

ESTUDO PARA MODELAGEM DO CONHECIMENTO – CASO DO MASTERPLAN – PLANO DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL CATARINENSE (PDIC2022)

Cleverson Tabajara Vianna¹, Renato Cesca², Fernando Alvaro Ostuni Gauthier³, Antônio Pereira Cândido⁴

¹Universidade Federal de Santa Catarina/EGC/UFSC/ifsc.tabajara@gmail.com

²Universidade Federal de Santa Catarina/EGC/UFSC/renatokd@gmail.com

³Universidade Federal de Santa Catarina/EGC/UFSC/fernando.gauthier@ufsc.br

⁴Instituto Federal de Santa Catarina/GMOCI/IFSC/apec@ifsc.edu.br

Resumo: Este trabalho, foi realizado a partir de atividades conjuntas de dois grupos de pesquisas do IFSC e UFSC, um voltado à inovação (GNI) e outro à modelagem do conhecimento (GMOC). Descreve a utilização de ferramentas de modelagem do conhecimento para expressar um domínio de conhecimento na área de planejamento. Serve como orientação àqueles que tenham como problemas, uma dificuldade inicial para implementar uma modelagem de conhecimento através da construção de ontologias. A modelagem do conhecimento é sobre o MASTERPLAN, componente vital do Plano de Desenvolvimento Industrial Catarinense até o ano de 2022. Através do uso de Mapas Conceituais (CMAP), e ferramentas de apoio a construção de Ontologias, como o OntoKEM e Protegé buscou-se explicitar este domínio do conhecimento, para posteriormente disponibilizar todas as informações em dados abertos ligados. Aborda-se assim, a parte inicial da modelagem, com a construção da Ontologia, para sua posterior publicação em dados abertos que irá proporcionar o reconhecimento através de agentes humanos e não humanos. A ontologia foi falhada junto à FIESC, através do grupo de pesquisa GMOC (grupo de modelagem do conhecimento) do IFSC/CNPQ. Cabe destaque à elaboração preliminar dos Mapas Mentais e da metodologia OntoKEM, os quais facilitaram a concepção e construção das classes, propriedades e axiomas no Protegé.

Palavras-chave: Ontologias, OntoKEM, Mapas Cognitivos, Protegé, Engenharia do Conhecimento.

1 INTRODUÇÃO

Uma das dificuldades iniciais ao se tratar da construção de ontologias, é a que se refere aos caminhos a serem tomados (metodologia), para que a sua construção seja adequada, prática e ágil e que sirva posteriormente tanto à implementação de dados abertos ligados e ao projeto de sistemas computacionais. O objetivo deste trabalho é apresentar os passos utilizados na construção de ontologia do MASTERPLAN, que é parte integrante do plano de desenvolvimento elaborado pela Indústria Catarinense até o ano de 2022. Apresenta inicialmente a concepção do plano PDIC2002, e o MASTERPLAN e em sua modelagem envolve as ferramentas CMAP¹, ontoKEM² e Protegé³.

O Plano de Desenvolvimento Industrial Catarinense - PDIC2022, foi elaborado pela Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina (FIESC), A FIESC criada em 1950 tem a missão de “promover a competitividade da indústria catarinense de forma sustentável e inovadora, influenciando a criação de um ambiente favorável aos negócios e ao desenvolvimento humano e tecnológico” (FIESC, 2015, p.1).

¹ CMAP: Software Cmap é resultado de pesquisa realizada no Instituto da Flórida - Human&Machine Cognition (IHMC). Ele proporciona a construção, navegação, compartilhamento e crítica de modelos de conhecimento representados como mapas conceituais.

² ontoKEM: Concebido e desenvolvido no Laboratório de Engenharia do Conhecimento (LEC) do Programa de Engenharia e Gestão do Conhecimento (EGC) da Universidade Federal de Santa Catarina e tem servido como ferramenta de apoio na construção de ontologias tanto em projetos de pesquisa como em atividades de ensino.

³ Protegé: O Protegé vem sendo desenvolvido na Universidade de Stanford, em colaboração com a Universidade de Manchester. É um editor livre de ontologia e um sistema de aquisição de conhecimento, valendo-se para isso de uma interface gráfica.

