

Desenvolvimento de Diagramas *MOISE⁺*_{CC} para Modelagem de Informações Construtivas

Glaucius Décio Duarte ¹
Amanda Carriconde Duquia ²

Resumo: Este artigo apresenta os resultados parciais de um projeto de pesquisa que está aliando tecnologias fundamentadas em conceitos da ciência da computação, mais especificamente, da área de sistemas multiagentes, à organização e reorganização de obras de construção civil, para a produção integrada da modelagem de informações construtivas.

Palavras-chave: Gestão das organizações, sistemas multiagentes, modelagem conceitual, gestão de projetos, construção civil.

Abstract: This paper presents the partial results of the research project that it is uniting technologies based in computer science concepts, more specifically, studied in multiagent systems area, in order to get the organization and the reorganization of the civil constructions work, to produce an integrated building information modeling.

Keywords: Organizations management, multiagent systems, conceptual modelling, management of the projects, civil constructions.

¹ Professor/Pesquisador do IF Sul-rio-grandense. Coordenador do Grupo de Pesquisa Aplicada em Construção Civil. Coordenador do projeto de pesquisa.

² Bolsista de iniciação científica do IF Sul-rio-grandense. Aluna do Curso Técnico em Edificações.

1. Introdução

Este projeto pretende desenvolver um modelo computacional para modelagem conceitual da organização e reorganização de obras de construção civil, com base na utilização de sistemas multiagentes, visando à solução de problemas oriundos de reestruturações construtivas, incluindo área física, pessoas e materiais.

As tecnologias a serem utilizadas incluem o uso de ferramentas visuais que incorporam recursos fundamentados em modelos de representação de categorias e seus relacionamentos, que são posteriormente convertidos em diagramas representativos da organização e reorganização das estruturas envolvidas em uma obra de construção civil, além de utilizar tecnologias móveis e software livre para a promoção da portabilidade das informações.

O trabalho fundamenta-se fortemente no uso de tecnologias da ciência da computação, incluindo a modelagem de sistemas multiagentes, associadas à gestão do conhecimento e ao uso de tecnologias para a realização de Building Information Modeling (FARIA, 2008).

Espera-se que os resultados a serem obtidos a partir da representação dos diversos componentes e etapas envolvidas, por meio do uso da modelagem a ser desenvolvida, incluam uma maior otimização e economia, de forma a melhorar significativamente a gestão de obras de construção civil.

Pretende-se fornecer uma ferramenta adequada que possibilite a reflexão teórico-metodológica, sobre como a utilização do modelo apresentado pode proporcionar aos construtores uma nova forma para explorar e analisar mais facilmente as estruturas de construção civil envolvidas.

1.1 Building Information Modeling (BIM)

Projetos de construção civil baseados em tecnologias BIM (Building Information Modeling) ou Modelagem de Informações para a Construção, recentemente têm sido desenvolvidos com a finalidade de "... promover uma mudança radical no processo de produção da construção civil..." (FARIA, 2008).

De acordo com Coelho e Novaes (2008), "... os sistemas baseados na tecnologia BIM podem ser considerados uma nova evolução dos sistemas CAD, pois gerenciam a informação no ciclo de vida completo de um empreendimento de construção, através de um banco de informações inerentes a um projeto, integrado à modelagem em três dimensões..."

A necessidade de utilização de tecnologias BIM, de acordo com Florio (2007), aparece com possibilidade de utilização nas construções contemporâneas, visto que, "... os edifícios da Era Digital são mais complexos do que aqueles da Revolução Industrial e do Modernismo. A complexidade de alguns

projetos contemporâneos requer novos procedimentos de gerenciamento de informações...”.

Por sua vez, Crespo e Ruschel (2007) afirmam que, “... em sistemas CAD-BIM, os componentes do edifício são objetos digitais codificados que descrevem e representam os componentes do edifício da vida real. Por exemplo, um objeto parede é um objeto com propriedades de paredes e age como uma. Isto quer dizer que este objeto é representado por dimensões como comprimento, largura e altura como também possui seus atributos parametrizáveis como materiais, finalidade, especificações, fabricante, e preço. E permite componentes como janelas e portas...”.

