "not found"^^string) - or (Data value "not found"^^string) - or (Descrição value "not found"^^string) - or (Fornecedor value "not found"^^string) - or (Item value "not found"^^string) - or ('Número do pedido de compra' value "not found"^^string) - or (Quantidade value "not found"^^string) - or ('Tipo de inspeção' value "not found"^^string) - or ('Código NCM' value ""^^string) - or ('Norma de referência' value "not found"^^string))	Equivalent To + ● 'Pedido de compra' and ((Assinatura some not ({ "not found"^^string})) - and (Carimbo some not ({ "not found"^^string})) - and (Data some not ({ "not found"^^string})) - and (Descrição some not ({ "not found"^^string})) - and (Fornecedor some not ({ "not found"^^string})) - and (Item some not ({ "not found"^^string})) - and ('Número do pedido de compra' some not ({ "not found"^^string})) - and (Quantidade some not ({ "not found"^^string})) - and ('Tipo de inspeção' some not ({ "not found"^^string})) - and ('Código NCM' some not ({ "not found"^^string})) - and ('Norma de referência' some not ({ "not found"^^string})))
---	--

Fonte: O autor.

Figura 31: Axiomas *PIT não completos* a esquerda e *PIT completos* a direita.

Equivalent To + ● 'Plano de inspeções e testes - PIT' - and ((Assinatura value "not found"^^string) - or (Carimbo value "not found"^^string) - or (Cliente value "not found"^^string) - or (Data value "not found"^^string) - or (Equipamento value "not found"^^string) - or ('Fases de inspeção' value "not found"^^string) - or (Fornecedor value "not found"^^string) - or ('Número PIT' value "not found"^^string) - or (Registro value "not found"^^string) - or ('Tipo de inspeção' value "not found"^^string))	Equivalent To + ● 'Plano de inspeções e testes - PIT' - and ((Assinatura some not ({ "not found"^^string})) - and (Carimbo some not ({ "not found"^^string})) - and (Cliente some not ({ "not found"^^string})) - and (Data some not ({ "not found"^^string})) - and (Equipamento some not ({ "not found"^^string})) - and ('Fases de inspeção' some not ({ "not found"^^string})) - and (Fornecedor some not ({ "not found"^^string})) - and ('Número PIT' some not ({ "not found"^^string})) - and (Registro some not ({ "not found"^^string})) - and ('Tipo de inspeção' some not ({ "not found"^^string})))
---	--

Fonte: O autor.

5.2 Avaliação

Conforme comentado na Seção 4.7, o processo de avaliação se divide em três momentos. Primeiramente, com base nas representações para cada tipo de documento, deve ser realizada manualmente a verificação de completude em um conjunto de documentos dos três tipos estudados. Esse processo tem como objetivo avaliar se as representações desenvolvidas estão corretas diante dos documentos.

A segunda etapa consiste em criar instâncias para representação desses documentos através do Protégé. Após isso, o mecanismo de inferência deve ser executado para que a ontologia classifique os documentos como completos ou não completos. A partir das inferências realizadas pela ontologia será possível avaliar se os axiomas desenvolvidos

estão corretos.

Por fim, na terceira etapa um novo tipo de documento deve ser inserido na ontologia e as etapas dois e três devem ser executadas para esse novo tipo de documento. A seguir é demonstrado detalhadamente o processo de avaliação realizado.

5.2.1 Avaliação Pedido de Compra

Para avaliar a representação do documento pedido de compra foram selecionados aleatoriamente dez pedidos de compra. Foi criada uma tabela contendo todos os atributos que devem ser extraídos desses documentos e a extração foi realizada manualmente. Durante esse processo, constatou-se que a representação é suficiente para a representação desse documento.

Após a extração manual, os dados inseridos na Tabela 4 foram analisados quanto aos critérios de completude. Dos dez pedidos de compra selecionados, seis foram considerados completos e quatro não completos.

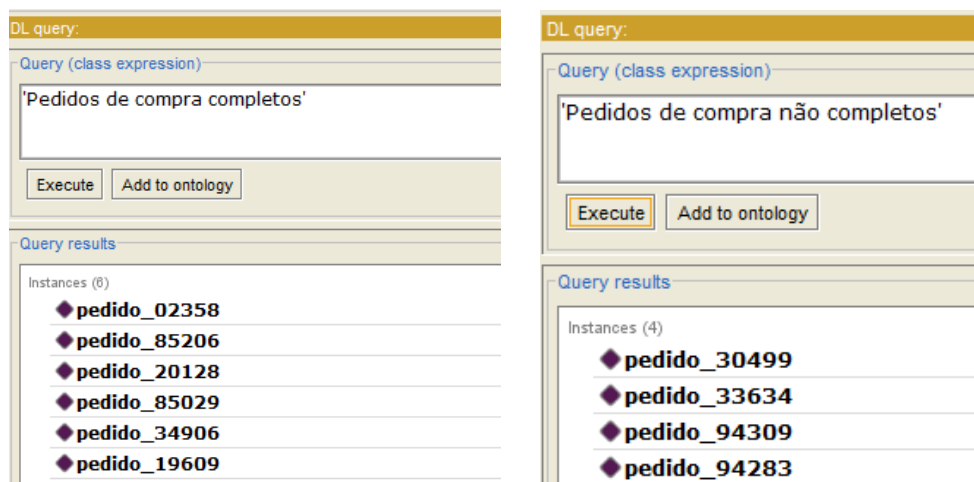
Tabela 4: Pedidos de compra analisados e suas informações extraídas.

Arquivo PDF		Pedido de compra										
ID PDF	Nome arquivo	Assinatura	Carimbo	Código NCM	Data	Descrição	Fornecedor	Item	Norma de referência	Número do pedido de compra	Quantidade	Tipo de inspeção
1	02358 Pedido.pdf	assinatura02358.png	carimbo02358.png	84818097	22/08/2018	Válvula borboleta lug fire-safe 10"150#	COMERCIO E REPRESENTACOES LTDA	0010	API 609 categoria B	02358	1	C
2	85206 Pedido.pdf	assinatura85206.png	carimbo85206.png	73181900	13/03/2019	Barra roscada A193-B16 2-8FPP	METALURGICA LTDA	0010	AL ASTM A193 gr B16	85206	16	A
3	30499 Pedido.pdf	not found	not found	73181600	01/04/2019	Porca sext pes A194-2H 2 1/4-8UN	METALURGICA LTDA	0010	AC ASTM A194 gr 2H	30499	160	B
4	94309.pdf	not found	not found	73181900	18/01/2019	Barra roscada A193-B8 cl.2 1 1/8-8UN	METALURGICA LTDA	0010	AI ASTM A193 gr B8 cl.2	94309	40	A
5	34906.pdf	assinatura34906.png	carimbo34906.png	73181600	22/02/2019	Porca sext pes A194-gr8 3/8-16UNC	METALURGICA LTDA	0010	AI ASTM A194 gr 8	34906	3700	A
6	85029.pdf	assinatura85029.png	carimbo85029.png	73181600	14/03/2019	Porca sext pes A194-2H 1 7/8-8UN	METALURGICA LTDA	0010	AC ASTM A194 gr 2H	85029	60	A
7	94283.pdf	not found	not found	73181600	18/03/2019	Porca sext pes A194-gr4L 1 1/4-8UN	METALURGICA LTDA	0010	AL ASTM A194 gr 4L	94283	220	A
8	19609.pdf	assinatura19606.png	carimbo19609.png	73181600	22/03/2019	Porca sext pes A194-gr8 1 1/4-8UN	METALURGICA LTDA	0010	AI ASTM A194 gr 8	19609	230	A
9	20128.pdf	assinatura20128.png	carimbo20128.png	73181600	28/03/2019	Porca sext pes A194 gr2HM 1-8UNC	METALURGICA LTDA	0010	AC ASTM A194 gr 2HM	20128	32	A
10	33634.pdf	not found	not found	not found	20/10/2017	Paraf. estojo A193 B8 5/8-11 x3"	METALURGICA LTDA	0001	AI ASTM A194 gr 8(AISI-304)	33634	60	not found

Fonte: O autor.

Após a verificação manual, foram criadas instâncias através do Protégé para representar os pedidos de compra e seus atributos. Após a inserção dos documentos foi executado o mecanismo de inferência *HermiT*, onde pode-se verificar que a inferência realizada pela ontologia corresponde a inferência realizada manualmente. A Figura 32 exibe os resultados obtidos através da ontologia. Para obter os resultados foram executadas as consultas *Pedidos de compra completos* e *Pedidos de compra não completos* ao *plugin DL query*.

Figura 32: Resultado do axioma *Pedidos de compra completos*. Ao lado esquerdo são exibidos os pedidos de compra completos e do lado direito os pedidos de compra não completos.



Fonte: O autor.

Por fim, a Tabela 5 exibe os resultados obtidos através da verificação manual e através da ontologia para a verificação de completude dos pedidos de compra selecionados. Através da tabela, verifica-se que as inferências realizadas manualmente correspondem com as inferências realizadas pela ontologia.

5.2.2 Avaliação Plano de Inspeções e Testes - PIT

Para avaliar a representação do PIT foram fornecidos apenas dois documentos pela empresa parceira devido ao sigilo das informações presentes. Assim como no pedido de compra, foi elaborada uma tabela com os atributos que devem ser extraídos desses documentos.

Durante a extração manual houve dificuldade na extração dos atributos *Fases de inspeção* e *Registro*. Essa dificuldade surgiu por conta desses atributos se apresentarem em forma de colunas de tabela, como mostra a Figura 22. Para contornar a situação, foi utilizado a separação ponto e vírgula, onde as linhas da coluna são separadas pelo carácter “;”. Desse modo, foi possível extrair as informações referentes aos atributos *Fases de inspeção* e *Registro*. A Tabela 6 apresentada os atributos extraídos dos PITs.

Tabela 5: Verificação de completude em pedidos de compra manualmente e através da ontologia.

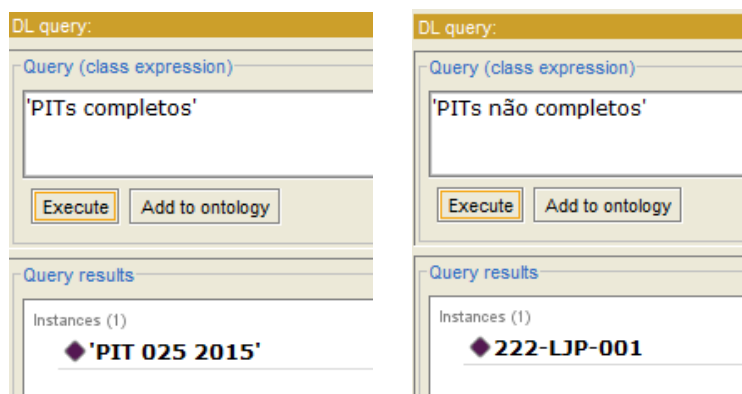
Número do pedido de compra	Verificação manual	Verificação ontologia
02358	Completo	Completo
85206	Completo	Completo
30499	Não completo	Não completo
94309	Não completo	Não completo
34906	Completo	Completo
85029	Completo	Completo
94283	Não completo	Não completo
19609	Completo	Completo
20128	Completo	Completo
33634	Não completo	Não completo

Fonte: O autor.

Considerando essa observação, constatou-se que a representação é satisfatória para a representação do PIT.

Posteriormente, foi realizada a análise manual de completude, onde se verificou que um dos documentos é completo e outro não completo. Nessa caso, a não completude se justifica pela ausência de assinaturas e carimbos no referido documento. Ao inserir esses documentos em forma de instâncias no Protégé, executar o mecanismo de inferência e realizar as consultas no *DL Query*, atingiu-se o mesmo resultado obtido através da análise manual, conforme exibido na Figura 33 e Tabela 7, assim validando os axiomas desenvolvidos.

Figura 33: Resultado axioma *PITs completos* a esquerda e *PITs não completos* a direita.



Fonte: O autor.

Tabela 6: PITs analisados e suas informações extraídas.

Arquivo PDF		Plano de Inspeções e Testes - PIT									
ID PDF	Nome arquivo PDF	Assinatura	Carimbo	Cliente	Data	Equipamento	Fornecedor	Fases de inspeção	Número PIT	Registro	Tipo de inspeção
11	PIT_Nº_025.pdf	assinaturapit025.png	carimbopit025.png	Empresa de Petróleo SA	27/08/2015	PARAFUSO ESTOJO / BARRA ROSCADA 3/8 A 4"ASTM A193 Gr. B7 NATURAL (COM REVESTIMENTO)	METALURGICA LTDA	Recebimento Materia Prima; Identificação de rastreabilidade; Emitir OS; Produção; Calibração; Beneficiamento; Ensaios da qualidade; Inspeção de Fabricação; Inspeção Final JEA; Inspeção Final do cliente; Ensaios com testemunho; Documentação; Expedição	025/2015	Banco de Dados Recebimento; Banco de Dados Recebimento; Etiqueta Amarela; OS(fm.15) Relatório de Inspeção (fm16); OS(fm.15) Relatório de Inspeção (fm16); OS(fm.15) Relatório de Inspeção (fm16); OS(fm.15) Relatório de Inspeção (fm16); OS(fm.15) Relatório de Inspeção (fm16); OS(fm.15) Relatório de Inspeção (fm16); OS(fm.15) Relatório de Inspeção (fm16); Certificado de qualidade; Relatório de Ensaios; Certificado de qualidade - Registros; Etiqueta Padrão Nota - Fiscal	B
12	222-LJP-001.pdf	not found	not found	Empresa de Petróleo SA	24/06/2014	VÁLVULA GLOBO FUNDIDA E FORJADA	TECH SA	Inspeção Visual (após usinagem); Inspeção Dimensional (após usinagem); Medição de Espessura de Parede; Teste de Reconhecimento de Ligas; Líquido Penetrante; Partículas Magnéticas; Radiografia; Ultrassom; Tratamento Térmico; Dureza; Visual e Dimensional com a Válvula Montada; Teste Hidrostático; Teste Pneumático; Teste Funcional com Pressão; Torque dos Estojos/Prisioneiros; Torque de Acionamento; Marcação, Identificação e Rastreabilidade; Pintura; Visual e Dimensional Final; Embalagem; Data Book;	222-LJP-001	Relatório de inspeção; Relatório de inspeção; Relatório de inspeção; Relatório END-TP; Relatório END - LP; Relatório END-PM; Relatório Radiográfico; Relatório END-US; Rel. Tratamento térmico(externo); Relatório de inspeção; Relatório de inspeção; Cert. Conformidade do Produto; Cert. Conformidade do Produto; Cert. Conformidade do Produto; Cert. Conformidade do Produto; Cert. Conformidade do Produto; Relatório de Pintura; Relatório de Inspeção; Não aplicável; Cópia dos registros de Inspeção	B

Fonte: O autor.

Tabela 7: Verificação de completude em PITs manualmente e através de ontologia.