Visando a prosperidade a longo prazo (horizonte de 2022), surgiu um programa de múltiplas iniciativas, chamado de PDIC 2022. Este programa é multiarticulado e deverá posicionar ainda melhor o estado de Santa Catarina nacional e internacionalmente.

Segundo a FIESC (2014), este desafio foi dividido em três grandes projetos apresentados no final de 2014-2015:

- 1 Setores Portadores de Futuro para a Indústria Catarinense;
- 2 Rotas Estratégicas Setoriais;
- 3 MASTERPLAN.

Buscando atender à Triple Helix (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000) da Inovação (Governo, Academia e Indústrias), um de seus componentes é o MASTERPLAN, no qual identifica os setores indutores de desenvolvimento, buscando:

- Identificar as visões de futuro para cada setor;
- Traçar o caminho mais provável para atingi-la;
- Promover a articulação de todas as partes interessadas.

O MASTERPLAN, é o plano principal, tanto em sua concepção quanto na sua execução e contempla as mesorregiões do Estado de Santa Catarina (6), apresentando os Setores da Indústria (13), enunciando as Visões, Temas e Fatores Críticos de Sucesso (FCS) em cada Setor. A seguir estabelece as ações associadas a cada FCS. Cabe aqui ressaltar o conceito de FCS adotado que corresponde a Rockart: "Fatores críticos de sucesso para qualquer negócio é um número limitado de áreas em que os resultados sendo satisfatórios, irão assegurar um desempenho competitivo de sucesso para a organização." (ROCKART, 1979)(tradução nossa).

2 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa básica ao produzir elementos que servirão de base para outras pesquisas. Além dos objetivos descritivos (ao descrever o fenômeno), há também o objetivo explicativo, indicando como cada etapa produziu a seguinte. (GIL, 2010, p.28). A abordagem é qualitativa, tratando-se de um caso (LAKATOS; MARCONI, 2003).

Neste experimento⁴, construímos uma ontologia de domínio a partir dos dados obtidos da FIESC (em planilha eletrônica) e as publicações relativas ao MASTERPLAN, valendo-se para tanto de softwares como CMAP, ontoKEM e Protegé.

Numa fase inicial foi construído um mapa cognitivo (ou mapa mental), utilizando-se o CMAP. Com base no mapa mental, utilizou-se o ontoKEM valendo-se de perguntas e

⁴ Em outro experimento posterior, foi executada a conversão em triplas RDF e feita a carga em dados abertos num servidor virtuoso.

respostas às quais deveria a ontologia responder. A seguir foi efetuada a construção da ontologia, valendo-se do Protégé.

1 MODELO DO CONHECIMENTO

Ao iniciarmos o tema da modelagem do conhecimento destaca-se aqui o conceito de Ontologias, que irá orientar todo o trabalho: Studer, Benjamins e Fensel (1998) uniram as definições de seus antecessores e definiram que “uma ontologia é uma especificação formal e explícita de uma conceptualização compartilhada”. Aumentando sua especificidade Jasper e Ushhold (1999, p.11-12) vão adiante: “Uma ontologia pode tomar variadas formas, mas ela necessariamente inclui um vocabulário de termos e especificações sobre seu significado”. Isto inclui definições e uma indicação como os conceitos se relacionam dentro de uma estrutura de domínio imposta coletivamente e as restrições sobre as possíveis interpretações dos termos. A ontologia expressa neste trabalho volta-se especificamente para apresentar o conteúdo do MASTERPLAN, que é um dos componentes do PDIC2022.

A partir de informações obtidas em materiais referentes ao MASTERPLAN, foram elaboradas questões de competência com o objetivo de definir o escopo e a estrutura do modelo de conhecimento a ser trabalhado. Para tanto, foi utilizado o ontoKEM⁵, ferramenta que provê uma interface simples para a construção inicial e documentação de ontologias. Foram elaboradas onze questões, e apresentamos algumas delas a seguir:

- I. Quais os setores indutores de desenvolvimento de cada estado?
- II. Quais as visões de futuro para cada setor?
- III. Quais os fatores críticos de sucesso (FCS) de cada setor?
- IV. Quais os temas de um determinado FCS de um determinado setor?
- V. Quais as ações de curto, médio e longo prazo de um determinado setor?
- VI. Quais as mesorregiões do estado e quais os setores existentes em cada mesorregião?