2. Construção Civil – Mapas Conceituais

O uso de Mapas Conceituais para a modelagem de conhecimento foi sugerido por Joseph Novak (CAÑAS; NOVAK; GONZÁLEZ, 2004), sendo sua construção baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel (1968).

Essa teoria defende que o indivíduo organiza o seu conhecimento através de uma hierarquização dos conceitos. Esses são desenvolvidos dentro de caixas e suas respectivas relações são especificadas por meio de frases de ligação, que unem cada um dos conceitos.

Um mapa conceitual (Figura 1) pode representar uma estrutura que vai desde os conceitos mais abrangentes até os menos inclusivos. Segundo Novak, é uma ferramenta que organiza o conhecimento, pois representa um conjunto de conceitos imersos numa rede de proposições. Pode ser entendido como uma representação visual utilizada para partilhar significados, pois explicita como o indivíduo entende as relações entre os conceitos enunciados.

2.1 CmapTools

O CmapTools (disponível na web em <http://cmap.ihmc.us/>) é um aplicativo computacional, desenvolvido pelo Institute for Human Machine Cognition (IHMC) (<http://www.ihmc.us/>), instalado na University of West Florida (<http://www.uwf.edu/>), que elabora esquemas conceituais e representa-os graficamente, ou seja, é um programa capaz de desenhar mapas conceituais. Apresenta acesso, via Internet, a uma coleção de trabalhos que podem ser utilizados como referência para a elaboração de projetos.

Todos os trabalhos desenvolvidos podem ser convertidos em formatos para apresentação na web. Dessa forma, fica mais fácil a publicação e difusão do projeto em um ambiente virtual.

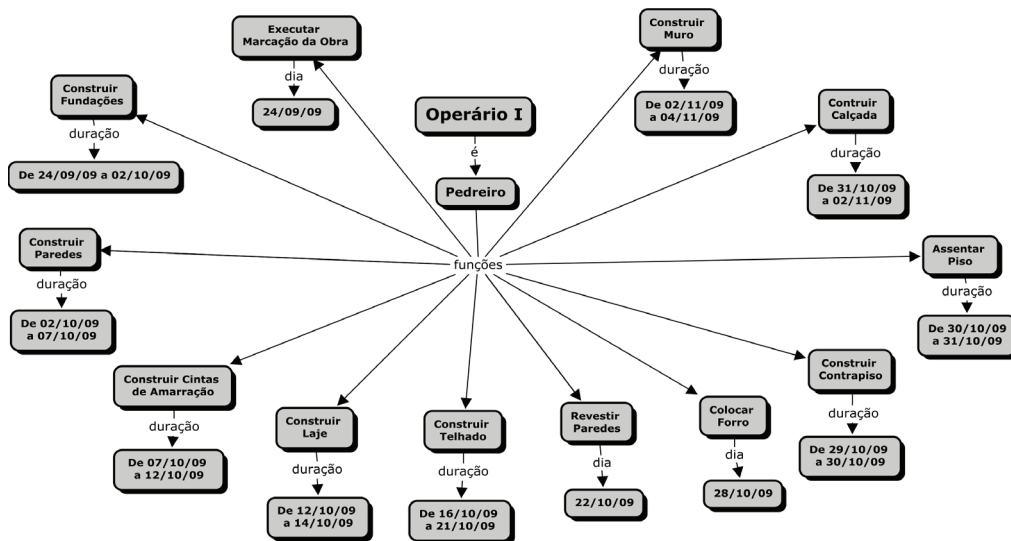


Figura 1 - Mapa conceitual para especificação das atividades de um operário da construção civil.

3. Construção Civil - Modelo *MOISE⁺CC*

Em nossa contemporaneidade, é notável a utilização da Informática nas diversas fases de obras de construção civil, sendo de fundamental importância na obtenção de projetos mais otimizados e que proporcionem maior economia e segurança.

Por sua vez, a utilização de modelos desenvolvidos pela Ciência da Computação na organização e gerenciamento de obras de construção civil tem-se mostrado um ótimo recurso para a obtenção de produtos de melhor qualidade. Este trabalho apresenta a proposta de implantação de um modelo, fundamentado na teoria de sistemas multiagentes, para auxiliar a organização e reorganização de obras de construção civil.