Número PIT	Verificação manual	Verificação ontologia
025/2015	Completo	Completo
222-LJP-001	Não completo	Não completo

Fonte: O autor.

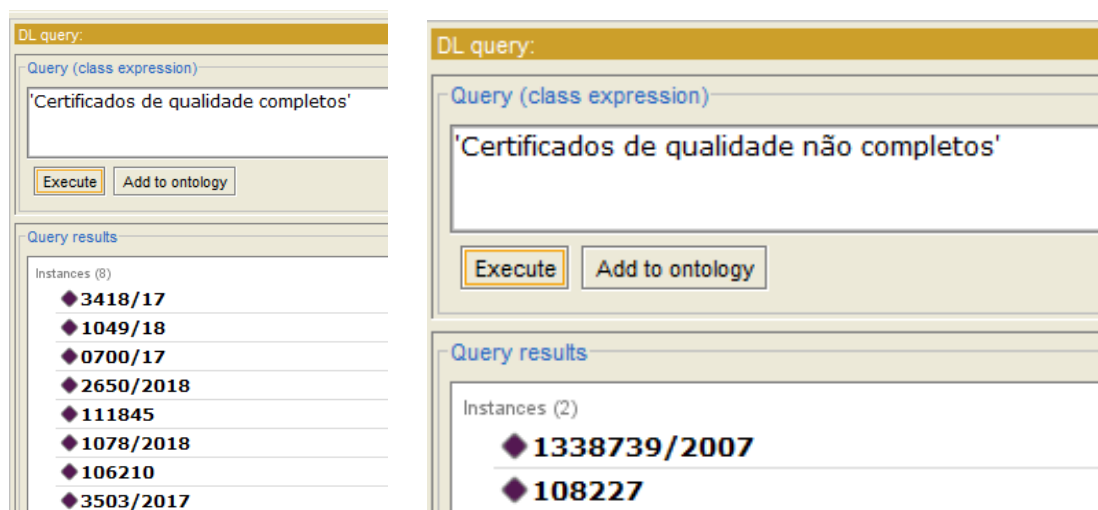
5.2.3 Avaliação Certificado de Qualidade

Para avaliar a representação do certificado de qualidade foram selecionados dez certificados diferentes presentes em dois *Databooks* diferentes. Com base nas propriedades de objetos definidas na Seção 6.1.2 foi elaborada uma tabela com todos os atributos que devem ser extraídos. Através da extração manual, validou-se a referida representação.

Analisando os dados extraídos, apresentados na Tabela 8 pode-se avaliar os certificados quanto aos critérios de completude. Com base nas regras definidas para determinar constatou-se que apenas dois certificados não estavam completos, um por não apresentar fornecedor e outro pela ausência de descrição.

Após isso, foram criadas instâncias no Protégé para representar os documentos analisados. Por conseguinte, foi executado o *Hermit* e realizadas consultas através do *DL query*, onde foi obtido o resultado apresentado na Figura 34.

Figura 34: Resultado axiomas *Certificados de qualidade completos* a esquerda e *Certificados de qualidade não completos* a direita.



Fonte: O autor.

Foi criada a Tabela 9 para comparar os resultados obtidos através da verificação manual de completude e da ontologia. Através dessa tabela pode-se observar que os resultados obtidos pela ontologia são iguais aos resultados obtidos através da verificação manual. Isso valida os axiomas desenvolvidos para verificação de completude em certificados de qualidade.

Tabela 8: Certificados de qualidade analisados e suas informações extraídas.

Arquivo PDF		Certificado de qualidade											
ID PDF	Nome arquivo PDF	Assinatura	Carimbo	Cliente	Corrida	Data	Descrição	Norma de referência	Número do pedido de compra	Número do certificado	Página	Quantidade	Resultado do ensaio
13	BOOK_PL.009863.pdf	assinatura26502018.png	carimbo26502018.png	Empresa de Petróleo SA	not found	27/09/18	PARAF. ESTOJO 3/4" 10UNC X 14"(356)- ASTM A193 Gr. B7- ZN/NI	ASME B1.1/ ASME B18.2.1	not found	2650/2018	13	187	Inspeção Visual (Aprovado)
		assinatura35032017.png	carimbo35032017.png	METALURGICA LTDA	C997102	23/06/2017	BARRA LAMINADA REDONDA SAE 1045-1"	not found	not found	3503/2017	16	not found	Composição química
		assinatura111845.png	carimbo111845.png	DISTRIBUIDORA LTDA	C997102	22/03/2017	275 PCS SAE 1045 RL	not found	not found	111845	17	not found	Composição química
		assinatura108227.png	carimbo108227.png	not found	5104390	27/08/2018	PARAF. ESTOJO 3/4" 10UNC X 14"(356)- ASTM A193 Gr. B7- ZN/NI	not found	05010	108227	1	not found	Composição química
14	BOOK_PL.008847.png	assinatura106210.png	carimbo106210.png	Empresa de Petróleo SA	165D6420	07/06/2018	PARAF. ESTOJO 3/4" 10UNC X 14"(356)- ASTM A193/16 Gr. B7- ZN/NI	not found	57756	106210	1	not found	Composição química
		assinatura104918.png	carimbo104918.png	METALURGICA LTDA	165D6420	20/02/2018	Barra Roscada 3/4"10UNC	ASTM A193M - 16/ ASTM A320M - 17a	not found	1049/18	5	not found	Composição química
		assinatura341817.png	carimbo341817.png	METALURGICA LTDA	2029201	12/06/2017	Porca Sextavada Pesada 3/4"10UNC	ASTM A194/16a Gr.2H	not found	3418/17	21	not found	Ensaio de dureza
		assinatura070017.png	carimbo070017.png	METALURGICA LTDA	2029201	13/07/2017	Porca Sextava Pesada 3/4"	ASTM A194/16 Grau 2H	not found	0700/17	27	not found	Ensaio de dureza
		assinatura10782018.png	carimbo10782018.png	Empresa de Petróleo SA	not found	07/06/2018	PORCA SEXT. PESADA 3/4"10UNC - ASTM A194 Gr. 2H ZN/ZI	ASME B1.1/ ASME B18.2.2	not found	1078/2018	31	80	Inspeção dimensional (Aprovado)
		assinatura13387392007.png	carimbo13387392007.png	METALURGICA LTDA	2029201	20/04/2017	not found	not found	not found	1338739/2007	16	not found	Composição química

Fonte: O autor.

Tabela 9: Verificação de completude em certificados de qualidade manual e através de ontologia.

Número do certificado	Verificação completude manual	Verificação completude ontologia
3418/17	Completo	Completo
1049/18	Completo	Completo
0700/17	Completo	Completo
2650/2018	Completo	Completo
111845	Completo	Completo
1078/2018	Completo	Completo
106210	Completo	Completo
3503/2017	Completo	Completo
1338739/2007	Não completo	Não completo
108277	Não completo	Não completo

Fonte: O autor.

5.2.4 Manutenção

O processo de manutenção consistiu em adicionar à ontologia desenvolvida novas classes e axiomas com o intuito de representar um novo documento e suas verificações possíveis. O documento selecionado foi o certificado de análise química, um tipo de documento frequentemente encontrado em *Databooks*. Diante da grande variedade de normas que existem para esse certificado, restringiu-se apenas a representação do certificado de análise química ASTM A193 Gr. B7. O processo de manutenção dividiu-se em três etapas, descritas abaixo.

Inserção de classes

Para representação desse documento, foi analisada a norma ASTM A193. É uma norma para fixadores (parafusos, barras roscada, porcas, prisioneiros, etc) de aço que define quais requisitos devem ser atendidos para ser denominado ASTM A193. Essa norma contempla vários graus, onde cada grau possui exclusivos requisitos químicos, requisitos de resistência, requisitos de teste e aplicações.

Como mencionado, a análise limita-se aos fixadores ASTM A193 Grau B7 (Gr.B7). Os fixadores Gr. B7 são fabricados em aço Cromo-Molibdênio e são temperados e revenidos (tratados termicamente) para desenvolver as propriedades mecânicas desejadas. Esse grau é o mais comum de fixadores A193 usados em construções. Da norma, obtém-se que a avaliação de análise química se dá através dos elementos exibidos na Tabela 10. Além disso, foram adicionadas as subclasses para verificação de completude e conformidade desse certificado.

Para representação do certificado mencionado, foi adicionada a subclasse *Certificado de análise química* a classe *Certificado de qualidade*. Para representar o resultado de

Tabela 10: Requisitos químicos solicitados pela norma ASTM A193 Gr. B7.

Elemento químico	Range (%)
Carbono	0,37 - 0,49
Cromo	0,75 - 1,20
Enxofre	max 0,040
Fósforo	max 0,035
Manganês	0,65 - 1,10
Molibdênio	0,15 - 0,25
Silício	0,15 - 0,35

Fonte: Adaptado de [39].

análise química, foi adicionado a subclasse *Resultado análise química* a classe *Resultado do ensaio*. Cada um dos elementos químicos listados na Tabela 10 foram adicionados como subclasses de *Resultado análise química*. A Figura 35 exhibe as classes adicionadas para representação desse certificado.

Inserção propriedades de objetos

Para relacionar o certificado de análise química e seus atributos, foi criada a propriedade de objeto *Certificado de análise química deve ter*. A Tabela 11 mostra o *range* e domínio dessa propriedade.

Tabela 11: Propriedade de objeto *Certificado de análise química deve ter*.

Object property	Domínio	Range
Certificado de análise química deve ter	Certificado de análise química	Assinatura, Carbono, Carimbo, Cliente, Data, Descrição, Enxofre, Fósforo, Manganês, Molibdênio, Número do certificado, Norma de referência, Silício

Fonte: O autor.

Inserção propriedades de dados

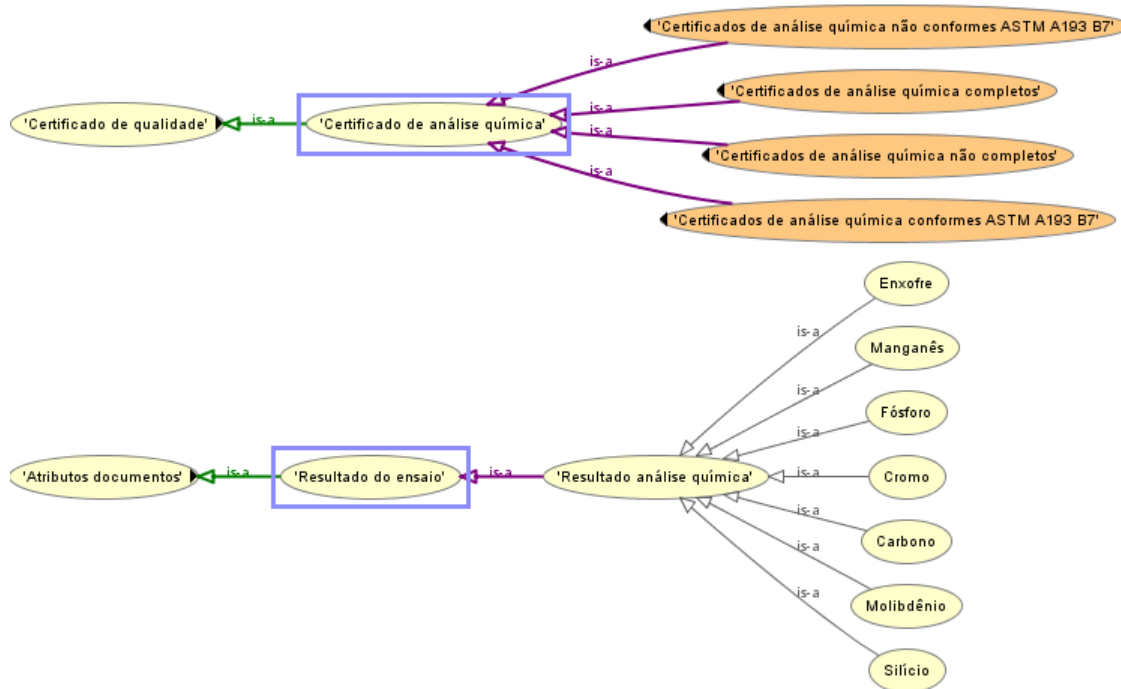
Para todos os elementos químicos presentes na Tabela 10 foram criadas propriedades de dados, sendo todos do tipo *double*, isto é, variáveis que representam número de ponto flutuante de precisão dupla.

Inserção axiomas

Para representar as regras de completude e conformidade, foram implementados quatro axiomas, descritos abaixo como classes da ontologia:

- Classe *Certificados de análise química completos*: Um certificado de qualidade é dito completo se todas as informações relevantes forem extraídas pelo OCR. Essas informações são as classes contidas na coluna *Range* da Tabela 11;

Figura 35: Subclasses inseridas para representação do certificado de análise química.

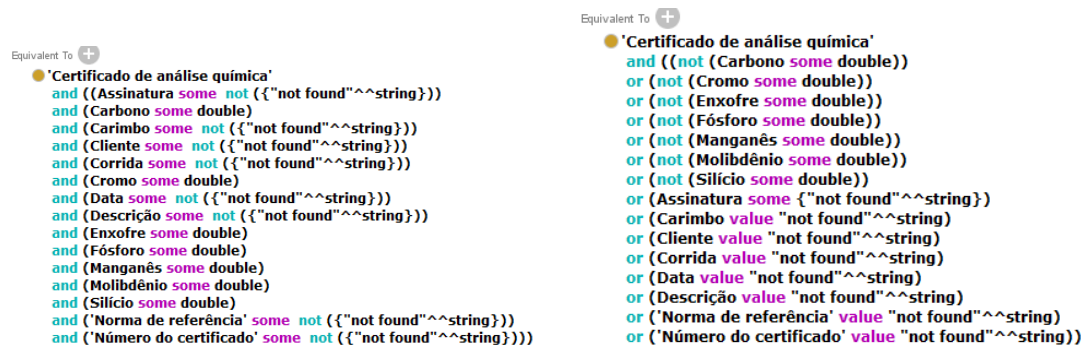


Fonte: O autor.

- Classe ***Certificados de análise químicas não completos***: Um certificado de análise química é considerado não completo se pelos uma das classes presentes na coluna *Range* da Tabela 11 não for extraídas pelo OCR;
- Classe ***Certificados de análise química conformes ASTM A193 B7***: Para um certificado de análise química estar em conformidade com a norma ASTM A193 B7 é necessário que a norma de referência seja a referida e que os valores dos elementos químicos correspondam com os exibidos na Tabela 10;
- Classe ***Certificados de análise química não conformes ASTM A193 B7***: Para um certificado de análise química estar em conformidade com a norma ASTM A193 B7 é necessário que a norma de referência seja a referida e que pelo menos um dos valores apresentados na Tabela 10 seja diferente do especificado pela norma.

