

MODELO DE REPRESENTAÇÃO EM ONTOLOGIA NO GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL PELOS SISTEMAS ONTOKEM E PROTÉGÉ

Tiago Giuriatti¹;

João Bosco da Mota Alves²;

João Artur Souza³;

Rodrigo Boeing Althof⁴;

Ana Paula Uliana Mason⁵;

***Abstract:** The article developed an ontology as a model of knowledge representation in the field of building projects in civil construction. The classification methodology of the components present in the scope of ontology and its universe was applied in building construction projects by OntoKEM tools in the development of competence, hierarchy and class properties questions. Afterwards, it was exported to the Protégé 5.5.0 system with definition of class relations, object properties, Inverse-functional property, ranges and disjoint. Resulting in qualitative graphs with categorization of project niches and levels, for control and management in a final delivery of the work.*

***Keywords:** Projects; Buildings; Ontology; OntoKEM; Protégé.*

***Resumo:** O artigo desenvolveu uma ontologia como modelo de representação do conhecimento no campo de projetos de edificações na construção civil. Aplicou-se a metodologia de classificação dos componentes presentes no âmbito da ontologia e do seu universo em projetos de construção de edificações pelas ferramentas OntoKEM no desenvolvimento de perguntas competência, hierarquia e propriedades de classe. Após, exportou-se ao sistema Protégé 5.5.0 com definição das relações de classes, object properties, propriedade Inversa-funcional, ranges e disjoint. Resultando em grafos qualitativos com categorização dos nichos e níveis de projetos, para o controle e gerenciamento em uma entrega final de obra.*

***Palavras-chave:** Projetos, Edificações; Ontologia; OntoKEM; Protégé.*

1 Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento EGC (UFSC). Florianópolis – Brasil ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6998-2442>. E-mail: tiago.giuriatti@ifc.edu.br

2 Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento EGC (UFSC). Florianópolis – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7596-3416>. E-mail: joao.bosco.mota.alves@ufsc.br

3 Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento EGC (UFSC). Florianópolis – Brasil ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7133-8944>. E-mail: jartur@gmail.com

4 Instituto Federal Catarinense (IFC). Blumenau – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0943-5962>. E-mail: rodrigoalthoff@gmail.com

5 Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Educacionais PPGTIC (UFSC). Araranguá– Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3448-4571> e-mail: paulinhamason@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

O termo “ontologia” tem sido amplamente utilizado em diversos campos científicos, se tornando popular nos anos 90, “ontologia” foi inicialmente interpretado como um termo representativo de uma ampla gama de artefatos de Representação do Conhecimento (um campo da Inteligência Artificial) para desenvolvimento de sistemas especialistas (Almeida, 2013).

O desenvolvimento de ontologias prevê elaboração de um projeto bem definido, sendo preciso conhecer os objetivos que se deseja atingir e o tipo de conhecimento em representar. Também objetiva a representação do conhecimento, sendo assim ela é um exercício político e a priori limitado, como toda representação (Dziekaniak, 2010).

Uma das necessidades atuais dentro da construção civil de edificações é a compatibilização dos diferentes nichos de projetos que compõe uma edificação de médio e grande porte, necessitando identificação dos projetos que compõe a edificação bem como seus detalhes e representações a serem compatibilizados. Monteiro Et al. (2017) expõe que a compatibilização de projetos se faz necessária para qualquer empreendimento, seja qual for o método a ser utilizado, contanto que sejam suficientes para antecipar todas as interferências das diversas especialidades. Segundo Borges (2019) a aplicação de ferramentas estratégicas de gestão e coordenação de projetos deve ser primordial. Neste sentido o uso de ferramenta computacionais ganham cada vez mais notoriedade na indústria da Construção Civil.

Conforme Corrêa (2021) “...as empresas de engenharia buscam implantar uma metodologia de gerenciamento de projetos para seus empreendimentos”. O gerenciamento da atividade de projeto permite aos profissionais inseridos no mercado da construção civil uma visão amplificada do empreendimento, garantindo um maior controle de todos os processos, que por sua vez conduzirão a um considerável ganho de qualidade, aumento de produtividade, otimização de prazos e, principalmente, redução de custos (Borges, 2019).

Morais & Jacyntho (2016) expõe que os dados para que sejam compreendidos pelos computadores, se faz necessário que eles sejam estruturados de forma padronizada e que seja dado sentido semântico explícito a eles. Segundo o mesmo autor a ontologia é uma representação formal de um determinado domínio de conhecimento, onde conceitos (classes)

deste domínio são explicitamente definidos, bem como suas propriedades e relacionamentos (Jacyntho, 2012). São por meio das ontologias que se podem dar inferência às máquinas, possibilitando, com uso de raciocinadores (softwares que fazem uso dos axiomas ontológicos para inferir novos dados), a descoberta de novos conhecimentos (Lichtnow & De Oliveira, 2009 & Pickler, 2007). Nas conclusões do trabalho de Fitsilis, Gerogiannis & Anthopoulos (2014) ficou evidente que um modelo de referência de domínio para o gerenciamento de projetos está ausente. Isso é necessário, uma vez que a engenharia ontológica é a primeira etapa para o desenvolvimento de um projeto com práticas eficazes e como um sistema de gestão do conhecimento.