O modelo a ser utilizado não deverá ser restritivo com relação a sua aplicabilidade em um único tipo de obra, mas sugere-se que este modelo possa ser utilizado, sem grandes alterações, em diversos tipos de obras de construção civil, incluindo, em sua forma mais básica, a construção de edifícios em alvenaria de tijolos.

A escolha de um modelo fundamentado na teoria de sistemas multiagentes, como o *MOISE+* apresentado por Hübner (2003) deve-se, principalmente, aos seguintes fatores:

- Para se conseguir que os processos de planejamento de uma obra sejam mais eficazes, deve-se propiciar adaptabilidade às novas exigências produzidas por necessidades impostas pelas legislações existentes, alterações no quadro de profissionais, e reformulações nos grupos de trabalho e tarefas destinadas a cada profissional.
- Os envolvidos (vistos como um sistema de agentes que trocam novas experiências a cada etapa da obra) devem ser capazes de modificar constantemente

suas próprias características de acordo com inferências sobre particularidades e necessidades específicas dos grupos, da obra, ou da própria empresa construtora. Tais modificações, que serão consideradas como reorganizações neste trabalho, são dependentes do modo de interação dos envolvidos com as estruturas de organização de uma obra.

- O planejamento apoiado em técnicas de sistemas multiagentes pode ser visto como um processo interacional que permite o projeto de comportamentos de entidades que podem agir tanto individualmente, como em grupos, de forma cooperativa e colaborativa.

- Os agentes considerados neste trabalho são seres humanos, construtores, capazes de gerar um planejamento de suas atividades, utilizando-se de um conjunto de diagramas com base no modelo proposto. Os diagramas gerados são, então, compartilhados com outros agentes operários, de forma a gerar uma solução comum para os processos construtivos em execução.

Visto que este trabalho parte de uma idéia que exige a participação de diversas pessoas (profissionais de obra envolvidos – operários, engenheiros, arquitetos, fornecedores etc.) para que se consiga obter êxito em seus objetivos e, visto que o conhecimento inerente aos sujeitos envolvidos deverá ser considerado, não só individualmente, mas principalmente, em um estado coletivo, será necessário definir o que é o conhecimento envolvido, tipos de conhecimento e as conversões entre tipos de conhecimento.

Note-se que os objetivos deste trabalho estão intimamente relacionados à implantação de um modelo, denominado *MOISE+cc* (o cc indica Construção Civil) para a modelagem da organização e reorganização de obras de construção civil. Será preciso que as pessoas envolvidas nos processos construtivos visualizem claramente o que é a obra em questão e como os profissionais envolvidos (agentes operários, engenheiros, arquitetos, fornecedores etc.) trabalham em suas unidades de desenvolvimento, e como estas unidades relacionam-se entre si (sistemas multiagentes).

Quanto aos proprietários das obras, estes também serão beneficiados ao se implantar a metodologia proposta neste trabalho, visto que, se a obra for mais bem entendida pelos profissionais construtores, estes conseguirão desenvolver um produto com maior qualidade.

Para a Ciência Cognitiva, um agente pode ser considerado como uma unidade celular autopoietica (MATURANA; VARELA, 2003), capaz de definir seu próprio caminho e que consegue agir no meio em que habita segundo sua própria natureza, capacidade evolutiva e limitações. Um agente cognitivo fundamenta-se nas organizações sociais dos seres humanos. Isto inclui: grupos, hierarquias e mercados.

Por sua vez, para a Ciência da Computação, um agente pode ser definido como uma entidade autônoma (similar a uma unidade celular autopoietica) capaz de tomar decisões individualmente, sem que haja interferência de outras organizações ou entidades. Além disso, possui requisitos que o capacitam a ter relações de cooperação e de confiança, possibilitando interações com os demais agentes da organização.

Um agente pode ter sua própria visão dos fatos ou da estrutura do meio em que vive com base em suas próprias experiências adquiridas ao longo de sua existência. Isto pode levar a que um agente não aceite facilmente a imposição de determinadas especificações de comportamento.