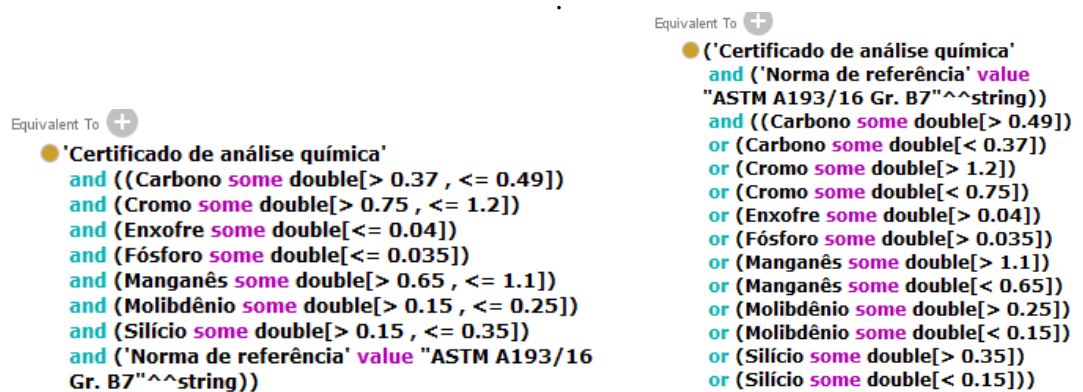
Assim como mencionado na Seção 5.1.4, os atributos não encontrados serão sinalizados com o termo *not found*. Também foi aplicada a mesma lógica para verificação de completude. No caso de conformidade, foi descrito através do Protégé os intervalos para que o certificado esteja de acordo com a norma ASTM A193 B7. A Figura 36 exhibe os axiomas de completude e a Figura 37 exhibe os axiomas de conformidade implementados no Protégé.

Figura 36: Axiomas *Certificados de análise química completos* a esquerda e *Certificados de análise química não completos* a direita.



Fonte: O autor.

Figura 37: Axiomas *Certificados de análise química conformes ASTM A193 B7* a esquerda e *Certificados de análise química não conformes ASTM A193 B7* a direita



Fonte: O autor.

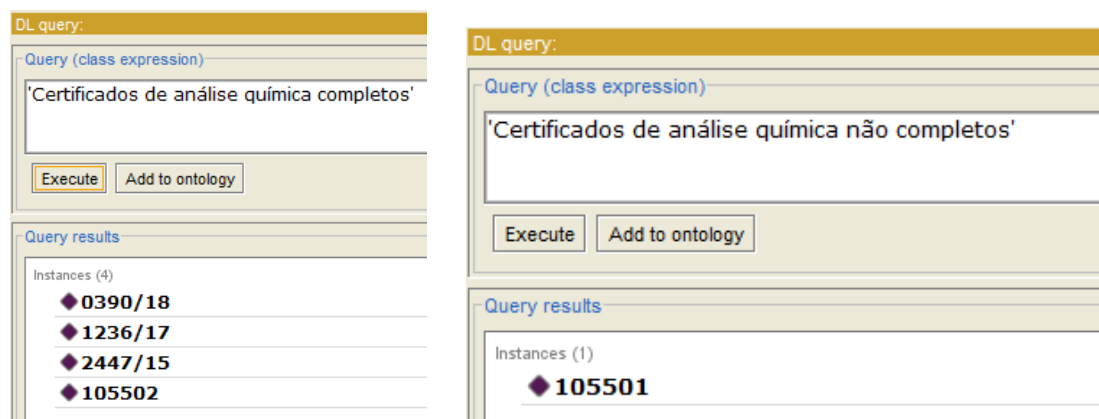
Avaliação

A metodologia empregada na avaliação é a mesma apresentada na Seção 4.7 e realizado para os documentos PIT, pedido de compra e certificado de qualidade, conforme demonstrado na Seção 5.2. Logo, para isso foram selecionados cinco certificados de análise química referentes a norma ASTM A193 B7, os quais fazem parte de um mesmo *Databook*.

A primeira etapa da avaliação consistiu em extrair manualmente os dados desses certificados e na Tabela 12 que contem todos os atributos especificados pela ontologia. Através do preenchimento dessa tabela, verificou-se que a representação ontológica é suficiente para esse tipo de certificado. Posteriormente, foi realizada a verificação manual de completude e conformidade para esses certificados. Durante a verificação manual, constatou-se que quatro certificados estão completos, um não completo, quatro conformes e um não conforme.

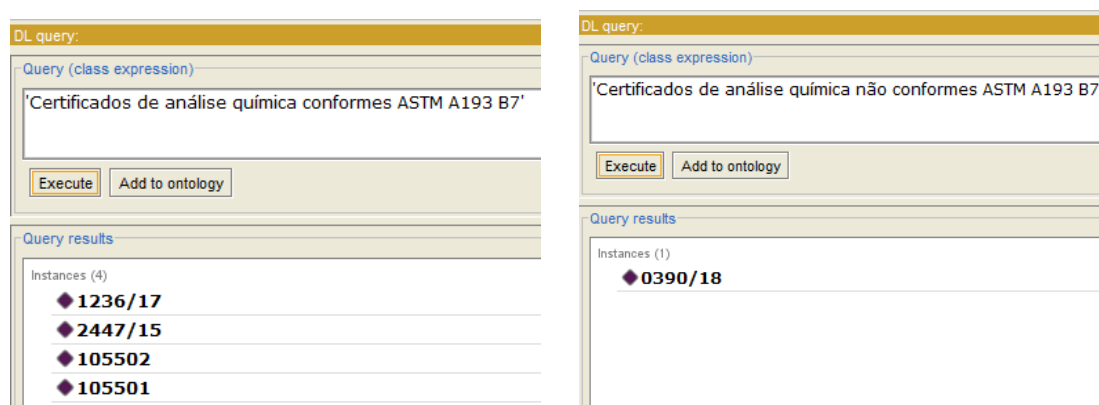
Por seguinte, foram criadas instâncias no Protégé para representação dos referidos certificados. Após isso, foi executado o raciocinador *Hermit* e realizadas consultas através do *plug-in DL query*, onde obteve-se o resultado de completude e não completude apresentados na Figura 38 e o resultado de conformidade e não conformidade apresentados na Figura 39.

Figura 38: Resultado axiomas *Certificados de análise química completos* a esquerda e *Certificados de análise química não completos* a direita.



Fonte: O autor.

Figura 39: Resultado axiomas *Certificados de análise química conformes ASTM A193 B7* a esquerda e Resultado axiomas *Certificados de análise química não conformes ASTM A193 B7* a direita.



Fonte: O autor.

A partir dos resultados obtidos manualmente e através da ontologia, foi desenvolvida a Tabela 13 para comparar os resultados obtidos. Através dessa tabela, verificou-se que os resultados obtidos manualmente e através da ontologia foram iguais, dessa forma validando os axiomas implementados.

Tabela 12: Certificados de análise química ASTM A193 Gr. B7 analisados e suas informações extraídas.

Arquivo PDF		Certificado de análise química									Resultado do ensaio						
ID PDF	Nome arquivo PDF	Assinatura	Carimbo	Cliente	Corrida	Data	Descrição	Norma de referência	Número do certificado	Página	Carbono	Cromo	Enxofre	Fósforo	Manganês	Molibdênio	Silício
13	BOOK_PL.008527.pdf	assinatura105501.png	carimbo105501.png	not found	2301875	19/04/2018	PARAF. ESTOJO 3.1/2" 8UNC x 25.1/2"(648) ZN/NI ASTM A193/16 Gr. B7	ASTM A193/16 Gr. B7	105501	1	0,40	0,98	0,005	0,013	0,83	0,178	0,25
		assinatura244715.png	carimbo244715.png	METALURGICA LTDA	2301875	14/12/2015	BARRA ROSCADA 3.1/2"	ASTM A193/16 Gr. B7	2447/15	10	0,414	0,986	0,015	0,008	0,804	0,192	0,286
		assinatura123617.png	carimbo123617.png	METALURGICA LTDA	2301875	08/11/2017	BARRA ROSCADA 3.1/2"	ASTM A193/16 Gr. B7	1236/17	11	0,423	0,865	0,001	0,008	0,907	0,187	0,248
		assinatura105502.png	carimbo105502.png	Empresa de Petróleo SA	12080421	19/04/2018	PARAF. ESTOJO 3.1/2" 8UNC x 25.1/2"(648) ZN/NI ASTM A193/16 Gr. B7	ASTM A193/16 Gr. B7	105502	16	0,41	0,94	0,023	0,017	0,80	0,17	0,24
		assinatura106210.png	carimbo106210.png	METALURGICA LTDA	12080421	19/04/2018	BARRA ROSCADA 3.1/2"	ASTM A193/16 Gr. B7	0390/18	27	0,417	1,017	0,008	0,011	0,918	0,194	0,008

Fonte: O autor.

Tabela 13: Verificação de completude e conformidade em certificados de análise química ASTM A193 Gr. B7 manualmente e através da ontologia.

Número do certificado	Verificação completude manual	Verificação completude ontologia	Verificação conformidade manual	Verificação conformidade ontologia
105501	Não completo	Não completo	Conforme	Conforme
2447/15	Completo	Completo	Conforme	Conforme
1236/17	Completo	Completo	Conforme	Conforme
105502	Completo	Completo	Conforme	Conforme
0390/18	Completo	Completo	Não conforme	Não conforme

Fonte: O autor.

5.3 Cenários de Aplicação

Nessa seção serão apresentados cenários de aplicação da OntoToT.

5.3.1 Geração de banco de dados

Conforme discutido anteriormente, devido a grande variedade de equipamentos, documentos e atributos existe dificuldade para desenvolvimento de um banco de dados que permita o armazenamento de qualquer *Databook* que venha a ser inserido no sistema. Logo, uma solução para esse problema é, a partir da ontologia desenvolvida gerar estruturas para bancos de dados. Essa abordagem permitirá a integração da diversidade de tipos de componentes, documentos e atribuição correta dos dados mesmo sob estruturas distintas.

Na literatura existem três principais trabalhos que tratam do assunto. Em [32] é apresentada uma ferramenta chamada *OWLMap*, totalmente automática, para fornecer uma abordagem sem perdas para a transformação da ontologia em formato de banco de dados relacional. De acordo com a autora, inicialmente um usuário selecionará um arquivo de ontologia. Em seguida, as informações são extraídas sobre construções de ontologia através de uma aplicação. As regras de mapeamento são definidas para garantir uma transformação sem perdas. Com base nas regras de mapeamento, ocorre a transformação de construções ontológicas em banco de dados relacional.

Em [31] é apresentado um método para gerar automaticamente um esquema de banco de dados a partir de um arquivo OWL. Além disso, uma configuração de mapeamento pode ser criada para associar a ontologia e o esquema de dados gerado pelo processo. O método é dividido em três processos principais. Primeiramente, é realizada a leitura do arquivo OWL inserido e realizada uma análise sintática do seu conteúdo. A partir das classes capturadas no processo anterior, é realizada a geração da tabela. Por fim, partir do arquivo OWL as informações sobre a classe da ontologia original e sua tabela correspondente, uma configuração de mapeamento é gerada.

Em [33] é apresentada uma ferramenta que atua como uma ponte entre o banco de dados relacional e os dados semânticos, o qual fornece uma abordagem totalmente automatizada que converte uma ontologia populada em um banco de dados relacional sem perder a estrutura ontológica, preservando as relações de conhecimento entre as entidades.

Figura 40: Sistema proposto para geração de banco de dados através de ontologia.



Fonte: O autor.

Com base nesses trabalhos e na problemática existente, é proposto o sistema da Figura 40. Tomando como referência a ferramenta desenvolvida por [32] que possui descrição detalhada das regras de mapeamento, a primeira etapa é a geração de um esquema de dados a partir da OntoToT. Para isso, a partir do arquivo OWL, um algoritmo deverá gerar o esquema do banco de dados corresponde a ontologia. A partir desse esquema de dados, será criado o banco de dados. O objetivo desse sistema é que a partir da diversidade de equipamentos, documentos e atributos viabilizado pela ontologia, permitir a construção de um banco de dados de forma automatizada.

5.3.2 Ferramenta de anotação

Para permitir a integração da diversidade de tipos de componentes, documentos e atribuição correta dos dados mesmo sob estruturas distintas foi desenvolvida uma ferramenta de anotação para permitir ao inspetor realizar manualmente marcações dos elementos em um documento. O objetivo da ferramenta é auxiliar o OCR no reconhecimento de padrões dos arquivos e facilitando o desenvolvimento de formulários para representação de *Databooks*.

Esses formulários são obtidos através do processo de *Form Understanding*, onde é realizada a extração automatizada de texto e estruturação de formulários, baseado na detecção e reconhecimento das palavras contidas no mesmo. Esse processo possui dependência do conhecimento prévio da estrutura do documento. Desse modo, quando um documento com estrutura desconhecida for inserido no sistema, a ferramenta de anotação solicitará ao inspetor a realização da anotação manual com o propósito de obter sua estrutura.

A Figura 41 demonstra a tela da ferramenta de anotação. Primeiro, o usuário será direcionado para uma listagem de arquivos já enviados ao sistema onde poderá selecionar os mesmos. Após a seleção, o usuário poderá realizar a anotação da página de duas formas: selecionando o texto contido no documento ou desenhando um retângulo em torno da área desejada. Essa seleção necessita de um identificador, o qual é retornado através das classes e propriedades fornecidas pela OntoToT, contidos na caixa *Rótulos*. Para salvar as anotações é gerado um arquivo JSON contendo todas as posições das marcações, identificadores e páginas.

Figura 41: Ferramenta de anotação.

ISIQ 1.0
Controle da Qualidade - Modelo de Painel-Top
Relatório do Controle Digital

VISUAL DE SOLDA

Instrumentos Utilizados

IDENTIFICAÇÃO

ID	Data	Material	Lote	Linha	Espessura	Largura	Altura	Peso	Volume	Superfície	Área	Perímetro	Comprimento	Diâmetro	Raio	Ângulo
0001	2023/01/01	2023/01/01	001	1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
0002	2023/01/01	2023/01/01	001	1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
0003	2023/01/01	2023/01/01	001	1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

LEGENDA

OPÇÕES

USUÁRIO

Fonte: O autor.

6 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi desenvolvida uma ontologia para verificações de completude e conformidade em documentos da indústria de petróleo, mais especificamente para documentos fornecidos pela empresa parceira do projeto ToT. Para isso, foi levado em consideração conceitos envolvidos referentes a ontologias e ao domínio estudado.

Através dos estudos realizados adotou-se a metodologia Methontology para realizar o desenvolvimento da ontologia, a qual forneceu etapas para o correto desenvolvimento da ontologia, garantiu a documentação adequada e também previu etapas de gerenciamento e manutenção do projeto. Para a implementação da OntoToT, foi utilizado o ambiente Protégé, que se mostrou robusto, oferecendo diversos *plug-ins* para consultas, visualizações e inferências.