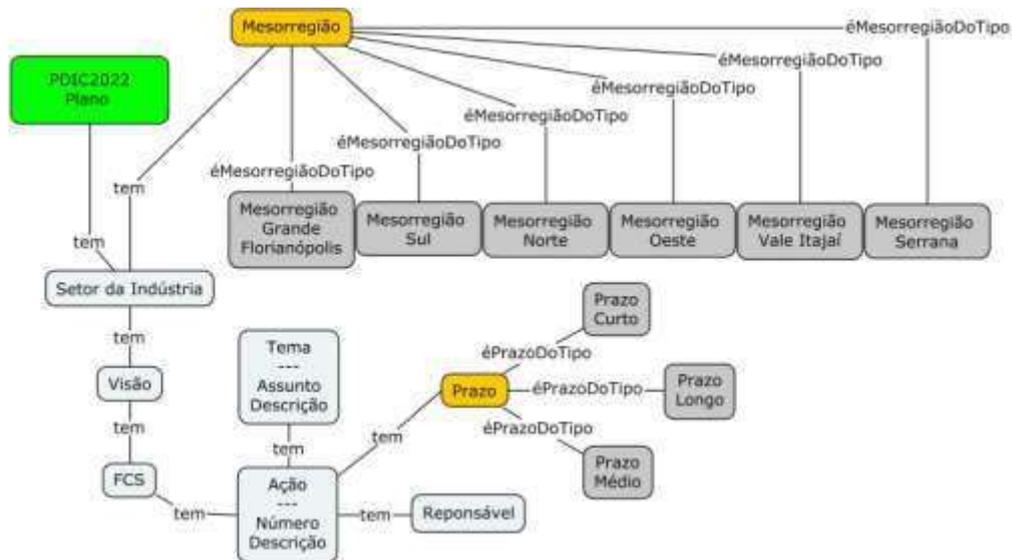
Através da análise das questões, foram extraídos termos — como “setor” e “visão” — e foram arquitetadas relações entre as entidades concebidas, o que proporcionou melhor compreensão sobre a constituição do ambiente em questão.

Concebeu-se então um modelo gráfico (Figura 1) com o intuito de esclarecer as relações entre conceitos presentes no planejamento do PDIC 2022. Para tanto, foi utilizada a ferramenta CmapTools⁶, software que possibilita a criação de modelos de conhecimento representados através de mapas conceituais.

Figura 1 - Mapa conceitual MASTERPLAN/PDIC2022

⁵ Disponível em: <<http://ontokem.egc.ufsc.br/>>

⁶ Disponível em: <<http://cmap.ihmc.us/>>



Fonte: elaborada pelos autores através do software livre CmapTools

1.1A Ontologia

Com o objetivo de efetivamente construir um modelo ontológico do panorama do MASTERPLAN, o modelo criado pelo OntoKEM, foi exportado para o Protegé 4.3⁷. Este software permite a criação e edição de ontologias, bem como sua importação e exportação para sintaxes suportadas por OWL (Web OntologyLanguage), como RDF/XML, OWL/XML, Turtle, entre outros (BAO et al., 2012). Estabelecem-se classes e hierarquias, propriedades de dados e objetos, bem como regras.

1.1.1 Hierarquia de classes

No escopo da OWL, classes agrupam recursos que possuem características em comum, essencialmente representando conjuntos de indivíduos (HITZLER et al., 2012). No caso da modelagem conceitual do MASTERPLAN, todos os termos elencados que não sugeriam representar atributos ou relações foram definidos como classes.

Os temas que se encontram dispostos em índices aninhados são subclasses dos termos imediatamente superiores; por exemplo, a classe PrazoCurtoé uma subclasse da classe Prazo (figura 2).

Figura 2 - Hierarquia de classes

⁷ Disponível em: <<http://protege.stanford.edu/>>



Fonte: elaborada pelos autores em Protegé 4.3

1.1.2 Propriedades de objetos

De acordo com a especificação da sintaxe da OWL, propriedades de objetos (em inglês, “objectproperties”) são responsáveis por conectar pares de indivíduos (MOTIK; PATEL-SCHNEIDER; PARSIA, 2012). No caso da modelagem de dados em questão, nota-se que as propriedades que ligam indivíduos de diferentes classes são aquelas identificadas pela palavra *tem* (figura 2).