Portanto, desenvolver métodos que fomentem o gerenciamento de projetos e respectivas compatibilizações dos documentos e atividades de engenharia são uma constante necessidade evidenciada em trabalhos, problemática enfrentada pelas diferentes tipologias de obras. Nesse sentido, por meio de ferramentas computacionais com sistemas para modelagem dos conhecimentos e atividades, este trabalho, pretende criar um modelo de ontologia dos projetos que compõe as edificações na construção civil com seus nichos, subconjuntos e níveis de detalhamentos. Servindo, como um meio de representação do conhecimento, que instrumentalize o gerenciamento e as estratégias desde a contratação até a implementação final de projetos em uma obra entregue. Este trabalho não pretende ser a visão única da representação e classificação dos conhecimentos do domínio de ontologias neste campo.

2 ETAPAS METODOLÓGICAS ENVOLVENDO A NATUREZA E O DOMÍNIO DA ONTOLOGIA

A metodologia aplicada está amparada no que é explicitado por Rautemberg et al. (2008) com as ferramentas CommonKADS da engenharia do conhecimento. Objetivando no início em produzir documentos de especificação de requisitos, definindo o domínio e objetivos da ontologia, utilizando padrões de projeto, identificando as fontes de conhecimento, definindo atores e cenários, enumerando questões de competência, definindo o ambiente de desenvolvimento da ontologia, entre outros. Com posterior refinamento cujo objetivo é desenvolver uma ontologia a ser utilizada em um Sistema de Gestão do

Conhecimento, de acordo com os documentos produzidos nas fases anteriores. Para tanto, os engenheiros do conhecimento precisam entender o domínio, modificando e desenvolvendo a ontologia na direção de uma versão estável. Finalizando com a avaliação cujo objetivo é a aferição da completude e precisão da ontologia mediante a documentação gerada durante o desenvolvimento da ontologia e um frame de referência, o qual pode corresponder às questões de competência enumeradas na fase “início da ontologia” (Rautemberg et al., 2008).

Foram Utilizadas as ferramentas do OntoKEM da Universidade Federal de Santa Catarina, base para o desenvolvimento de:

- i) Questões de competência associados os seus respectivos termos;
- ii) Relações, evidenciando também a tarefa “listar os termos da ontologia”;
- iii) Hierarquia com suas propriedades de classe;
- iv) A partir do cadastro i) ao iii) houve a geração da árvore de classes e sub-classes.

Após houve a exportação para o sistema Protégé em linguagem OWL 5.5.0 desenvolvido pela Stanford University, onde foram aplicados:

- i) As relações de classes com uso da ferramenta Disjoint e instâncias;
- ii) Definição dos Object Properties;
- iii) Identificação das propriedades Inversa e funcional, Ranges e Disjoint;
- iv) A partir dos itens i) ao iii) obteve-se a ontologia Projeto edificações com as respectivas super classes, sub classes diretas e indiretas e as instâncias resultantes.

Esta ontologia piloto foi desenvolvida no âmbito da disciplina de Desenvolvimento de Ontologias para Engenharia do Conhecimento no Programa de Pós- Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina.

2.1 ESCOLHA DO DOMÍNIO E ESCOPO

Segundo Campos et. al (2007) os princípios conceituais estão na base das escolhas que determinam os componentes de uma dada ontologia. Neste sentido, as escolhas e decisões para a construção da ontologia neste trabalho considerou como marco inicial o domínio em que esta abrange no campo de projetos da construção civil, pela proximidade dos autores, bem como, pelas múltiplas linguagens e conceitos nesta área.

Pensada estas questões, foi realizada a classificação dos componentes presentes no âmbito da ontologia e do seu universo. Constitui-se em projetos de construção de edificações.

2.2 AQUISIÇÃO DE CONCEITOS

A aquisição dos conceitos considerou as seguintes normas da ABNT: projetos arquitetônicos de edificações e urbanismo NBR 16636/2020; de projetos preventivos NBR 12693/1993, NBR 13860/1997, NBR 10898/1999, NBR 13714/2000, NBR 9077/2001, NBR 05419/2005; de projetos de estruturas NBR 6118/2004; de projetos hidrossanitários subdivididos em projetos de sistemas de esgoto sanitário NBR 8160/1999, sistemas de instalação água fria NBR 5626/1998; instalações de águas pluviais NBR 10844/1989; de projetos elétricos NBR 05410/2005 e NBR 05413/1992.