Em relação à OntoToT, foi realizado um exaustivo estudo sobre o domínio, e diante da ausência de documentos científicos, foram necessárias reuniões com profissionais da área para mapear o domínio e entender o processo de verificação de completude e conformidade. Essa dificuldade tornou o desenvolvimento inicial lento devido à curva de aprendizagem necessária para representação do domínio em forma de ontologia.

Através da etapa de avaliação, verificou-se que a OntoToT é suficiente para representação dos três tipos de documentos presentes no domínio estudado. Além disso, através de análises comparativas, constatou-se que as regras de completude são capazes de inferir os mesmos resultados obtidos por um operador humano.

Ainda na etapa de avaliação foi avaliada a manutenção da OntoToT. Através dessa etapa, verificou-se que é possível a inserção de novos documentos e novas verificações. Porém, também verifica-se que o usuário que realizar a manutenção necessita de conhecimento sobre o domínio estudado e sobre ontologias, especificamente sobre a operação do software Protégé.

Por fim, foram apresentados dois possíveis cenários de aplicação da OntoToT no contexto do projeto ToT. O primeiro cenário é referente a geração de um banco de dados através da ontologia desenvolvida. Para isso, deve ser desenvolvido um algoritmo para transformar o arquivo OWL em um esquema de dados e posteriormente gerar o banco de dados. Essa abordagem elimina a etapa de modelagem conceitual prevista no desenvolvimento

de banco de dados. O segundo cenário é a extração das classes presentes na OntoToT para auxílio na ferramenta de anotação. Desse modo, a OntoToT fornecerá as informações que devem ser extraídas de cada tipo de documento, sendo essas exibidas na ferramenta de anotação.

6.1 Trabalhos futuros

Como trabalho futuro pode-se citar a expansão da ontologia, representando documentações e verificações mais complexas, como por exemplo a verificação de completude de um *Databook* completo de determinado equipamento. Além disso, pode-se citar o desenvolvimento de um dicionário com o objetivo de unificar rótulos diferentes para um mesmo atributo.

Outro ponto é a implementação do sistema apresentado na Figura 40. A geração desse banco é crucial para o projeto ToT, dado que todas as informações necessitam ser armazenadas para uma rápida recuperação. Entretanto, os trabalhos citados não fornecem uma ferramenta pronta. Desse modo, se faz necessário a implementação das regras para conversão da ontologia em esquema de dados.

REFERÊNCIAS

- [1] Guilherme Dias Duarte. *O Controle da Qualidade em Processos de Produção Mecânica Não-Seriada*. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2010.
- [2] Ramez Elmasri and Shamkant B Navathe. *Database systems*, volume 9. Pearson Education Boston, MA, 2011.
- [3] Michael Uschold. Ontology and database schema: What's the difference? *Applied Ontology*, 10:243–258, 12 2015. doi: 10.3233/AO-150158.
- [4] Raphael Sanches Nascimento. Qualidade na soldagem em uma empresa fabricante de estruturas metálicas soldadas do setor de óleo e gás. *VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão*, 2010.
- [5] Andika Rachman and RM Chandima Ratnayake. An ontology-based approach for developing offshore and onshore process equipment inspection knowledge base. In *International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering*, volume 58783, page V003T02A084. American Society of Mechanical Engineers, 2019.
- [6] Petróleo Brasileiro S.A. ABC da inspeção de fabricação. Instrumento informativo, Petróleo Brasileiro S.A, Brasil, 2017. URL https://www.petronect.com.br/irj/go/km/docs/pccshrcontent/Site%20Content%20%28Legacy%29/Portal2018/arquivos/cep/abc_inspecao.pdf.
- [7] Ángel Ortiz and Francisco Nasarre. O erro humano e mindfulness, 2016. URL https://www.segurancacomportamental.com/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=369. Acessado em 13-07-21.
- [8] Nicola Guarino, Daniel Oberle, and Steffen Staab. What is an ontology? In *Handbook on ontologies*, pages 1–17. Springer, 2009.

- [9] Maurício Barcellos Almeida. Uma abordagem integrada sobre ontologias: Ciência da informação, ciência da computação e filosofia. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 19(3):242–258, 2014.
- [10] Yair Wand, Veda C Storey, and Ron Weber. An ontological analysis of the relationship construct in conceptual modeling. *ACM Transactions on Database Systems (TODS)*, 24(4):494–528, 1999.
- [11] Steffen Staab and Rudi Studer. *Handbook on ontologies*. Springer Science & Business Media, 2010.
- [12] Mike Uschold and Michael Gruninger. Ontologies: principles, methods and applications. *The Knowledge Engineering Review*, 11(2):93–136, 1996. doi: 10.1017/S0269888900007797.
- [13] Thabet Slimani. A study on ontologies and their classification. *Recent Advances in Electrical Engineering and Educational Technologies*, 2014.
- [14] Alvaro Luis Pianalto de Freitas. *Proposta de uma Ontologia para Tratamento de Divergência de Dados na Aplicação de Fusão de Sensores em Plantas Industriais*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Computação), Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, Brasil, 2017.
- [15] Thomas R Gruber. A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge acquisition*, 5(2):199–220, 1993.
- [16] Enesi Femi Aminu, Ishaq Oyebisi Oyefolahan, Muhammad Bashir Abdullahi, and Muhammadu Tajudeen Salaudeen. A review on ontology development methodologies for developing ontological knowledge representation systems for various domains. *International Journal of Information Engineering & Electronic Business*, 12(2), 2020.
- [17] Fabrício Martins Mendonça and Maurício Barcellos Almeida. Princípios metodológicos para desenvolvimento de ontologias: análise das práticas correntes e proposição de melhorias. *XV Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação - ENANCIB*, 2014.
- [18] Natalya Fridman Noy and Deborah L. McGuinness. Ontology development 101: A guide to creating your first ontology. Technical report, Stanford Knowledge Systems Laboratory, march 2001. URL <http://www.ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology-tutorial-noy-mcguinness-abstract.html>.

- [19] Mariano Fernández-López, Asunción Gómez-Pérez, and Natalia Juristo. Methontology: from ontological art towards ontological engineering. In *AAAI 1997*. American Association for Artificial Intelligence, 1997.
- [20] Michael Grüninger and Mark S Fox. Methodology for the design and evaluation of ontologies. In *IJCAI 1995*. Citeseer, 1995.
- [21] Sandro Rautenberg. Processo de desenvolvimento de ontologias: uma proposta e uma ferramenta. *Revista Tecnologia*, 30(1):133–144, 2009.
- [22] Daniela Lucas da Silva. *Uma proposta metodológica para construção de ontologias: uma perspectiva interdisciplinar entre as Ciências da Informação e da Computação*. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, 2008.
- [23] Daniela Lucas da Silva, Renato Rocha Souza, and Maurício Barcellos Almeida. Ontologias e vocabulários controlados: comparação de metodologias para construção. *Ciência da informação*, 37:60–75, 2008.
- [24] Protégé. <https://protege.stanford.edu/>, 2020. Acessado em 20/05/2020.
- [25] Rafael Batres, Matthew West, David Leal, David Price, Katsube Masaki, Yukiyasu Shimada, Tetsuo Fuchino, and Yuji Naka. An upper ontology based on iso 15926. *Computers & Chemical Engineering*, 31(5-6):519–534, 2007.
- [26] ISO Central Secretary. Industrial automation systems and integration — integration of life-cycle data for process plants including oil and gas production facilities — part 12: Life-cycle integration ontology represented in web ontology language (owl). Standard ISO/TS 15926-12:2018(en), International Organization for Standardization, Geneva, CH, 2018. URL <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:ts:15926:-12:ed-1:v1:en>.
- [27] Chong-guang Wu, Xin Xu, Bei-ke Zhang, and Yuong-liang Na. Domain ontology for scenario-based hazard evaluation. *Safety Science*, 60:21–34, 12 2013. doi: 10.1016/j.ssci.2013.06.003.
- [28] Alexandru Constantin, Silvio Peroni, Steve Pettifer, David Shotton, and Fabio Vitali. The document components ontology (doco). *Semantic web*, 7(2):167–181, 2016.
- [29] Abraham Silberschatz, S Sundarshan, and Henry F Korth. *Sistema de banco de dados*. Elsevier Brasil, 2016.
- [30] Michal Sir, Zdenek Bradac, and Petr Fiedler. Ontology versus database. *IFAC-PapersOnLine*, 48(4):220–225, 2015.

- [31] Jirapong Panawong, Taneth Ruangrajitpakorn, and Marut Buranarach. An automatic database generation and ontology mapping from owl file. In *JIST (Workshops & Posters)*, pages 20–27, 2016.
- [32] Humaira Afzal, Mahwish Waqas, and Tabbassum Naz. Owlmap: fully automatic mapping of ontology into relational database schema. *International journal of advanced computer science and applications*, 7(11):7–15, 2016.
- [33] Rawan Abo Zidan, Muhammad Almustafa, and Mohammad Tahawi. Ontology2rdb for storing ontology in relational database. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 97:2229–2240, 04 2019.
- [34] Asunción Gómez-Pérez, Mariano Fernández-López, and Oscar Corcho. Methodologies and methods for building ontologies. *Ontological Engineering: with examples from the áreas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web*, pages 107–197, 2004.
- [35] Deborah L McGuinness, Frank Van Harmelen, et al. Owl web ontology language overview. *W3C recommendation*, 10(10):2004, 2004.
- [36] Hermit owl reasoner. <http://www.hermit-reasoner.com/>, 2020. Acessado em 03/08/2020.
- [37] Janez Brank, Marko Grobelnik, and Dunja Mladenic. A survey of ontology evaluation techniques. In *Proceedings of the conference on data mining and data warehouses (SiKDD 2005)*, pages 166–170. Citeseer Ljubljana Slovenia, 2005.
- [38] Silvio Peroni, David Shotton, and Fabio Vitali. The live owl documentation environment: a tool for the automatic generation of ontology documentation. In *International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management*, pages 398–412. Springer, 2012.
- [39] ASTM International. Standard specification for alloy-steel and stainless steel bolting for high temperature or high pressure service and other special purpose applications. Standard ASTM A193, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, Pensilvânia, EUA, 2010. URL https://www.astm.org/a0193_a0193m-10.html.

APÊNDICE A - DOCUMENTAÇÃO ONTOTOT

Documento de Especificação da Ontologia

Documento de especificação de ontologia

Domínio: Inspeção de equipamentos para indústria de óleo e gás

Conceituado por: Mario Ricardo Nascimento Marques Junior

Implementado por: Mario Ricardo Nascimento Marques Junior

Data de implementação: 05/2021

URI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT>

Propósito: Especificação de uma ontologia para representação de documentos encontrados durante o processo de inspeção de equipamentos da indústria de óleo e gás. Em um primeiro momento, a ontologia deve fornecer de forma geral uma estrutura suficiente para representação de documentos (certificados de qualidade, pedidos de compra, planos de inspeções e testes) encontrados no domínio estudado independente de suas especificidades. Essa ontologia deverá contemplar o processo de verificação de *Databooks* denominado de verificação de completude. A partir da ontologia aqui documentada, por meio da etapa de manutenção de ontologia, será possível a inserção de novas classes e subclasses para representação de novos equipamentos e seus documentos específicos. Esse processo de manutenção de ontologia será realizado por um profissional capacitado para essa tarefa. Essa inserção será progressiva e de acordo com a demanda de documentos. Através dessa manutenção será possível realizar o processo de verificação de conformidade de *Databooks*. A esse profissional reserva-se a permissão de edição da ontologia. Aos demais usuários será permitida somente a visualização.

Nível de formalidade: semi-formal.

Nível de generalidade: Ontologia de domínio.

Objetivos: A ontologia tem como principal objetivo a representação documentos encontrados durante o processo de inspeção de equipamentos. Além disso, a ontologia deve contemplar aspectos referentes ao processo de verificação de completude de *Databooks*. Também, faz-se necessário a representação de atributos gerados pelo processo de OCR, com o propósito de identificar a origem das informações e auxiliar na recuperação destas.

Usuários: Serão usuários da ontologia, qualquer usuário do sistema ToT que possua autorização para visualização ou edição. No momento desta implementação, entende-se que terá acesso para edição apenas o profissional responsável pela manutenção da ontologia. Terá acesso a visualização da ontologia qualquer outro módulo do projeto ToT que necessite consultá-la.

Escopo: A ontologia criada deve permitir: (i) representar qualquer certificado, relatório ou ensaio contido em *Databooks* independente de sua especificidade e fornecedor/laboratório; (ii) representar pedidos de compra da empresa parceira; (iii) representar PITs independente do fornecedor; (iv) permitir a inserção de classes para representação de documentos específicos de um determinado equipamento; (v) possibilitar a verificação de conformidade e completude de documentos.

Fontes do conhecimento:

- Databooks, pedidos de compra e PITs fornecidos pela empresa parceira;
- Reuniões com profissionais do domínio estudado;
- Documentação técnica.