Um Sistema Multiagente (SMA) leva em consideração o comportamento de grupos organizados de agentes autônomos, que cooperam na resolução de problemas que estão além das capacidades de resolução pelos agentes quando estes atuam individualmente.

Portanto, o uso de tecnologias de SMA possui como principal objetivo o estudo da coletividade e não de um único indivíduo.

O objetivo principal de um SMA consiste na obtenção de uma organização inteligente, isto é, considera que o comportamento social, como um acoplamento estrutural ontogênico mútuo, constitui-se a base para a construção da inteligência de uma organização.

A organização de um sistema multiagente define todas as restrições aplicadas aos agentes pertencentes a uma determinada sociedade, ou seja, os meios pelos quais o coordenador do sistema pode garantir a validade dos compromissos de cada agente.

Um Sistema de Multiagentes Cognitivos compõe-se de mecanismos de percepção e recepção de mensagens, ação e emissão de mensagens, raciocínio e decisão e revisão. O agente raciocina socialmente sobre os demais agentes. Este mecanismo utiliza as informações que o agente tem sobre os demais, armazenadas em uma estrutura que pode ser denominada por descrição externa. O agente também possui diversos estados internos, como o estado de raciocínio, estado de decisão e estado de engajamento. Esses estados podem ser alterados por meio da execução dos diversos mecanismos internos.

No contexto deste trabalho, os atores do processo de multiagentes serão, por exemplo, os proprietários da obra, os engenheiros, os arquitetos, os fornecedores, os mestres de obra, os operários (pedreiros, marceneiros, azulejistas, pintores etc.).

3.1 Especificação Organizacional (EO)

De acordo com Hübner (2003), “A especificação organizacional (EO), que é estática, e a criação de entidades que seguem esta especificação (EnO) [...] de forma análoga, há duas noções de grupo: a especificação de um tipo de grupo e um grupo de agentes que adota tal especificação”.

Por sua vez, Hübner (2003) também define uma EO como uma tupla de paridade três, composta por um conjunto de Especificações Estruturais (EE), um conjunto de Especificações Funcionais (EF) e um conjunto de Especificações Deonticas (ED).

3.2 Entidade Organizacional (EnO)

Para Hübner (2003, p. 71-72), “Uma EnO é formada por uma finalidade que deve ser mantida por um conjunto de agentes que instanciam uma EO”.

3.3 Diagrama de Especificação Estrutural (EE)

De acordo com Hübner (2003, p. 36), “O aspecto estrutural atém-se aos componentes essenciais da organização (papéis) e como estão relacionados (ligações entre papéis, grupos de papéis, hierarquias)”.

3.3.1 Papéis (EEP)

Segundo Hübner (2003, p. 40), “Na formalização do modelo *MOISE+*, um papel é simplesmente um identificador sobre o qual serão definidas relações com os outros elementos da organização. A compreensão de um papel organizacional, ou seja, o conjunto de restrições comportamentais que representa, é obtido a partir das relações que tal papel tem na Especificação Organizacional (EO)”. A Figura 2 ilustra um diagrama de EEP.