2.3 NATUREZA DE APLICAÇÃO

Almeida (2013) caracterizou dois tipos de ontologias: Ontologias *genéricas* e *Ontologias de domínio*: i) As *ontologias genéricas*, as quais contêm entidades abstratas e que podem ser classificadas como *ontologias de alto nível* ou *ontologias de nível médio*, de acordo com o nível de abstração; ii) As *ontologias de domínio*, as quais versam especificamente sobre um domínio de conhecimento (medicina, automóveis, etc.). Neste trabalho, pode-se caracterizar a natureza da ontologia desenvolvida de domínio, porque explicita conceitos e relações provenientes de uma área específica do conhecimento (domínio), neste caso em Projetos de Edificações, buscando identificar, demonstrar e classificar os projetos produzidos no campo do conhecimento.

3 Desenvolvimento da Ontologia

Nesta seção estarão apresentados os passos para desenvolvimento e construção da ontologia, após a definição da metodologia, escolha do domínio, a aquisição e extração dos conceitos e a natureza de aplicação da ontologia.

3.1 Desenvolvimento no OntoKEM

O desenvolvimento da ontologia no OntoKEM foi realizado a partir do cadastro das perguntas competência e sequencialmente a definição cadastro de termos e relações. Boa parte dos termos foram definidos na própria resposta da pergunta competência conforme figura 1.

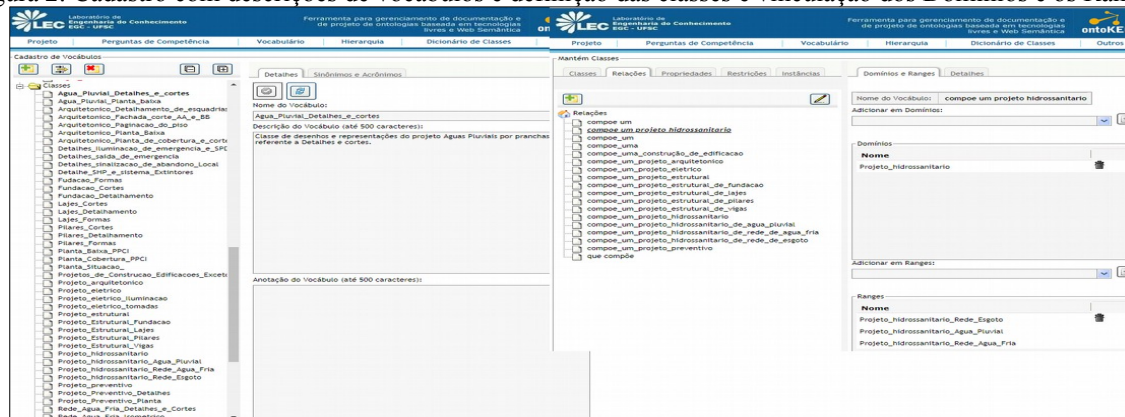
Figura 1: Cadastro das perguntas competência no OntoKEM.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021) a partir da ferramenta OntoKEM.

As perguntas competências cadastradas na figura 1 demonstram a definição de quais projetos compõe uma edificação, com as respostas em termos cadastrados. Sequencialmente, a resposta da pergunta dos projetos que compõe nos termos cadastrados. Após a definição das perguntas competência e termos referentes, realizou-se o cadastro de vocábulos, definição das classes, dos Domínios e Ranges constantes na figura 2.

Figura 2: Cadastro com descrições de vocábulos e definição das classes e vinculação dos Domínios e os Ranges.

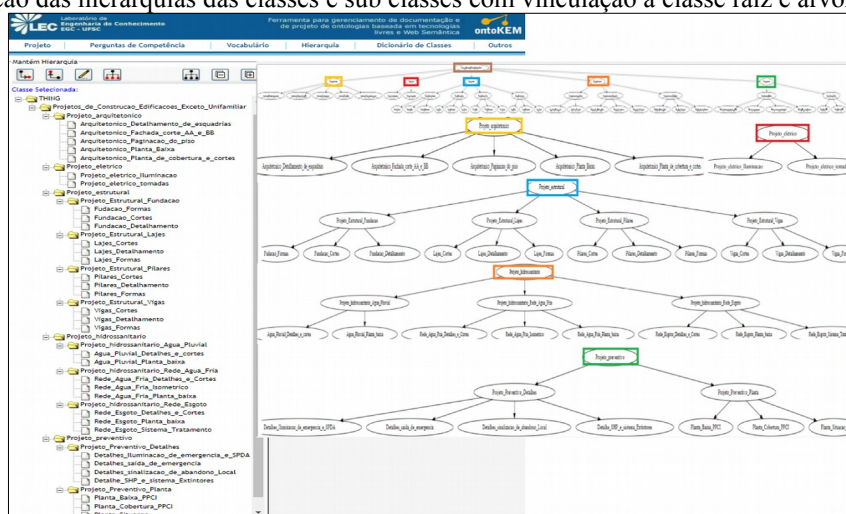


Fonte: Elaborado pelo autor (2021) a partir da ferramenta OntoKEM.