Documentação LODE

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT>

Other visualisation :
[Ontology source](#) - [WebVowl](#)

Table of Content

1. [Classes](#)
2. [Object Properties](#)
3. [Data Properties](#)
4. [Named Individuals](#)
5. [Namespace Declarations](#)

Classes

[assinatura](#) [Atributos documentos](#) [carbono](#) [carimbo](#) [Certificado de análise química](#)
[Certificado de qualidade](#) [Certificados de análise química completos](#)
[Certificados de análise química conformes ASTM A193 B7](#) [Certificados de análise química não completos](#)
[Certificados de análise química não conformes ASTM A193 B7](#) [Certificados de qualidade completos](#)
[Certificados de qualidade não completos](#) [cliente](#) [completude](#) [conformidade](#) [corrida](#) [cromo](#)
[Código NCM](#) [data](#) [Descrição](#) [enxofre](#) [equipamento](#) [Fases de inspeção](#) [fornecedor](#) [Fósforo](#)
[ID PDF](#) [item](#) [Manganês](#) [Molibdênio](#) [Nome arquivo PDF](#) [Norma de referência](#)
[Número do certificado](#) [Número do pedido de compra](#) [Número PIT](#) [Pedido de compra](#)
[Pedidos de compra completos](#) [Pedidos de compra não completos](#) [PITs completos](#)
[PITs não completos](#) [Plano de inspeções e testes - PIT](#) [Página](#) [quantidade](#) [registro](#)
[Resultado análise química](#) [Resultado do ensaio](#) [Silício](#) [Tipo de inspeção](#) [Tipo documento](#)
[Verificações](#)

assinatura^C

[back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Assinatura>

has super-classes

[Atributos documentos](#)^C
[certificado de analise quimica](#) deve ter^{OP} **min** 1 [Certificado de análise química](#)^C
[Certificado de qualidade](#) deve ter^{OP} **min** 1 [Certificado de qualidade](#)^C
[PIT](#) deve ter^{OP} **min** 1 [Plano de inspeções e testes - PIT](#)^C
[Pedido de compra](#) deve ter^{OP} **min** 1 [Pedido de compra](#)^C

is in domain of

[assinatura](#)^{DP}

is also defined as

[data property](#)

Atributos documentos^C

[back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Atributos_documentos

has super-classes

[documentos](#)^C

has sub-classes

[Código NCM](#)^C, [Descrição](#)^C, [Fases de inspeção](#)^C, [Norma de referência](#)^C, [Número PIT](#)^C, [Número do certificado](#)^C, [Número do pedido de compra](#)^C, [Resultado do ensaio](#)^C, [Tipo de inspeção](#)^C, [assinatura](#)^C,
[carimbo](#)^C, [cliente](#)^C, [corrida](#)^C, [data](#)^C, [equipamento](#)^C, [fornecedor](#)^C, [item](#)^C, [quantidade](#)^C, [registro](#)^C

is also defined as

data property

carbono^C

[back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Carbono>

has super-classes

[Resultado análise química](#)^C

certificado de analise quimica deve ter^{OP} **exactly** 1 [Certificado de análise química](#)^C

is in domain of

[carbono](#)^{dp}

is also defined as

[data property](#)

[carimbo](#)^C

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Carimbo>

has super-classes

[Atributos documentos](#)^C

certificado de analise quimica deve ter^{OP} **min** 1 [Certificado de análise química](#)^C

[Certificado de qualidade deve ter](#)^{OP} **min** 1 [Certificado de qualidade](#)^C

[PIT deve ter](#)^{OP} **min** 1 [Plano de inspeções e testes - PIT](#)^C

[Pedido de compra deve ter](#)^{OP} **min** 1 [Pedido de compra](#)^C

is in domain of

[carimbo](#)^{dp}

is also defined as

[data property](#)

[Certificado de análise química](#)^C

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Certificado_de_analise_quimica

has super-classes

[Certificado de qualidade](#)^C

has members

[0390/18](#)ⁿⁱ, [105501](#)ⁿⁱ, [105502](#)ⁿⁱ, [1236/17](#)ⁿⁱ, [2447/15](#)ⁿⁱ

[Certificado de qualidade](#)^C

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Certificado_de_qualidade

is defined by

<http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT>

has super-classes

[Tipo documento](#)^C

[arquivo PDF pode ter](#)^{OP} **some** [Certificado de qualidade](#)^C

[arquivo PDF pode ter](#)^{OP} **some** [Pedido de compra](#)^C

[arquivo PDF pode ter](#)^{OP} **some** [Plano de inspeções e testes - PIT](#)^C

has sub-classes

[Certificado de análise química](#)^C

has members

[0700/17](#)ⁿⁱ, [1049/18](#)ⁿⁱ, [106210](#)ⁿⁱ, [1078/2018](#)ⁿⁱ, [108227](#)ⁿⁱ, [111845](#)ⁿⁱ, [1338739/2007](#)ⁿⁱ, [2650/2018](#)ⁿⁱ,
[3418/17](#)ⁿⁱ, [3503/2017](#)ⁿⁱ

[Certificados de análise química completos](#)^C

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Certificado_de_analise_quimica_completos

is equivalent to

[Certificado de análise química](#)^C and (([assinatura](#)^{dp} **some**) and ([carbono](#)^{dp} **some** double) and ([carimbo](#)^{dp} **some**) and ([cliente](#)^{dp} **some**) and ([corrida](#)^{dp} **some**) and ([cromo](#)^{dp} **some** double) and ([data](#)^{dp} **some**) and ([Descrição](#)^{dp} **some**) and ([enxofre](#)^{dp} **some** double) and ([Fósforo](#)^{dp} **some** double) and ([Manganês](#)^{dp} **some** double) and ([Molibdênio](#)^{dp} **some** double) and ([Silício](#)^{dp} **some** double) and ([Norma de referência](#)^{dp} **some**) and ([Número do certificado](#)^{dp} **some**))

has super-classes

[completude](#)^C

Certificados de análise química conformes ASTM A193 B7^C

[back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI:

http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Certificados_de_analise_quimica_conformes_ASTM_a193_b7

is equivalent to

[Certificado de análise química^C](#) and (([carbono^{dp}](#) some) and ([cromo^{dp}](#) some) and ([enxofre^{dp}](#) some) and ([Fósforo^{dp}](#) some) and ([Manganês^{dp}](#) some) and ([Molibdênio^{dp}](#) some) and ([Silício^{dp}](#) some) and ([Norma de referência^{dp}](#) value ASTM A193/16 Gr. B7))

has super-classes

[conformidade^C](#)

Certificados de análise química não completos^C

[back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Certificado_de_analise_quimica_nao_completos

is equivalent to

[Certificado de análise química^C](#) and ((not ([carbono^{dp}](#) some double)) or (not ([cromo^{dp}](#) some double)) or (not ([enxofre^{dp}](#) some double)) or (not ([Fósforo^{dp}](#) some double)) or (not ([Manganês^{dp}](#) some double)) or (not ([Molibdênio^{dp}](#) some double)) or (not ([Silício^{dp}](#) some double)) or ([assinatura^{dp}](#) some { "not found" }) or ([carimbo^{dp}](#) value not found) or ([cliente^{dp}](#) value not found) or ([corrida^{dp}](#) value not found) or ([data^{dp}](#) value not found) or ([Descrição^{dp}](#) value not found) or ([Norma de referência^{dp}](#) value not found) or ([Número do certificado^{dp}](#) value not found))

has super-classes

[completude^C](#)

Certificados de análise química não conformes ASTM A193 B7^C

[back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI:

http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Certificados_de_analise_quimica_nao_conformes_astm_a193_b7

is equivalent to

([Certificado de análise química^C](#) and ([Norma de referência^{dp}](#) value ASTM A193/16 Gr. B7)) and (([carbono^{dp}](#) some) or ([carbono^{dp}](#) some) or ([cromo^{dp}](#) some) or ([cromo^{dp}](#) some) or ([enxofre^{dp}](#) some) or ([Fósforo^{dp}](#) some) or ([Manganês^{dp}](#) some) or ([Manganês^{dp}](#) some) or ([Molibdênio^{dp}](#) some) or ([Molibdênio^{dp}](#) some) or ([Silício^{dp}](#) some) or ([Silício^{dp}](#) some))

has super-classes

[conformidade^C](#)

Certificados de qualidade completos^C

[back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Certificados_de_qualidade_completos

is equivalent to

[Certificado de qualidade^C](#) and (([assinatura^{dp}](#) some) and ([carimbo^{dp}](#) some) and ([cliente^{dp}](#) some) and ([data^{dp}](#) some) and ([Descrição^{dp}](#) some) and ([Resultado do ensaio^{dp}](#) some) and ([Número do certificado^{dp}](#) some))

has super-classes

[completude^C](#)

is disjoint with

[Certificados de qualidade não completos^C](#)

Certificados de qualidade não completos^C

[back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Certificados_de_qualidade_nao_completos

is equivalent to

[Certificado de qualidade^C](#) and (([assinatura^{dp}](#) value not found) or ([carimbo^{dp}](#) value not found) or ([cliente^{dp}](#) value not found) or ([data^{dp}](#) value not found) or ([Descrição^{dp}](#) value not found) or ([Resultado do ensaio^{dp}](#) value not found) or ([Número do certificado^{dp}](#) value not found))

has super-classes

[completude](#)^c

is disjoint with

[Certificados de qualidade completos](#)^c

[cliente](#)^c

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Cliente>

has super-classes

[Atributos documentos](#)^c

[Certificado de qualidade deve ter](#)^{op} **min** 1 [Certificado de qualidade](#)^c

[PIT deve ter](#)^{op} **min** 1 [Plano de inspeções e testes - PIT](#)^c

[certificado de analise quimica deve ter](#)^{op} **exactly** 1 [Certificado de análise química](#)^c

is in domain of

[cliente](#)^{dp}

is also defined as

[data property](#)

[completude](#)^c

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Completude>

has super-classes

[Verificações](#)^c

has sub-classes

[Certificados de análise química completos](#)^c, [Certificados de análise química não completos](#)^c, [Certificados de qualidade completos](#)^c, [Certificados de qualidade não completos](#)^c, [PITs completos](#)^c, [PITs não completos](#)^c, [Pedidos de compra completos](#)^c, [Pedidos de compra não completos](#)^c

[conformidade](#)^c

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Conformidade>

has super-classes

[Verificações](#)^c

has sub-classes

[Certificados de análise química conformes ASTM A193 B7](#)^c, [Certificados de análise química não conformes ASTM A193 B7](#)^c

[corrida](#)^c

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Corrida>

has super-classes

[Atributos documentos](#)^c

[certificado de analise quimica deve ter](#)^{op} **exactly** 1 [Certificado de análise química](#)^c

[Certificado de qualidade pode ter](#)^{op} **exactly** 1 [Certificado de qualidade](#)^c

is in domain of

[corrida](#)^{dp}

is also defined as

[data property](#)

[cromo](#)^c

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Cromo>

has super-classes

[Resultado análise química](#)^c

[certificado de analise quimica deve ter](#)^{op} **exactly** 1 [Certificado de análise química](#)^c

is in domain of

[cromo](#)^{dp}

is also defined as
[data property](#)

Código NCM^C

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Código_NCM

has super-classes

[Atributos documentos](#)^C
[Pedido de compra deve ter](#)^{OP} **exactly** 1 [Pedido de compra](#)^C

is in domain of

[Código NCM](#)^{dp}

data^C

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Data>

has super-classes

[Atributos documentos](#)^C
certificado de analise quimica deve ter^{OP} **exactly** 1 [Certificado de análise química](#)^C
[Certificado de qualidade deve ter](#)^{OP} **exactly** 1 [Certificado de qualidade](#)^C
[PIT deve ter](#)^{OP} **exactly** 1 [Plano de inspeções e testes - PIT](#)^C
[Pedido de compra deve ter](#)^{OP} **exactly** 1 [Pedido de compra](#)^C

is in domain of

[data](#)^{dp}

is also defined as
[data property](#)

Descrição^C

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Descricao>

has super-classes

[Atributos documentos](#)^C
[Certificado de qualidade deve ter](#)^{OP} **min** 1 [Certificado de qualidade](#)^C
certificado de analise quimica deve ter^{OP} **exactly** 1 [Certificado de análise química](#)^C
[Pedido de compra deve ter](#)^{OP} **exactly** 1 [Pedido de compra](#)^C

is in domain of

[Descrição](#)^{dp}

is also defined as
[data property](#)

enxofre^C

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Enxofre>

has super-classes

[Resultado análise química](#)^C
certificado de analise quimica deve ter^{OP} **exactly** 1 [Certificado de análise química](#)^C

is also defined as
[data property](#)

equipamento^C

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Equipamento>

has super-classes

[Atributos documentos](#)^C
[PIT deve ter](#)^{OP} **min** 1 [Plano de inspeções e testes - PIT](#)^C

is in domain of

[equipamento](#)^{dp}

is also defined as

[data property](#)

Fases de inspeção^c

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Fases_de_inspecao

has super-classes

[Atributos documentos](#)^c

[PIT deve ter](#)^{op} **min** 1 [Plano de inspeções e testes - PIT](#)^c

is in domain of

[Fases de inspeção](#)^{dp}

is also defined as

[data property](#)

fornecedor^c

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Fornecedor>

has super-classes

[Atributos documentos](#)^c

[PIT deve ter](#)^{op} **exactly** 1 [Plano de inspeções e testes - PIT](#)^c

[Pedido de compra deve ter](#)^{op} **exactly** 1 [Pedido de compra](#)^c

is in domain of

[fornecedor](#)^{dp}

is also defined as

[data property](#)

Fósforo^c

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Fosforo>

has super-classes

[Resultado análise química](#)^c

[certificado de analise quimica deve ter](#)^{op} **exactly** 1 [Certificado de análise química](#)^c

is in domain of

[Fósforo](#)^{dp}

is also defined as

[data property](#)

ID PDF^c

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/ID_PDF

has super-classes

[Arquivo PDF](#)^c

is in domain of

[ID PDF](#)^{dp}

is also defined as

[data property](#)

item^c

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Item>

has super-classes

[Atributos documentos](#)^c

[Pedido de compra deve ter](#)^{op} **min** 1 [Pedido de compra](#)^c

is in domain of

[item](#)^{dp}

is also defined as

[data property](#)

Manganês^C

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Manganes>

has super-classes

[Resultado análise química^C](#)

certificado de analise quimica deve ter^{OP} **exactly** 1 [Certificado de análise química^C](#)

is in domain of

[Manganês^{dp}](#), [enxofre^{dp}](#)

is also defined as

[data property](#)

Molibdênio^C

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Molibdenio>

has super-classes

[Resultado análise química^C](#)

certificado de analise quimica deve ter^{OP} **exactly** 1 [Certificado de análise química^C](#)

is in domain of

[Molibdênio^{dp}](#)

is also defined as

[data property](#)

Nome arquivo PDF^C

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/filenamePDF>

is defined by

<http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT>

has super-classes

[Arquivo PDF^C](#)

is in domain of

[Nome arquivo PDF^{dp}](#)

Norma de referência^C

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Norma_de_referencia

is defined by

<http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT>

has super-classes

[Atributos documentos^C](#)

[Certificado de qualidade pode ter^{OP} min 1 Certificado de qualidade^C](#)

[Pedido de compra deve ter^{OP} min 1 Pedido de compra^C](#)

certificado de analise quimica deve ter^{OP} **exactly** 1 [Certificado de análise química^C](#)

is in domain of

[Norma de referência^{dp}](#)

Número do certificado^C

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Numero_certificado

is defined by

<http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT>

has super-classes

[Atributos documentos^C](#)

certificado de analise quimica deve ter^{OP} **exactly** 1 [Certificado de análise química^C](#)

[Certificado de qualidade deve ter^{OP} exactly 1 Certificado de qualidade^C](#)

is in domain of

[Número do certificado^{dp}](#)

Número do pedido de compra^C

[back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Numero_pedido_de_compra

has super-classes

[Atributos documentos](#)^C

[Certificado de qualidade pode ter](#)^{OP} **min** 1 [Certificado de qualidade](#)^C

[Pedido de compra deve ter](#)^{OP} **exactly** 1 [Pedido de compra](#)^C

is in domain of

[Número do pedido de compra](#)^{DP}

is also defined as

[data property](#)

Número PIT^C

[back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/numero_pit

is defined by

<http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT>

has super-classes

[Atributos documentos](#)^C

[PIT deve ter](#)^{OP} **exactly** 1 [Plano de inspeções e testes - PIT](#)^C

is in domain of

[Número PIT](#)^{DP}

Pedido de compra^C

[back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Pedido_de_compra

is defined by

<http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT>

has super-classes

[Tipo documento](#)^C

has members

[pedido 02358](#)^{NI}, [pedido 19609](#)^{NI}, [pedido 20128](#)^{NI}, [pedido 30499](#)^{NI}, [pedido 33634](#)^{NI}, [pedido 34906](#)^{NI}, [pedido 85029](#)^{NI}, [pedido 85206](#)^{NI}, [pedido 94283](#)^{NI}, [pedido 94309](#)^{NI}