Para qualificar as informações das propriedades no âmbito da ontologia em questão, as propriedades de objetos foram nomeadas de acordo o mapa conceitual (figura 1). Por exemplo, de acordo com o mapa conceitual disposto anteriormente, apreende-se que “Visão tem FCS”. Nesse contexto, uma instância da classe *Visao* define-se como o domínio (*rdfs:domain*) da relação, ao passo que uma instância da classe *FatorCriticoDeSucesso* constitui sua imagem (*rdfs:range*).

Em um exemplo concreto, nos quais os atores da relação são de fato indivíduos, podemos dizer que *visao1 temFCS fcs1*. Analogamente, ainda de acordo com a modelagem feita anteriormente, pode-se afirmar que *fcs1 temAcao acao1*, tendo em vista que, no caso dessa relação, FCS apresenta-se como domínio e Ação como imagem.

Além da definição do domínio e da imagem das propriedades de objetos, foram avaliadas as aplicações de alguns axiomas a elas: o axioma da funcionalidade, o da funcionalidade inversa e o da transitividade.

De acordo com Motik, Patel-Schneider e Parsia (2012), uma propriedade que está submetida ao axioma da funcionalidade é definida de modo que para cada indivíduo (no âmbito do domínio da relação), pode haver no máximo um indivíduo distinto conectado a

ele. Já no caso da funcionalidade inversa, cada indivíduo circunscrito à imagem da relação pode possuir conexão com, no máximo, um indivíduo distinto.

Quadro 1 - Detalhamento das propriedades de objetos

| Propriedade | Domínio | Imagem | Funcional | Funcional inversa |
|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------|-------------------|
| temAcao | FatorCriticoDeSucesso | Acao | | ✓ |
| temFCS | Visao | FatorCriticoDeSucesso | | |
| temMesorregiao | Setor | Mesorregiao | ✓ | |
| temPrazo | Acao | Prazo | ✓ | ✓ |
| temResponsavel | Acao | Responsavel | ✓ | ✓ |
| temTema | Acao | Tema | | ✓ |
| temVisao | Setor | Visao | ✓ | |

Fonte: elaborado pelos autores

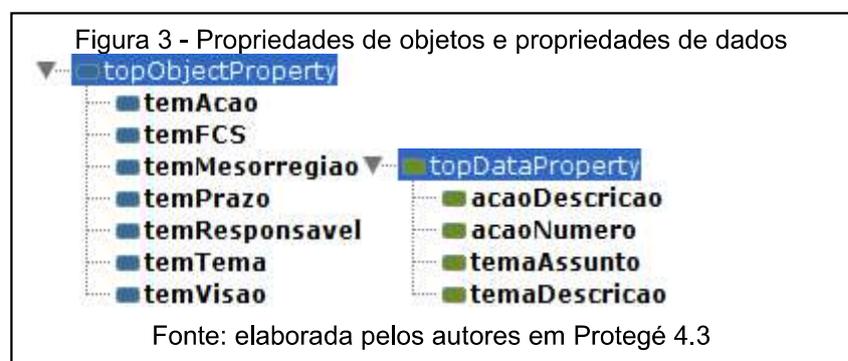
É importante salientar que todas as propriedades de objetos presentes na ontologia construída (Quadro 1) respeitam também o axioma da transitividade, ou seja, se um indivíduo A está conectado a um indivíduo B que, por sua vez, está conectado a um indivíduo C, então A também está conectado a C. Graças a tal característica, perguntas que abrangem relações indiretas entre indivíduos poderão ser respondidas de maneira satisfatória.

1.1.3 Propriedades de dados

Além das propriedades de objetos, pode-se especificar propriedades de dados — em inglês, “data properties” — em OWL. Sua função é a de conectar indivíduos a literais (MOTIK; PATEL-SCHNEIDER; PARSIA, 2012).

Como se poderá observar na figura 3, apenas duas classes dispõem de propriedades de dados: a classe *Acao*, cujas propriedades são *acaoDescricao* e *acaoNumero* e a classe *Tema*, com as propriedades *temaAssunto* e *temaDescricao*. De todas as propriedades de dados mencionadas, apenas *acaoNumero* é do tipo *int*; as demais são do tipo *string*.

Todas as propriedades de dados respeitam o axioma da funcionalidade, de modo que cada indivíduo pode se conectar a, no máximo, um literal distinto. Essas restrições são apropriadas, tendo em vista que cada ação deve possuir somente uma descrição e um número, assim como um tema deve possuir apenas um assunto e uma descrição.