A definição dos termos e descrição dos vocábulos das classes figura 2 para o exemplo de classe “água_pluvial_detalhes_ecortes” possui uma classe de desenhos e representações por pranchas, detalhes e cortes. Essa nomenclatura do termo “classe de...” foi utilizada em todas as descrições definidas como classes. Totalizando 49 termos, considerados como: projetos, desenhos, pranchas, especificações entre outros.

A definição de relações das classes foi realizada pelos domínios e ranges por exemplo: “compõe um projeto hidrossanitário” que possui o domínio na classe Projeto Hidrossanitário e seus ranges definidos como Projetos Hidrossanitários: Rede Esgoto; Agua Pluvial e Rede Agua Fria. Portanto para a classe “Domínio” Projeto Hidrossanitário tem-se as “relações” com as suas respectivas subclasses “ranges”. Finalizou-se, com as hierarquias das classes e subclasses, utilizando a aba Hierarquia – Mantém Hierarquia, constante na figura 3.

Figura 3: Definição das hierarquias das classes e sub classes com vinculação a classe raiz e árvore gerada.



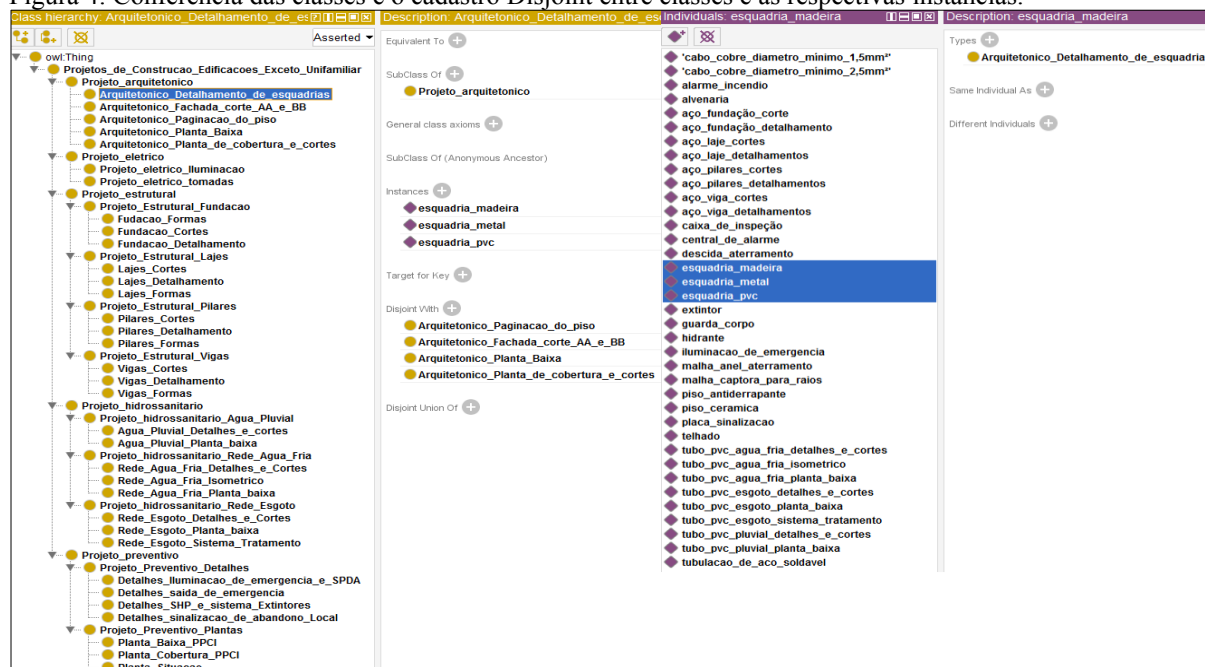
Fonte:
Elaborado pelo autor (2021) a partir da ferramenta OntoKEM.

A figura 3 demonstra o cadastro das hierarquias das classes e a árvore gerada com a classe raiz Thing e a classe principal “Projetos de Construção de Edificações” - cor marrom, e suas respectivas subclasses diretas Projetos Arquitetônicos – cor amarelo, Projetos Elétricos – cor vermelha, Projetos Estruturais – cor azul, Projetos Hidrossanitários – cor laranja e Projetos Preventivos – cor verde. Sendo suas subclasses com subdivisões como as subclasses diretas Projetos Estruturais, Projetos Hidrossanitários e Projetos Preventivos.