Pedidos de compra completos^C

[back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/completudepedidodecompra>

is equivalent to

[Pedido de compra](#)^C and (([assinatura](#)^{DP} **some**) and ([carimbo](#)^{DP} **some**) and ([data](#)^{DP} **some**) and ([Descrição](#)^{DP} **some**) and ([fornecedor](#)^{DP} **some**) and ([item](#)^{DP} **some**) and ([Número do pedido de compra](#)^{DP} **some**) and ([quantidade](#)^{DP} **some**) and ([Tipo de inspeção](#)^{DP} **some**) and ([Código NCM](#)^{DP} **some**) and ([Norma de referência](#)^{DP} **some**))

has super-classes

[completude](#)^C

is disjoint with

[Pedidos de compra não completos](#)^C

Pedidos de compra não completos^C

[back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/teste>

is equivalent to

[Pedido de compra](#)^C and (([assinatura](#)^{DP} **value** not found) or ([carimbo](#)^{DP} **value** not found) or ([data](#)^{DP} **value** not found) or ([Descrição](#)^{DP} **value** not found) or ([fornecedor](#)^{DP} **value** not found) or ([item](#)^{DP} **value** not found) or ([Número do pedido de compra](#)^{DP} **value** not found) or ([quantidade](#)^{DP} **value** not found) or ([Tipo de inspeção](#)^{DP} **value** not found) or ([Código NCM](#)^{DP} **value**) or ([Norma de referência](#)^{DP} **value** not found))

has super-classes

[completude](#)^C

is disjoint with
[Pedidos de compra completos](#)^c

PITs completos^c

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/PITs_completos

is equivalent to

[Plano de inspeções e testes - PIT](#)^c and (([assinatura](#)^{dp} some) and ([carimbo](#)^{dp} some) and ([cliente](#)^{dp} some) and ([data](#)^{dp} some) and ([equipamento](#)^{dp} some) and ([Fases de inspeção](#)^{dp} some) and ([fornecedor](#)^{dp} some) and ([Número PIT](#)^{dp} some) and ([registro](#)^{dp} some) and ([Tipo de inspeção](#)^{dp} some))

has super-classes

[completude](#)^c

is disjoint with

[PITs não completos](#)^c

PITs não completos^c

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/PITs_nao_completos

is equivalent to

[Plano de inspeções e testes - PIT](#)^c and (([assinatura](#)^{dp} value not found) or ([carimbo](#)^{dp} value not found) or ([cliente](#)^{dp} value not found) or ([data](#)^{dp} value not found) or ([equipamento](#)^{dp} value not found) or ([Fases de inspeção](#)^{dp} value not found) or ([fornecedor](#)^{dp} value not found) or ([Número PIT](#)^{dp} value not found) or ([registro](#)^{dp} value not found) or ([Tipo de inspeção](#)^{dp} value not found))

has super-classes

[completude](#)^c

is disjoint with

[PITs completos](#)^c

Plano de inspeções e testes - PIT^c

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Plano_de_inspecoes_e_testes

is defined by

<http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT>

has super-classes

[Tipo documento](#)^c

has members

[222 I.j.p.001](#)ⁿⁱ, [PIT 025 2015](#)ⁿⁱ

Página^c

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Pagina>

is defined by

<http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT>

has super-classes

[Arquivo PDF](#)^c

quantidade^c

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Quantidade>

has super-classes

[Atributos documentos](#)^c

[Certificado de qualidade pode ter](#)^{op} min 1 [Certificado de qualidade](#)^c

[Pedido de compra deve ter](#)^{op} min 1 [Pedido de compra](#)^c

is in domain of

[quantidade](#)^{dp}

is also defined as

[data property](#)

registro^C

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Registro>

has super-classes

[Atributos documentos](#)^C

[PIT deve ter](#)^{OP} **exactly** 1 [Plano de inspeções e testes - PIT](#)^C

is in domain of

[registro](#)^{dp}

is also defined as

[data property](#)

Resultado análise química^C

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Resultado_analise_quimica

has super-classes

[Resultado do ensaio](#)^C

[certificado de analise quimica pode ter](#)^{OP} **some** [Certificado de análise química](#)^C

has sub-classes

[Fósforo](#)^C, [Manganês](#)^C, [Molibdênio](#)^C, [Silício](#)^C, [carbono](#)^C, [cromo](#)^C, [enxofre](#)^C

Resultado do ensaio^C

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Resultado_Ensaio

is defined by

<http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT>

has super-classes

[Atributos documentos](#)^C

[Certificado de qualidade deve ter](#)^{OP} **min** 1 [Certificado de qualidade](#)^C

has sub-classes

[Resultado análise química](#)^C

is in domain of

[Resultado do ensaio](#)^{dp}

Silício^C

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Silicio>

has super-classes

[Resultado análise química](#)^C

[certificado de analise quimica deve ter](#)^{OP} **exactly** 1 [Certificado de análise química](#)^C

is in domain of

[Silicio](#)^{dp}

is also defined as

[data property](#)

Tipo de inspeção^C

back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Tipo_de_inspecao

has super-classes

[Atributos documentos](#)^C

[PIT deve ter](#)^{OP} **exactly** 1 [Plano de inspeções e testes - PIT](#)^C

[Pedido de compra deve ter](#)^{OP} **exactly** 1 [Pedido de compra](#)^C

is in domain of

[Tipo de inspeção](#)^{dp}

is also defined as

[data property](#)

Tipo documento^c

[back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Tipo_documento

has super-classes

[documentos^c](#)

[página pode ter^{op}](#) some [Tipo documento^c](#)

has sub-classes

[Certificado de qualidade^c](#), [Pedido de compra^c](#), [Plano de inspeções e testes - PIT^c](#)

Verificações^c

[back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Verificacoes>

has sub-classes

[completude^c](#), [conformidade^c](#)

Object Properties

[arquivo PDF pode ter](#) [certificado de analise quimica pode ter](#) [Certificado de qualidade deve ter](#)
[Certificado de qualidade pode ter](#) [hOCR se origina de um](#) [Pedido de compra deve ter](#) [PIT deve ter](#)
[página pode ter](#) [é um](#) [é um boundingbox imagem](#) [é um boundingbox texto](#)

arquivo PDF pode ter^{op}

[back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/ArquivoPDF_pode_ter

certificado de analise quimica pode ter^{op}

[back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Certificado_de_analise_quimica_pode_ter

has super-properties

[Certificado de qualidade pode ter^{op}](#)

Certificado de qualidade deve ter^{op}

[back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Certificado_de_qualidade_deve_ter

Certificado de qualidade pode ter^{op}

[back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Certificado_de_qualidade_pode_ter

has sub-properties

[certificado de analise quimica pode ter^{op}](#)

hOCR se origina de um^{op}

[back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/hOCR_se_origina_de_um

Pedido de compra deve ter^{op}

[back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Pedido_de_compra_deve_ter

PIT deve ter^{op}

[back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/PIT_deve_ter

[página pode ter](#)^{op}

[back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/pagina_pode_ter

[é um](#)^{op}

[back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/e_um

has sub-properties

[é um boundingbox imagem](#)^{op}, [é um boundingbox texto](#)^{op}

[é um boundingbox imagem](#)^{op}

[back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/e_um_boundingbox_imagem

has super-properties

[é um](#)^{op}

[é um boundingbox texto](#)^{op}

[back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/e_um_boundingbox_text

has super-properties

[é um](#)^{op}

Data Properties

[assinatura](#) [bounding box imagem](#) [bounding box texto](#) [carbono](#) [carimbo](#) [cliente](#) [corrida](#)
[critério aceitacao](#) [cromo](#) [Código NCM](#) [data](#) [Descrição](#) [enxofre](#) [equipamento](#)
[Fases de inspeção](#) [fornecedor](#) [Fósforo](#) [h o c r](#) [ID PDF](#) [item](#) [Manganês](#) [Molibdênio](#)
[Nome arquivo PDF](#) [Norma de referência](#) [Número do certificado](#) [Número do pedido de compra](#)
[Número PIT](#) [quantidade](#) [registro](#) [resultado analise quimica](#) [Resultado do ensaio](#) [Silício](#)
[Tipo de inspeção](#)

[assinatura](#)^{dp}

[back to ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Assinatura>

has super-properties

[Atributos documentos](#)^{dp}

has domain

[assinatura](#)^c

has range

string

is also defined as

[class](#)

[bounding box imagem](#)^{dp}

[back to ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/BoundingBox_Imagem

has super-properties

[h o c r](#)^{dp}

[bounding box texto](#)^{dp}

[back to ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/BoundingBox_Texto

has super-properties

[h o c r](#)^{dp}

carbono^{dp}

[back to ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Carbono>

has super-properties

[resultado analise quimica](#)^{dp}

has domain

[carbono](#)^c

has range

double

is also defined as

[class](#)

carimbo^{dp}

[back to ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Carimbo>

has super-properties

Atributos documentos^{dp}

has domain

[carimbo](#)^c

has range

string

is also defined as

[class](#)

cliente^{dp}

[back to ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Cliente>

has super-properties

Atributos documentos^{dp}

has domain

[cliente](#)^c

has range

string

is also defined as

[class](#)

corrida^{dp}

[back to ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Corrida>

has super-properties

Atributos documentos^{dp}

has domain

[corrida](#)^c

has range

string

is also defined as

[class](#)

critério aceitacao^{dp}

[back to ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Criterio_aceitacao

has super-properties

Atributos documentos^{dp}

has range

string

[cromo](#)^{dp}

[back to ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Cromo>

has super-properties

[resultado analise quimica](#)^{dp}

has domain

[cromo](#)^c

has range

double

is also defined as

[class](#)

[Código NCM](#)^{dp}

[back to ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/codigo_ncm

has super-properties

Atributos documentos^{dp}

has domain

[Código NCM](#)^c

has range

string

[data](#)^{dp}

[back to ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Data>

has super-properties

Atributos documentos^{dp}

has domain

[data](#)^c

has range

string

is also defined as

[class](#)

[Descrição](#)^{dp}

[back to ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Descricao>

has super-properties

Atributos documentos^{dp}

has domain

[Descrição](#)^c

has range

string

is also defined as

[class](#)

[enxofre](#)^{dp}

[back to ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Enxofre>

has super-properties

[resultado analise quimica](#)^{dp}

has domain

[Manganês](#)^c

has range

double

is also defined as
[class](#)

equipamento^{dp}

back to [ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Equipamento>

has super-properties

[Atributos documentos](#)^{dp}

has domain

[equipamento](#)^c

has range

string

is also defined as

[class](#)

Fases de inspeção^{dp}

back to [ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Fases_de_inspecao

has super-properties

[Atributos documentos](#)^{dp}

has domain

[Fases de inspeção](#)^c

has range

string

is also defined as

[class](#)

fornecedor^{dp}

back to [ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Fornecedor>

has super-properties

[Atributos documentos](#)^{dp}

has domain

[fornecedor](#)^c

has range

string

is also defined as

[class](#)

Fósforo^{dp}

back to [ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Fosforo>

has super-properties

[resultado analise quimica](#)^{dp}

has domain

[Fósforo](#)^c

has range

double

is also defined as

[class](#)

h o c r^{dp}

back to [ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/hOCR>

has super-properties

[o c r](#)^{dp}

has sub-properties

[bounding_box imagem](#)^{dp}, [bounding_box texto](#)^{dp}

ID PDF^{dp}

[back to ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/ID_PDF

has super-properties

[Arquivo PDF](#)^{dp}

has domain

[ID PDF](#)^c

has range

integer

is also defined as

[class](#)

item^{dp}

[back to ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Item>

has super-properties

[Atributos documentos](#)^{dp}

has domain

[item](#)^c

has range

string

is also defined as

[class](#)

Manganês^{dp}

[back to ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Manganes>

has super-properties

[resultado analise quimica](#)^{dp}

has domain

[Manganês](#)^c

has range

double

is also defined as

[class](#)

Molibdênio^{dp}

[back to ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Molibdenio>

has super-properties

[resultado analise quimica](#)^{dp}

has domain

[Molibdênio](#)^c

has range

double

is also defined as

[class](#)

Nome arquivo PDF^{dp}

[back to ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Nome_arquivo_PDF

has super-properties

[Arquivo PDF](#)^{dp}

has domain

[Nome arquivo PDF](#)^c

has range
string

Norma de referência^{dp}

back to [ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/norma_referencia

has super-properties

Atributos documentos^{dp}

has domain

[Norma de referência](#)^c

has range

string

Número do certificado^{dp}

back to [ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/numero_certificado

has super-properties

Atributos documentos^{dp}

has domain

[Número do certificado](#)^c

has range

string

Número do pedido de compra^{dp}

back to [ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Numero_pedido_de_compra

has super-properties

Atributos documentos^{dp}

has domain

[Número do pedido de compra](#)^c

has range

string

is also defined as

[class](#)

Número PIT^{dp}

back to [ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Numero_PIT

has super-properties

Atributos documentos^{dp}

has domain

[Número PIT](#)^c

has range

string

quantidade^{dp}

back to [ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Quantidade>

has super-properties

Atributos documentos^{dp}

has domain

[quantidade](#)^c

has range

string

is also defined as

[class](#)

registro^{dp}

[back to ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Registro>

has super-properties

[Atributos documentos](#)^{dp}

has domain

[registro](#)^c

has range

string

is also defined as

[class](#)

resultado_analise_quimica^{dp}

[back to ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/resultado_analise_quimica

has super-properties

[Atributos documentos](#)^{dp}

has sub-properties

[Fósforo](#)^{dp}, [Manganês](#)^{dp}, [Molibdênio](#)^{dp}, [Silício](#)^{dp}, [carbono](#)^{dp}, [cromo](#)^{dp}, [enxofre](#)^{dp}

Resultado do ensaio^{dp}

[back to ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Resultado_do_ensaio

has super-properties

[Atributos documentos](#)^{dp}

has domain

[Resultado do ensaio](#)^c

has range

string

Silício^{dp}

[back to ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: <http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Silicio>

has super-properties

[resultado_analise_quimica](#)^{dp}

has domain

[Silício](#)^c

has range

double

is also defined as

[class](#)

Tipo de inspeção^{dp}

[back to ToC](#) or [Data Property ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/Tipo_de_inspecao

has super-properties

[Atributos documentos](#)^{dp}

has domain

[Tipo de inspeção](#)^c

has range

string

is also defined as

[class](#)