2 CONCLUSÕES

Neste experimento, poderá o interessado na modelagem de conhecimento através do uso de ontologias, ter a percepção de aspectos práticos que facilitam esta atividade.

Inicialmente ressaltamos a contribuição que o uso dos mapas cognitivos ou mapas mentais tiveram na modelagem do conhecimento. Sua fácil e rápida construção, proporciona uma visualização geral de todo o contexto. Assim, nas etapas seguintes (ontoKEM e Protegé) a utilização da figura 1, representativa do mapa mental acelerou os passos seguintes.

O OntoKEM por sua vez, tem uma maior utilidade como uma metodologia auxiliando a “pensar” em termos de modelagem do conhecimento e construção da Ontologia. Além disso, é uma ferramenta que proporciona exportação de arquivo que pode ser apropriada diretamente no Protegé. Ressaltamos que em nosso caso, esta ferramenta de TIC não representou uma contribuição significativa em termos operacionais, uma vez que o software não contempla atualizações nos últimos três anos, o que a impediu trocas automáticas de arquivos e produziu a perda de algumas informações. O OntoKEM não incorpora regras ontológicas, mas destaca-se o seu caráter pedagógico e instrutivo, no que tange a um modelo metodológico para a construção de ontologias e indicando quais as perguntas que a ontologia deveria responder.

Conforme observado, toda a construção efetiva da ontologia deu-se no Protegé, onde foram detalhadas as classes e propriedades dos objetos. Foram aplicados diversos axiomas como da funcionalidade e da funcionalidade inversa. A modelagem do conhecimento através desta ontologia foi validada pelo grupo de pesquisa GMOC – Grupo de Modelagem do Conhecimento junto à FIESC e servirá de base a futuras implementações de dados abertos. Também está sendo utilizada a modelagem do conhecimento, como base para a modelagem de sistemas computacionais que está sendo desenvolvida, e que irão permitir o controle de atividades e tarefas do plano.

Serve assim o estudo apresentado, para aqueles que buscam uma visão prática da implementação de uma ontologia, servindo de orientação a trabalhos futuros e também para a própria equipe quando da sua implementação em dados abertos. Através dos dados abertos ligados, buscar-se-á o compartilhamento através de URIs, permitindo que os dados sejam reconhecidos e utilizados tanto por agentes humanos como não humanos (máquinas e softwares).

REFERÊNCIAS

BAO, J. et al. (2012). **OWL 2 Web Ontology Language Document Overview (Second Edition)**. *W3C Recommendation*. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/owl2-overview/>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

ETZKOWITZ, Henry, LEYDESDORFF, Loet. **The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations**. *Research Policy* 29 2000 109–123. Elsevier (nl)

FIESC. **Rotas estratégicas setoriais para a indústria catarinense 2022 : Tecnologia da Informação e Comunicação**. Florianópolis : FIESC, 2014. 54 p. : il. ; 30 cm. ISBN 978-85-66826-05-0

FIESC. PDIC2022 - **Programa de Desenvolvimento Industrial Catarinense – Competitividade com Sustentabilidade**. Caderno executivo. FIESC - Sistema Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina. Coordenadoria de Planejamento e Controle da Gestão – COPLAC, 2015

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.
LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003

HITZLER, P. et al. (2012). **OWL 2 Ontology Language Primer (Second Edition)**. *W3C Recommendation*. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/owl2-primer/>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

USCHOLD, Mike. JASPER, Robert. **A Framework for Understanding and Classifying Ontology Applications**. *Proceedings of the IJCAI-99 workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods (KRR5)* Stockholm, Sweden, August 2, 1999

MOTIK, B.; PATEL-SCHNEIDER, P.; PARSIA, B. (2012). **OWL 2 Web Ontology Language Structural Specification and Functional-Style Syntax (Second Edition)**. *W3C Recommendation*. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/owl2-syntax/>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

ROCKART, J. F. **Chief executives define their own data needs**. *Harvard Business Review*, Boston, v. 57, n. 2, p. 81-93, Mar./Apr. 1979.

STUDER, R.; BENJAMINS, R.; FENSEL, D. **Knowledge engineering: principles and methods**. *Data Knowl. Eng.* 1998, 25, 161–197.