3.2 Desenvolvimento no Protégé

O desenvolvimento da ontologia no Protégé foi realizado após a migração dos cadastros em arquivo OWL do OntoKEM para trabalho no Protégé. Pela conferência das classes e o cadastro Disjoint entre classes e definição das instâncias das classes na figura 4.

Figura 4: Conferência das classes e o cadastro Disjoint entre classes e as respectivas instâncias.

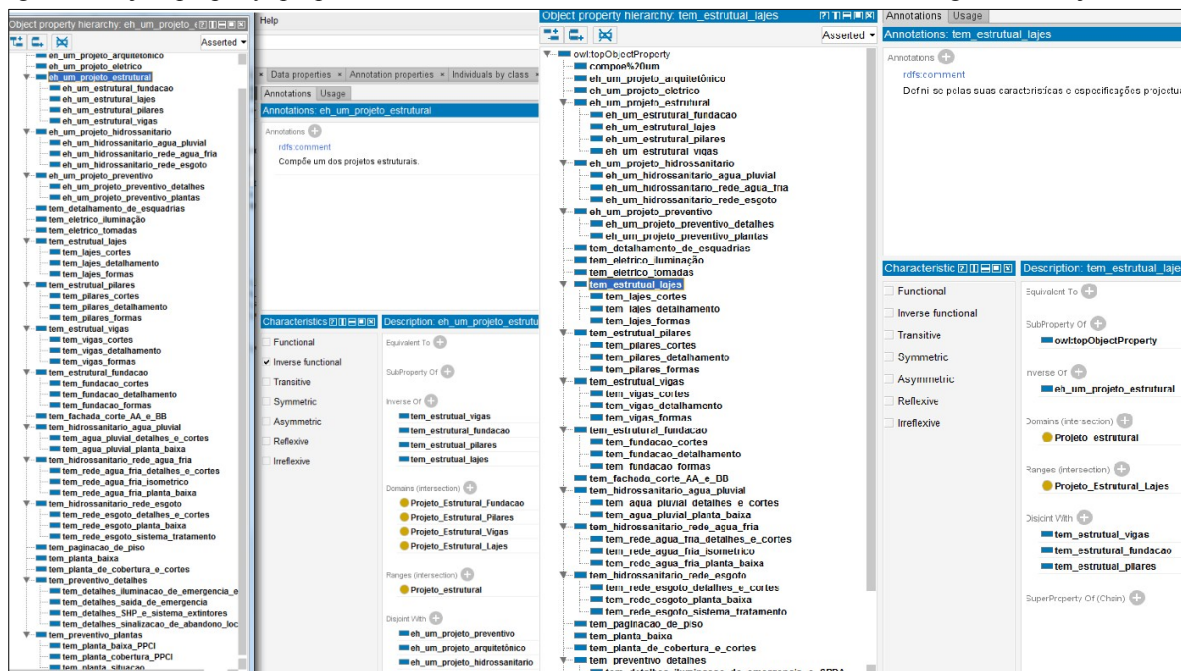


Fonte: Elaborado pelo autor (2021) a partir da ferramenta Protégé.

Identifica-se pela figura 4 que para o exemplo “arquitetônico detalhamento de esquadrias” é uma subclasse direta de “projeto arquitetônico”, suas classes disjoints “disjoint with” da hierarquia “arquitetonico: Paginacao_do_piso, Planta_Baixa, Planta_de_cobertura_e_cortes, Fachada_corte_AA_e_BB”. O mesmo procedimento foi realizado para as outras classes. A visualização das instâncias “Instances” de esquadrias de metal, madeira e pvc percebe-se, que há os Types “classe” onde foi vinculada cada “Individuals by class”..

O cadastro das propriedades do objeto das classes “object properties” foi realizado em hierarquias, seguindo a sequência de cadastro de classes migradas do ontoKEM (figura 2). Obtendo-se as propriedades do objeto cadastradas da figura 5.

Figura 5: Object property, propriedades “Inverse”; Classes de Domínio “Domains”; “Rangers” e “Disjoint”

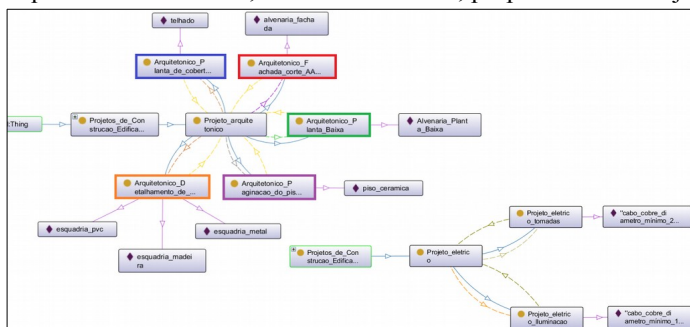


Fonte: Elaborado pelo autor (2021) a partir da ferramenta Protégé.