Named Individuals

[02358_pedido.pdf](#)
[0390/18](#)
[0700/17](#)
[1049/18](#)
[105501](#)
[105502](#)
[106210](#)
[1078/2018](#)
[108227](#)
[111845](#)
[1236/17](#)
[1338739/2007](#)
[19609.pdf](#)
[20128.pdf](#)
[222.lj.p.001](#)
[222.lj.p.001.pdf](#)
[2447/15](#)
[2650/2018](#)
[30499_pedido.pdf](#)
[33634.pdf](#)
[3418/17](#)
[34906.pdf](#)
[3503/2017](#)
[85029.pdf](#)
[85206_pedido.pdf](#)
[94283.pdf](#)
[94309.pdf](#)
[bookpi008527.pdf](#)
[bookpi008847.png](#)
[bookpi009863.pdf](#)
[pedido 02358](#)
[pedido 19609](#)
[pedido 20128](#)
[pedido 30499](#)
[pedido 33634](#)
[pedido 34906](#)
[pedido 85029](#)
[pedido 85206](#)
[pedido 94283](#)
[pedido 94309](#)
[PIT 025 2015](#)
[PIT_Nº 025.pdf](#)

02358_pedido.pdfⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#02358_Pedido.pdf

belongs to

[Arquivo PDF](#)^c

has facts

[ID PDF](#)^{dp} "1"^^*integer*

[Nome arquivo PDF](#)^{dp} "02358.pdf"

0390/18ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#0390/18>

belongs to

[Certificado de análise química](#)^c

has facts

[assinatura](#)^{dp} "assinatura03902018.png"

[carbono](#)^{dp} "0.417"^^*double*

[carimbo](#)^{dp} "carimbo03902018.png"

[cliente](#)^{dp} "METALURGICA LTDA"

[corrida](#)^{dp} "12080421"

[cromo](#)^{dp} "1.017"^^*double*

[data](#)^{dp} "19/04/2018"

[Descrição](#)^{dp} "BARRA ROSCADA 3.1/2"

[enxofre](#)^{dp} "0.008"^^*double*

[Fósforo](#)^{dp} "0.011"^^*double*

[Manganês](#)^{dp} "0.918"^^*double*

[Molibdênio](#)^{dp} "0.194"^^*double*

[Silício](#)^{dp} "0.008"^^*double*

e parte de^{op} [bookpi008527.pdf](#)

[Norma de referência](#)^{dp} "ASTM A193/16 Gr. B7"

[Número do certificado](#)^{dp} "0390/18"

0700/17ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#0700/17>

belongs to

[Certificado de qualidade](#)^c

has facts

[assinatura](#)^{dp} "assinatura070017.png"

[carimbo](#)^{dp} "carimbo070017.png"

[cliente](#)^{dp} "METALURGICA LTDA"

[corrida](#)^{dp} "2029201"

[data](#)^{dp} "13/07/2017"

[Descrição](#)^{dp} "Porca Sextava Pesada 3/4"

[Número do pedido de compra](#)^{dp} "not found"

[quantidade](#)^{dp} "not found"

[Resultado do ensaio](#)^{dp} "Ensaio de dureza"

[Norma de referência](#)^{dp} "ASTM A194/16 Grau 2H"

[Número do certificado](#)^{dp} "0700/17"

1049/18ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#1049/18>

belongs to

[Certificado de qualidade](#)^c

has facts

[assinatura](#)^{dp} "assinatura104918.png"

[carimbo](#)^{dp} "carimbo104918.png"

[cliente](#)^{dp} "METALURGICA LTDA"

[corrida](#)^{dp} "165D6420"

[data](#)^{dp} "20/02/2018"

[Descrição](#)^{dp} "Barra Roscada 3/4" 10UNC"

[Número do pedido de compra](#)^{dp} "not found"

[quantidade](#)^{dp} "not found"

[Resultado do ensaio](#)^{dp} "Composição química"

[Norma de referência](#)^{dp} "ASTM A193M - 16/ ASTM A320M - 17a"

[Número do certificado](#)^{dp} "1049/18"

105501ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#105501>

belongs to

[Certificado de análise química](#)^c

has facts

[assinatura](#)^{dp} "assinatura105501.png"

[carbono](#)^{dp} "0.4"^^double

[carimbo](#)^{dp} "carimbo105501.png"

[cliente](#)^{dp} "not found"

[corrida](#)^{dp} "2301875"

[cromo](#)^{dp} "0.98"^^double

[data](#)^{dp} "19/04/2018"

[Descrição](#)^{dp} "PARAF. ESTOJO 3.1/2" 8UNC x 25.1/2" (648) ZN/NI ASTM A193/16 Gr. B7 "

[enxofre](#)^{dp} "0.005"^^double

[Fósforo](#)^{dp} "0.013"^^double

[Manganês](#)^{dp} "0.83"^^double

[Molibdênio](#)^{dp} "0.178"^^double

[Silício](#)^{dp} "0.25"^^double

e parte de^{op} [b o o k p i 008527.pdf](#)

[Norma de referência](#)^{dp} "ASTM A193/16 Gr. B7"

[Número do certificado](#)^{dp} "105501"

105502ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#105502>

belongs to

[Certificado de análise química](#)^c

has facts

[assinatura](#)^{dp} "assinatura105502.png"

[carbono](#)^{dp} "0.41"^^double

[carimbo](#)^{dp} "carimbo105502.png"

[cliente](#)^{dp} "Empresa de Petróleo SA"

[corrida](#)^{dp} "12080421"

[cromo](#)^{dp} "0.94"^^double

[data](#)^{dp} "19/04/2018"

[Descrição](#)^{dp} "PARAF. ESTOJO 3.1/2" 8UNC x 25.1/2" (648) ZN/NI ASTM A193/16 Gr. B7 "

[enxofre](#)^{dp} "0.023"^^double

[Fósforo](#)^{dp} "0.017"^^double

[Manganês](#)^{dp} "0.8"^^double

[Molibdênio](#)^{dp} "0.17"^^double

[Silício](#)^{dp} "0.24"^^double

e parte de^{op} [b o o k p i 008527.pdf](#)
[Norma de referência](#)^{dp} "ASTM A193/16 Gr. B7"
[Número do certificado](#)^{dp} "105502"

106210ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#106210>

belongs to

[Certificado de qualidade](#)^c

has facts

[assinatura](#)^{dp} "assinatura106210.png"
[carimbo](#)^{dp} "carimbo106210.png"
[cliente](#)^{dp} "Empresa de Petróleo SA"
[corrida](#)^{dp} "165D6420"
[data](#)^{dp} "07/06/2018"
[Descrição](#)^{dp} "PARAF. ESTOJO 3/4" 10UNC X 14" (356)- ASTM A193/16 Gr. B7- ZN/NI"
[Número do pedido de compra](#)^{dp} "57756"
[quantidade](#)^{dp} "not found"
[Resultado do ensaio](#)^{dp} "Composição química"
e parte de^{op} [b o o k p i 008847.png](#)
[Norma de referência](#)^{dp} "not found"
[Número do certificado](#)^{dp} "106210"

1078/2018ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#1078/2018>

belongs to

[Certificado de qualidade](#)^c

has facts

[assinatura](#)^{dp} "assinatura10782018.png"
[carimbo](#)^{dp} "carimbo10782018.png"
[cliente](#)^{dp} "Empresa de Petróleo SA"
[corrida](#)^{dp} "not found"
[data](#)^{dp} "07/06/2018"
[Descrição](#)^{dp} "PORCA SEXT. PESADA 3/4" 10UNC - ASTM A194 Gr. 2H ZN/ZI"
[Número do pedido de compra](#)^{dp} "not found"
[quantidade](#)^{dp} "80"
[Resultado do ensaio](#)^{dp} "Inspeção dimensional (Aprovado)"
e parte de^{op} [b o o k p i 008847.png](#)
[Norma de referência](#)^{dp} "ASME B1.1/ ASME B18.2.2"
[Número do certificado](#)^{dp} "1078/2018"

108227ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#108227>

belongs to

[Certificado de qualidade](#)^c

has facts

[assinatura](#)^{dp} "assinatura108227.png"
[carimbo](#)^{dp} "carimbo108227.png"
[cliente](#)^{dp} "not found"
[corrida](#)^{dp} "5104390"
[data](#)^{dp} "27/08/2018"
[Descrição](#)^{dp} "PARAF. ESTOJO 3/4" 10UNC X 14" (356)- ASTM A193 Gr. B7- ZN/NI"
[Número do pedido de compra](#)^{dp} "05010"
[quantidade](#)^{dp} "not found"
[Resultado do ensaio](#)^{dp} "Composição química"
e parte de^{op} [b o o k p i 009863.pdf](#)

[Norma de referência](#)^{dp} "not found"
[Número do certificado](#)^{dp} "108227"

111845ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#111845>

belongs to

[Certificado de qualidade](#)^c

has facts

[assinatura](#)^{dp} "assinatura111845.png"
[carimbo](#)^{dp} "carimbo111845.png"
[cliente](#)^{dp} "DISTRIBUIDORA LTDA"
[corrida](#)^{dp} "C997102"
[data](#)^{dp} "22/03/2017"
[Descrição](#)^{dp} "275 PCS SAE 1045 RL"
[Número do pedido de compra](#)^{dp} "not found"
[quantidade](#)^{dp} "not found"
[Resultado do ensaio](#)^{dp} "Composição química"
[e parte de](#)^{op} [b o o k p i](#) 009863.pdf
[Norma de referência](#)^{dp} "not found"
[Número do certificado](#)^{dp} "111845"

1236/17ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#1236/17>

belongs to

[Certificado de análise química](#)^c

has facts

[assinatura](#)^{dp} "assinatura123617.png"
[carbono](#)^{dp} "0.423"^{^^double}
[carimbo](#)^{dp} "carimbo123617.png"
[cliente](#)^{dp} "METALURGICA LTDA"
[corrida](#)^{dp} "2301875"
[cromo](#)^{dp} "0.865"^{^^double}
[data](#)^{dp} "08/11/2017"
[Descrição](#)^{dp} "BARRA ROSCADA 3.1/2"
[enxofre](#)^{dp} "0.001"^{^^double}
[Fósforo](#)^{dp} "0.008"^{^^double}
[Manganês](#)^{dp} "0.907"^{^^double}
[Molibdênio](#)^{dp} "0.187"^{^^double}
[Silício](#)^{dp} "0.248"^{^^double}
[e parte de](#)^{op} [b o o k p i](#) 008527.pdf
[Norma de referência](#)^{dp} "ASTM A193/16 Gr. B7"
[Número do certificado](#)^{dp} "1236/17"

1338739/2007ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#1338739/2007>

belongs to

[Certificado de qualidade](#)^c

has facts

[assinatura](#)^{dp} "assinatura13387392007.png"
[carimbo](#)^{dp} "METALURGICA LTDA"
[carimbo](#)^{dp} "carimbo13387392007.png"
[corrida](#)^{dp} "2029201"
[data](#)^{dp} "20/04/2017"
[Descrição](#)^{dp} "not found"
[Número do pedido de compra](#)^{dp} "not found"

[quantidade](#)^{dp} "not found"
[Resultado do ensaio](#)^{dp} "Composição química"
[e parte de](#)^{op} [b o o k p i 008847.png](#)
[Norma de referência](#)^{dp} "not found"
[Número do certificado](#)^{dp} "1338739/2007"

[19609.pdf](#)ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#19609.pdf>

belongs to

[Arquivo PDF](#)^c

has facts

[ID PDF](#)^{dp} "8"^{^^integer}

[Nome arquivo PDF](#)^{dp} "19609.pdf"

[20128.pdf](#)ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#20128.pdf>

belongs to

[Arquivo PDF](#)^c

has facts

[ID PDF](#)^{dp} "9"^{^^integer}

[Nome arquivo PDF](#)^{dp} "20128.pdf"

[222 l j p 001](#)ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#222-LJP-001>

belongs to

[Plano de inspeções e testes - PIT](#)^c

has facts

[assinatura](#)^{dp} "not found"

[carimbo](#)^{dp} "not found"

[cliente](#)^{dp} "Empresa de Petróleo SA"

[data](#)^{dp} "24/06/2014"

[equipamento](#)^{dp} "VÁLVULA GLOBO FUNDIDA E FORJADA"

[Fases de inspeção](#)^{dp} "Inspeção Visual (após usinagem); Inspeção Dimensional (após usinagem); Medição de Espessura de Parede; Teste de Reconhecimento de Ligas; Líquido Penetrante; Partículas Magnéticas; Radiografia; Ultrassom; Tratamento Térmico; Dureza; Visual e Dimensional com a Válvula Montada; Teste Hidrostático; Teste Pneumático; Teste Funcional com Pressão; Torque dos Estojos/Prisioneiros; Torque de Acionamento; Marcação, Identificação e Rastreabilidade; Pintura; Visual e Dimensional Final; Embalagem; Data Book;"

[Número PIT](#)^{dp} "222-LJP-001"

[registro](#)^{dp} "Relatório de inspeção; Relatório de inspeção; Relatório de inspeção; Relatório END-TP; Relatório END - LP; Relatório END-PM; Relatório Radiográfico; Relatório END-US; Rel. Tratamento térmico(externo); Relatório de inspeção; Relatório de inspeção; Cert. Conformidade do Produto; Cert. Conformidade do Produto; Cert. Conformidade do Produto; Cert. Conformidade do Produto; Cert. Conformidade do Produto; Relatório de Pintura; Relatório de Inspeção; Não aplicável; Cópia dos registros de Inspeção"

[Tipo de inspeção](#)^{dp} "B"

[e parte de](#)^{op} [222 l j p 001.pdf](#)

[222 l j p 001.pdf](#)ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#222-LJP-001.pdf>

belongs to

[Arquivo PDF](#)^c

has facts

[ID PDF](#)^{dp} "12"^{^^integer}

[Nome arquivo PDF](#)^{dp} "222-LJP-001.pdf"

2447/15ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#2447/15>

belongs to

[Certificado de análise química](#)^c

has facts

[assinatura](#)^{dp} "assinatura244715.png"

[carbono](#)^{dp} "0.414"^^double

[carimbo](#)^{dp} "carimbo244715.png"

[cliente](#)^{dp} "METALURGICA LTDA"

[corrida](#)^{dp} "2301875"

[cromo](#)^{dp} "0.98"^^double

[data](#)^{dp} "14/12/2015"

[Descrição](#)^{dp} "BARRA ROSCADA 3.1/2"

[enxofre](#)^{dp} "0.015"^^double

[Fósforo](#)^{dp} "0.008"^^double

[Manganês](#)^{dp} "0.804"^^double

[Molibdênio](#)^{dp} "0.192"^^double

[Silício](#)^{dp} "0.25"^^double

e parte de^{op} [b o o k p i 008527.pdf](#)

[Norma de referência](#)^{dp} "ASTM A193/16 Gr. B7"

[Número do certificado](#)^{dp} "2447/15"

2650/2018ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#2650/2018>

belongs to

[Certificado de qualidade](#)^c

has facts

[assinatura](#)^{dp} "assinatura26502018.png"

[carimbo](#)^{dp} "carimbo26502018.png"

[cliente](#)^{dp} "Empresa de Petróleo SA"

[corrida](#)^{dp} "not found"

[data](#)^{dp} "27/09/18"

[Descrição](#)^{dp} "PARAF. ESTOJO 3/4" 10UNC X 14" (356)- ASTM A193 Gr. B7- ZN/NI"

[Número do pedido de compra](#)^{dp} "not found"

[quantidade](#)^{dp} "187"

[Resultado do ensaio](#)^{dp} "Inspeção Visual (Aprovado)"

e parte de^{op} [b o o k p i 009863.pdf](#)

[Norma de referência](#)^{dp} "ASME B1.1/ ASME B18.2.1"

[Número do certificado](#)^{dp} "2650/2018"

30499 pedido.pdfⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#30499_Pedido.pdf

belongs to

[Arquivo PDF](#)^c

has facts

[ID PDF](#)^{dp} "3"^^integer

[Nome arquivo PDF](#)^{dp} "30499_Pedido.pdf"

33634.pdfⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#33634.pdf>

belongs to

[Arquivo PDF](#)^c

has facts

[ID PDF](#)^{dp} "10"^{integer}
[Nome arquivo PDF](#)^{dp} "33634.pdf"

3418/17ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#3418/17>

belongs to

[Certificado de qualidade](#)^c

has facts

[assinatura](#)^{dp} "assinatura341817.png"
[carimbo](#)^{dp} "carimbo341817.png"
[cliente](#)^{dp} "METALURGICA LTDA"
[corrida](#)^{dp} "2029201"
[data](#)^{dp} "12/06/2017"
[Descrição](#)^{dp} "Porca Sextavada Pesada 3/4" 10UNC"
[Número do pedido de compra](#)^{dp} "not found"
[quantidade](#)^{dp} "not found"
[Resultado do ensaio](#)^{dp} "Ensaio de dureza"
e parte de^{op} [b o o k p i 008847.png](#)
[Norma de referência](#)^{dp} "ASTM A194/16a Gr.2H"
[Número do certificado](#)^{dp} "3418/17"

34906.pdfⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#34906.pdf>

belongs to

[Arquivo PDF](#)^c

has facts

[ID PDF](#)^{dp} "5"^{integer}
[Nome arquivo PDF](#)^{dp} "34906.pdf"

3503/2017ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#3503/2017>

belongs to

[Certificado de qualidade](#)^c

has facts

[assinatura](#)^{dp} "assinatura35032017.png"
[carimbo](#)^{dp} "carimbo35032017.png"
[cliente](#)^{dp} "METALURGICA LTDA"
[corrida](#)^{dp} "C997102"
[data](#)^{dp} "23/06/2017"
[Descrição](#)^{dp} "BARRA LAMINADA REDONDA SAE 1045-1"
[Número do pedido de compra](#)^{dp} "not found"
[quantidade](#)^{dp} "not found"
[Resultado do ensaio](#)^{dp} "Composição química"
e parte de^{op} [b o o k p i 009863.pdf](#)
[Norma de referência](#)^{dp} "not found"
[Número do certificado](#)^{dp} "3503/2017"

85029.pdfⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#85029.pdf>

belongs to

[Arquivo PDF](#)^c

has facts

[ID PDF](#)^{dp} "6"^{integer}

[Nome arquivo PDF](#)^{dp} "85029.pdf"

85206 pedido.pdfⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#85206_Pedido.pdf

belongs to

[Arquivo PDF](#)^c

has facts

[ID PDF](#)^{dp} "2"^{^^integer}

[Nome arquivo PDF](#)^{dp} "85206.pdf"

94283.pdfⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#94283.pdf>

belongs to

[Arquivo PDF](#)^c

has facts

[ID PDF](#)^{dp} "7"^{^^integer}

[Nome arquivo PDF](#)^{dp} "94283.pdf"

94309.pdfⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#94309.pdf>

belongs to

[Arquivo PDF](#)^c

has facts

[ID PDF](#)^{dp} "4"^{^^integer}

[Nome arquivo PDF](#)^{dp} "94309.pdf"

b o o k p i 008527.pdfⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/BOOK_PI_008527.pdf

belongs to

[Arquivo PDF](#)^c

has facts

[ID PDF](#)^{dp} "15"^{^^integer}

[Nome arquivo PDF](#)^{dp} "BOOK_PI_008527.pdf"

b o o k p i 008847.pngⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/BOOK_PI_008847.png

belongs to

[Arquivo PDF](#)^c

has facts

[ID PDF](#)^{dp} "14"^{^^integer}

[Nome arquivo PDF](#)^{dp} "BOOK_PI_008847.png"

b o o k p i 009863.pdfⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/BOOK_PI_009863.pdf

belongs to

[Arquivo PDF](#)^c

has facts

[ID PDF](#)^{dp} "13"^{^^integer}

[Nome arquivo PDF](#)^{dp} ""

[pedido 02358](#)ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/pedido_02358

belongs to

[Pedido de compra](#)^c

has facts

[assinatura](#)^{dp} "assinatura02358.png"

[carimbo](#)^{dp} "carimbo02358.png"

[data](#)^{dp} "22/08/2018"

[Descrição](#)^{dp} "Válvula borboleta lug fire-safe 10" 150#"

[fornecedor](#)^{dp} "COMERCIO E REPRESENTACOES LTDA"

[item](#)^{dp} "0010"

[Número do pedido de compra](#)^{dp} "02358"

[quantidade](#)^{dp} "1"

[Tipo de inspeção](#)^{dp} "C"

[Código NCM](#)^{dp} "84818097"

e parte de^{op} [02358_pedido.pdf](#)

[Norma de referência](#)^{dp} "API 609 categoria B"

[pedido 19609](#)ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/pedido_19609

belongs to

[Pedido de compra](#)^c

has facts

[assinatura](#)^{dp} "assinatura19609.png"

[carimbo](#)^{dp} "carimbo19609.png"

[data](#)^{dp} "22/03/2019"

[Descrição](#)^{dp} "Porca sext pes A194-gr8 1 1/4"-8UN"

[fornecedor](#)^{dp} "METALURGICA LTDA"

[item](#)^{dp} "0010"

[Número do pedido de compra](#)^{dp} "19609"

[quantidade](#)^{dp} "230"

[Tipo de inspeção](#)^{dp} "A"

[Código NCM](#)^{dp} "73181600"

e parte de^{op} [19609.pdf](#)

[Norma de referência](#)^{dp} "AI ASTM A194 gr 8"

[pedido 20128](#)ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/pedido_20128

belongs to

[Pedido de compra](#)^c

has facts

[assinatura](#)^{dp} "assinatura20128.png"

[carimbo](#)^{dp} "carimbo20128.png"

[data](#)^{dp} "28/03/2019"

[Descrição](#)^{dp} "Porca sext pes A194 gr2HM 1"-8UNC"

[fornecedor](#)^{dp} "METALURGICA LTDA"

[item](#)^{dp} "0010"

[Número do pedido de compra](#)^{dp} "20128"

[quantidade](#)^{dp} "32"

[Tipo de inspeção](#)^{dp} "A"

[Código NCM](#)^{dp} "73181600"

e parte de^{op} [20128.pdf](#)

[Norma de referência](#)^{dp} "AC ASTM A194 gr 2HM"

[pedido 30499](#)ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/pedido_30499

belongs to

[Pedido de compra](#)^c

has facts

[assinatura](#)^{dp} "not found"

[carimbo](#)^{dp} "not found"

[data](#)^{dp} "01/04/2019"

[Descrição](#)^{dp} "Porca sext pes A194-2H 2 1/4"-8UN"

[fornecedor](#)^{dp} "METALURGICA LTDA"

[item](#)^{dp} "0010"

[Número do pedido de compra](#)^{dp} "30499"

[quantidade](#)^{dp} "160"

[Tipo de inspeção](#)^{dp} "B"

[Código NCM](#)^{dp} "7318160"

e parte de^{op} [30499_pedido.pdf](#)

[Norma de referência](#)^{dp} "AI ASTM A194 gr 8"

[pedido 33634](#)ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/pedido_33634

belongs to

[Pedido de compra](#)^c

has facts

[assinatura](#)^{dp} "not found"

[carimbo](#)^{dp} "not found"

[data](#)^{dp} "20/10/2017"

[Descrição](#)^{dp} "Paraf. estojo A193 B8 5/8"-11 x3"

[fornecedor](#)^{dp} "METALURGICA LTDA"

[item](#)^{dp} "0001"

[Número do pedido de compra](#)^{dp} "33634"

[quantidade](#)^{dp} "60"

[Tipo de inspeção](#)^{dp} "not found"

[Código NCM](#)^{dp} "not found"

e parte de^{op} [33634.pdf](#)

[Norma de referência](#)^{dp} "AI ASTM A194 gr 8(AISI-304"

[pedido 34906](#)ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/pedido_34906

belongs to

[Pedido de compra](#)^c

has facts

[assinatura](#)^{dp} "assinatura34906.png"

[carimbo](#)^{dp} "carimbo34906.png"

[data](#)^{dp} "22/02/2019"

[Descrição](#)^{dp} "Porca sext pes A194-gr8 3/8"-16UNC"

[fornecedor](#)^{dp} "METALURGICA LTDA"

[item](#)^{dp} "0010"

[Número do pedido de compra](#)^{dp} "34906"

[quantidade](#)^{dp} "3700"

[Tipo de inspeção](#)^{dp} "A"

[Código NCM](#)^{dp} "73181600"

e parte de^{op} [34906.pdf](#)

[Norma de referência](#)^{dp} "AI ASTM A194 gr 8"

[pedido 85029](#)ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/pedido_85029

belongs to

[Pedido de compra](#)^c

has facts

[assinatura](#)^{dp} "assinatura85029.png"

[carimbo](#)^{dp} "carimbo85029.png"

[data](#)^{dp} "14/03/2019"

[Descrição](#)^{dp} "Porca sext pes A194-2H 1 7/8"-8UN"

[fornecedor](#)^{dp} "METALURGICA LTDA"

[item](#)^{dp} "0010"

[Número do pedido de compra](#)^{dp} "85029"

[quantidade](#)^{dp} "60"

[Tipo de inspeção](#)^{dp} "A"

[Código NCM](#)^{dp} "73181600"

e parte de^{op} [85029.pdf](#)

[Norma de referência](#)^{dp} "AC ASTM A194 gr 2H"

[pedido 85206](#)ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/pedido_85206

belongs to

[Pedido de compra](#)^c

has facts

[assinatura](#)^{dp} "assinatura85206.png"

[carimbo](#)^{dp} "carimbo85206.png"

[data](#)^{dp} "13/03/2019"

[Descrição](#)^{dp} "Barra roscada A193-B16 2"-8FPP"

[fornecedor](#)^{dp} "METALURGICA LTDA"

[item](#)^{dp} "0010"

[Número do pedido de compra](#)^{dp} "85206"

[quantidade](#)^{dp} "16"

[Tipo de inspeção](#)^{dp} "A"

[Código NCM](#)^{dp} "73181900"

e parte de^{op} [85206 pedido.pdf](#)

[Norma de referência](#)^{dp} "AL ASTM A193 gr B16"

[pedido 94283](#)ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/pedido_94283

belongs to

[Pedido de compra](#)^c

has facts

[assinatura](#)^{dp} "not found"

[carimbo](#)^{dp} "not found"

[data](#)^{dp} "18/03/2019"

[Descrição](#)^{dp} "Porca sext pes A194-gr4L 1 1/4"-8UN"

[fornecedor](#)^{dp} "METALURGICA LTDA"

[item](#)^{dp} "0010"

[quantidade](#)^{dp} "220"

[Tipo de inspeção](#)^{dp} "A"

[Código NCM](#)^{dp} "73181600"

e parte de^{op} [94283.pdf](#)

[Norma de referência](#)^{dp} "AL ASTM A194 gr 4L"

[Número do certificado](#)^{dp} "94283"

[pedido 94309](#)ⁿⁱ

[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/pedido_94309

belongs to[Pedido de compra](#)^c**has facts**[assinatura](#)^{dp} "not found"[carimbo](#)^{dp} "not found"[data](#)^{dp} "18/01/2019"[Descrição](#)^{dp} "Barra roscada A193-B8 cl.2 1 1/8"-8UN"[fornecedor](#)^{dp} "METALURGICA LTDA"[item](#)^{dp} "0010"[Número do pedido de compra](#)^{dp} "94309"[quantidade](#)^{dp} "40"[Tipo de inspeção](#)^{dp} "A"[Código NCM](#)^{dp} "73181900"[e parte de](#)^{op} [pedido 94309](#)[Norma de referência](#)^{dp} "AI ASTM A193 gr B8 cl.2"**PIT 025 2015**ⁿⁱ[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)**IRI:** http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#PIT_JEA_Nº_025_2015_Gr.B7_Gr.2H_REV00_TIPO-B**belongs to**[Plano de inspeções e testes - PIT](#)^c**has facts**[assinatura](#)^{dp} "carimbopit.png"[carimbo](#)^{dp} "carimbo.png"[cliente](#)^{dp} "Empresa de Petróleo SA"[data](#)^{dp} "27-08-2015"[equipamento](#)^{dp} "PARAFUSO ESTOJO / BARRA ROSCADA 3/8 A 4" ASTM A193 Gr. B7 NATURAL (COM REVESTIMENTO)"[Fases de inspeção](#)^{dp} "Recebimento Materia Prima; Identificação de rastreabilidade; Emitir OS; Produção; Calibração; Beneficiamento; Ensaios da qualidade; Inspeção de Fabricação; Inspeção Final JEA; Inspeção Final do cliente; Ensaios com testemunho; Documentação; Expedição"[fornecedor](#)^{dp} "JEA INDÚSTRIA METALÚRGICA LTDA"[Número PIT](#)^{dp} "025-2015"[registro](#)^{dp} "Banco de Dados Recebimento; Banco de Dados Recebimento; Registro de Recebimento; Etiqueta Amarela; OS(fm_15) Relatório de Inspeção (fm16); OS(fm_15) Relatório de Inspeção (fm16); OS(fm_15) Relatório de Inspeção (fm16); OS(fm_15) Relatório de Inspeção (fm16) OS(fm_15); Relatório de Inspeção (fm16) OS(fm_15) Relatório de Inspeção (fm16);"[Tipo de inspeção](#)^{dp} "B"[e parte de](#)^{op} [PIT_Nº_025.pdf](#)**PIT_Nº_025.pdf**ⁿⁱ[back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)**IRI:** http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#PIT_JEA_Nº_025_2015_Gr.B7_Gr.2H_REV00_TIPO-B.pdf**belongs to**[Arquivo PDF](#)^c**has facts**[ID PDF](#)^{dp} "11"^^*integer*[Nome arquivo PDF](#)^{dp} "PIT_Nº025.pdf"**Namespace Declarations**[back to ToC](#)**default namespace**<http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT#>**OntoToT**<http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/OntoToT/>**owl**<http://www.w3.org/2002/07/owl#>**rdf**

<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>

rdfs

<http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>

untitled-ontology-73

<http://www.semanticweb.org/marioricardo/ontologies/2021/10/untitled-ontology-73#>

xsd

<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>

~marioricardo

<http://cor.esipfed.org/ont/~marioricardo/>