A figura representativa 5 das propriedades do objeto “eh um projeto estrutural” é uma inversa com domínios (domains) nas classes diretas “Projeto_Estrutural...”: Fundacao, Pilares, Vigas e Lajes. Suas propriedades Inversas (inverse of) cadastradas são “tem_estrutural...”: vigas, fundacao, pilares e lajes. Suas (Disjoint) são “eh um projeto...”: arquitetônico, hidrossanitário e elétrico. Seu (Ranges) cadastrado é a classe “projeto estrutural”. O mesmo procedimento foi realizado para os Object Properties com “eh um...” em que as propriedades do objeto de ligação entre classes e sub classes diretas “tem estrutural lajes” é um domínio (Domains) da classe direta: Projeto_Estrutural. Suas propriedades inversas (Inverse of) cadastrada é: “eh_um_projeto_estrutural”. Suas (Disjoints) são “tem_estrutural...”: vigas, fundacao e pilares. Seu (Ranges) cadastrado é projeto_estrutural_lajes. O mesmo procedimento foi realizado para os outros object properties cadastrados iniciados com “tem..”.

Após, partiu-se para geração dos grafos, denominados OntoGraf no protégé. Considerando o número de classes cadastradas, sub-classes diretas e indiretas e suas instâncias, organizou-se em cinco grupos: projeto arquitetônico, elétrico, estrutural, hidrossanitário e preventivo. O primeiro grafo gerado foi projeto arquitetônico figura 6.

Figura 6: Classe projeto arquitetônico e elétrico, sub classes diretas, propriedades de objeto, inversa e instâncias.

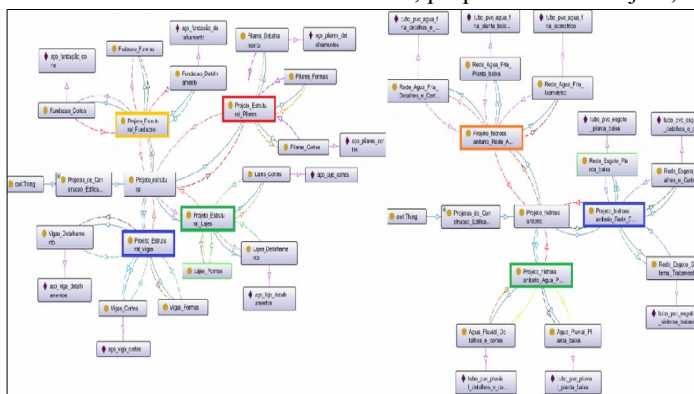


Legenda: ● Classe;- 📌 Instância. Fonte: Elaborado pelo autor (2021) a partir da ferramenta Protégé.

Na figura 6 a classe “projeto arquitetônico” tem cinco sub classes: “detalhamento de esquadrias – caixa laranja” com três instâncias de esquadria: `_pvc`, `_madeira`, `_metal`; definidas pela propriedade objeto funcional “tem detalhamento de esquadrias”. A referida classe tem a sub classe direta (has class) - “arquitetônico detalhamento de esquadrias – caixa laranja”; definida pela propriedade inversa do objeto “eh um projeto arquitetônico”, um domain/sub classe direta e um range/classe. Já a classe “projeto elétrico” tem duas subclasses diretas: “projeto_eletrico_tomadas” com instância `cabo_cobre_diâmetro_mínimo_2,5mm²` e “projeto_eletrico_iluminacao” com instância `cabo_cobre_diâmetro_mínimo_1,5mm²`. A propriedade do objeto funcional da classe para a subclasse direta “projeto_eletrico_iluminacao” é definida por “tem_eletrico_iluminacao”. A classe tem uma subclasse direta (has class) - “projeto_eletrico_iluminacao”; definidas pela propriedade inversa do objeto “eh um projeto elétrico”.

A seguir são demonstrados a super classe projeto estrutural e hidrossaniário figura 7.

Figura 7: Classe projeto estrutural e hidrossaniário sub classes, propriedades de objeto, inversa e as instâncias.



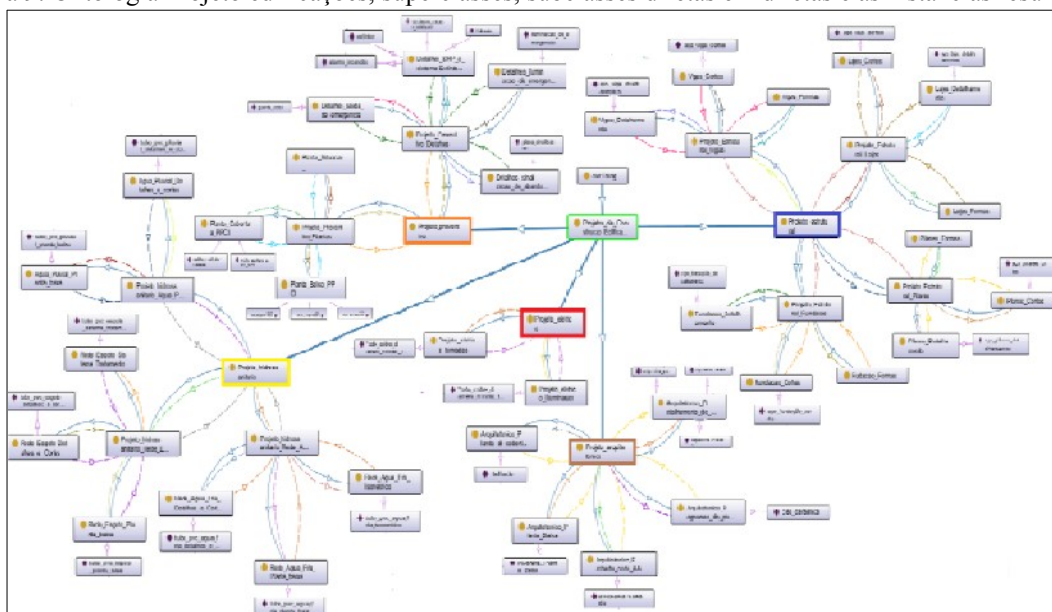
Fonte: Elaborado pelo autor (2021) a partir da ferramenta Protégé.

A descrição da figura 8 para a superclasse “Projeto Preventivo” tem-se duas subclasses diretas: “Projeto_Preventivo_Plantas – caixa verde” e “Projeto_Preventivo_Detalhes – caixa vermelha”. Possuindo sete subclasses indiretas, as quais possuem doze instâncias no total, são elas: alarme_incendio, caixa_de_inspeção, central_de_alarme, descida_aterramento, extintor, guarda_corpo, hidrante, iluminacao_de_emergencia, malha_anel_aterramento, malha_captora_para_raios, piso_antiderrapante, placa_sinalizacao, tubulacao_de_aco_soldavel.

A propriedade de objeto que define o “Projeto Preventivo” para a subclasse direta “Projeto_Preventivo_Plantas – caixa verde” é definida por “tem_preventivo_plantas”, demonstrando uma classe/domain e uma subclasse/range. Sendo a propriedade inversa do objeto da subclasse direta “Projeto_Preventivo_Plantas – caixa verde” para a superclasse “Projeto Preventivo” definida por “eh_um_projeto_preventivo”, definindo a propriedade em questão com um domain/subclasse e um range/classe. O mesmos procedimentos e definições foram realizados para as outras relações entre a superclasse, subclasses diretas e as indiretas.

Após a descrição das ontologias distribuídas em cinco superclasses conforme figuras 6, 7 e 8, obteve-se a ontologia final, abrangendo todas estas descritas acima, ilustradas na ontologia final para projetos de edificações figura 9.

Figura 9: Ontologia Projeto edificações, superclasses, subclasses diretas e indiretas e as instâncias resultantes.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A descrição da figura 9 demonstra a classe mãe “Projetos de edificações” classe raiz “thing”, as cinco superclasses diretas “Projeto Arquitetônico – caixa marron”, “Projeto Elétrico – caixa vermelha”, “Projeto Estrutural – caixa azul”, “Projeto Hidrossanitário – caixa amarela” e “Projeto Preventivo – caixa laranja”. Com dezesseis subclasses indiretas, são elas Arquitetônico: Detalhamento_de_esquadrias, Fachada_corte_AA_e_BB, Paginacao_do_piso, Planta_Baixa, Planta_de_cobertura_e_cortes; Projeto_eletrico: Iluminacao, tomadas; Projeto_Estrutural: Fundacao, Lajes, Pilares, Vigas; Projeto_hidrossanitario: Agua_Pluvial, Rede_Agua_Fria e Rede_Esgoto; Projeto_Preventivo: _Detalhes e _Plantas.

3.3 Considerações Finais

A utilização das plataformas OntoKEM e Protégé representou neste trabalho o domínio no campo de projetos da construção civil de edificações, com suas: composições, classificações, abrangência para atendimento de uma etapa/atividade, entregas finais. Direcionando um meio para o seu posterior gerenciamento neste campo. Com a elaboração de um conjunto de questões de competência pode-se definir algumas perguntas-chave que, depois de finalizada, a ontologia deveria prover meios para responder. Assim a ontologia projetos de edificações contém a classe raiz thing, 01 classe mãe; 05 classes principais e suas disjunções “Disjoint”; 16 sub classes diretas e suas disjunções “Disjoint”; 27 sub classes indiretas e suas disjunções “Disjoint”; 58 propriedades de objeto com seus respectivos “Ranges”, inversas “Inverse”, domínios “Domains”, suas disjunções “Disjoint” e sub propriedades “SubProperty”; 38 instâncias implementados com seus “types” utilizando a linguagem OWL 5.5.0. Sendo todos os termos apresentados na seção 3. A fim de avaliar se a ontologia atende às questões de competência, foram apresentados exemplos realistas de instanciação evidenciando o poder de expressividade da ontologia entre as propriedades e suas respectivas classes de projetos. A ontologia fornece os mecanismos necessários para que a máquina seja capaz de identificar as possíveis entregas a partir dos projetos que compõe os diferentes níveis de classificações e nichos, bem como sugerir possíveis projetos a partir das necessidades identificadas para um nicho de projeto específico, por exemplo, projetos hidrossanitários. Diferentemente de um sistema de informação, onde a máquina fornece

informações para que o ser humano resolva o problema, a ontologia criada representa um passo fundamental em direção a construção de sistemas de conhecimento na área de projetos de edificações, onde a máquina forneça não apenas informações, mas também possíveis entregas, de forma autônoma, para uma necessidade em questão. Uma outra realidade visual, seria, a identificação das necessidades de entregas e sua possível abrangência, facilitando o gerenciamento das etapas, pertinentes a uma entrega específica. Como importante trabalho futuro, esta ontologia precisa ser inserida em alguns contextos reais, sendo utilizada por um período considerável de tempo para que seja paulatinamente ajustada às necessidades dos usuários no campo de projetos de edificações. Um processo contínuo de aperfeiçoamento peculiar a construção de ontologias.

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 10844. (1989). *Instalações prediais de águas pluviais*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 05413. (1992). *Iluminação de interiores*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 12693 (1993). *Sistemas de proteção por extintores de incêndio*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 13860. (1997). *Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 5626. (1998). *Instalação predial de água fria*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 8160. (1999). *Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 10898. (1999). *Sistema de iluminação de emergência*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 13714. (2000). *Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 9077 (2001). *Saídas de emergência em edifícios*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 6118. (2004). *Projeto de estruturas de concreto - Procedimento*. Rio de Janeiro.

- Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 05410. (2005). *Instalações elétricas de baixa tensão*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 05419. (2005). *Proteção de Estrutura Contra Descargas Atmosféricas*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 16636-3. (2020). *Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos - Parte 3: Projeto urbanístico*. Rio de Janeiro.
- Almeida, M. B., Mendonça, F. M. & Aganette, E. C. (2013). *Interfaces entre ontologias e conceitos seminais da ciência da informação: em busca de avanços na organização do conhecimento*. XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação - XIV ENANCIB 2013. Disponível em: <<http://seminar.udcc.org/2011/index.htm>>. Acesso em: 04 abr 2021.
- Borges, E. da S. (2019). *Compatibilização de projetos: um estudo de caso utilizando ferramentas de modelagem 3D*. Disponível em: <<http://www.riuni.unisul.br/handle/12345/6886>>. Acesso em: 03 abr. 2021.
- Dziekaniak, G. V. (2010). Desenvolvimento de uma ontologia sobre componentes de ontologias. *Perspectivas em ciência da informação*. Disponível em: <<http://portaldeperiodicos.eci.ufmg.br/index.php/pci/article/view/845/680>> Acesso em: 04 abr 2021.
- Fitsilis, P., Gerogiannis, V. & Anthopoulos, L. (2014). Ontologias para Projeto Gestão: Enquete. Intern. *Diário do Em formação Em processamento e Gestão (IJIPM)*, Volume 5, número 4. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/270281571_Ontologies_for_Project_Management_Survey>. Acesso: 12 Out. 2021.
- Jacyntho, M. D. de A. (2012). *Um modelo de bloqueio multigranular para RDF*. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; Depart. de Informática.
- Lichtnow, D. & De Oliveira, J. P. M. (2009). Relato e Considerações sobre o Desenvolvimento de uma Ontologia para Avaliação de Sites da Área de Saúde. *Cadernos de Informática*, 4(1), 7-46.
- Monteiro, A. C. N., Junior, A. da S. S., Cavalcanti, D. S. C. & Pereira, E. E. (2017). Compatibilização de projetos na construção civil: importância, métodos e ferramentas. *Revista Campo do Saber*, 3(1). Disponível em: <<https://periodicos.iesp.edu.br/index.php/campodosaber/article/view/62>>. Acesso em: 02 abr. 2021.
- Morais, M. D., Jacyntho & M. D. de A. (2016). Issue procedure ontology (ipo): uma ontologia para sintomas, problemas e soluções. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 21(4), 3-28. Disponível em:<<https://doi.org/10.1590/1981-5344/2446>> Acesso: 02 abr. 2021.
- Rautemberg, S., Todesco, J. L., Steil, A. V. & Gauthier, F. A. O. (2008). A Methodology for the Development of Ontologies. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, Vol.10 nº 2, Jul/Dez 2008. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/230455706.pdf>> Acesso em: 14 Out. 2021.