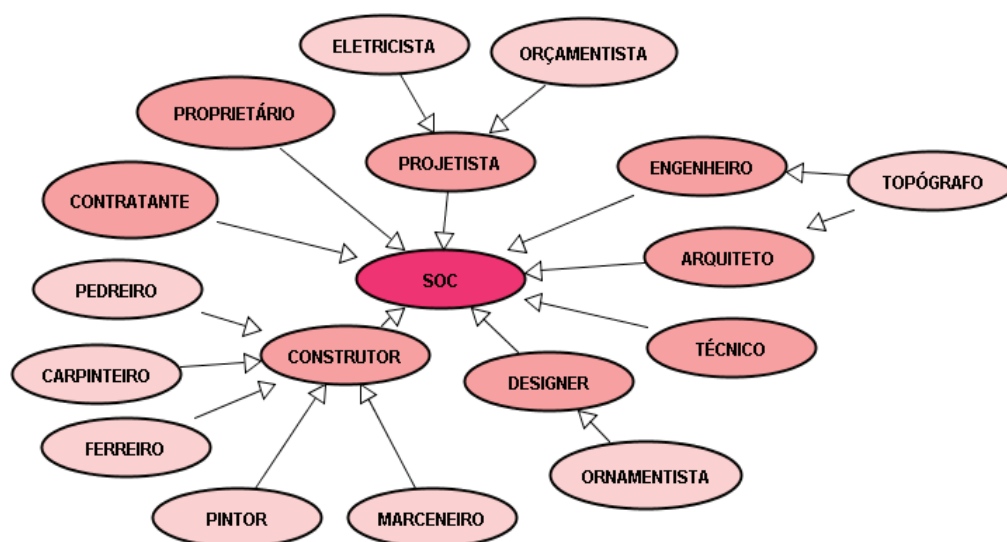


Figura 2 - Diagrama de Especificação Estrutural (Papéis).

3.3.2 Grupos (EEG)

De acordo com Hübner (2003, p. 43-44), “Os papéis somente são assumidos no nível coletivo, isto é, dentro de um grupo [...] um grupo diferencia-se de uma sociedade justamente por agir como se fosse um único agente cujo comportamento é direcionado a objetivos comuns [...] a divisão de agentes em grupos facilita o desenvolvimento e o projeto da organização”. A Figura 3 ilustra um diagrama de EEG.

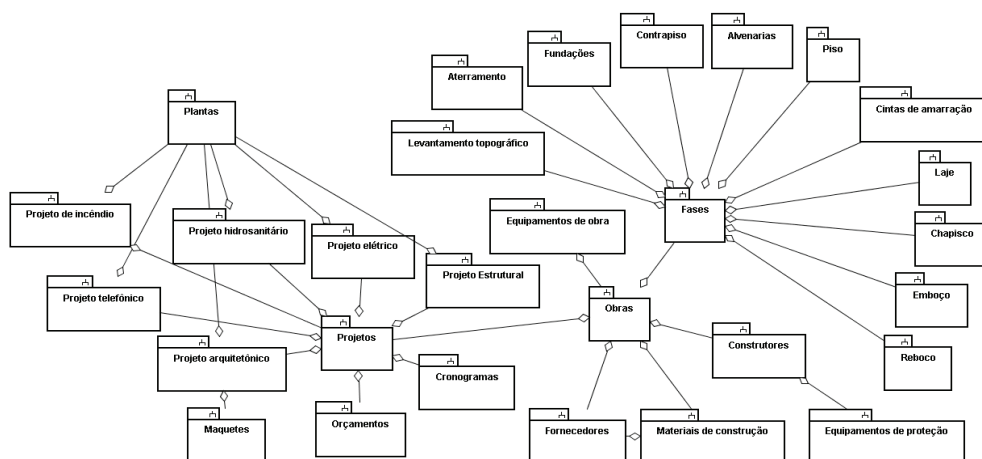


Figura 3 - Diagrama de Especificação Estrutural (Grupos).

3.4 Diagrama de Especificação Funcional (EF)

De acordo com Hübner (2003, p. 56), “No modelo MOISE+, a EF é constituída por um conjunto de esquemas sociais, além de uma relação de preferência entre as missões”. Uma EF (Figura 4) pode ser definida por um par de elementos, que inclui um conjunto de esquemas sociais e a relação de preferência entre missões desses esquemas. Descreve como um SMA normalmente alcança suas metas globais, isto é, como essas metas são decompostas por planos e distribuídas aos agentes por missões.

3.4.1 Metas Globais

“A noção fundamental para os esquemas sociais e, conseqüentemente, para a especificação funcional, é a noção de meta global. Uma meta global representa um estado do mundo que é desejado pelo SMA.” (Hübner, 2003, p. 56)

3.4.2 Nível Individual – Missões

“Uma missão é um conjunto coerente de metas globais que pode ser atribuído a um agente através de um de seus papéis. O agente que se compromete com uma missão é responsável pela satisfação de todas as metas dessa missão.” (Hübner, 2003, p. 57)

3.4.3 Nível Coletivo - Esquema Social (ES)

“Um ES é, essencialmente, uma árvore de decomposição de metas globais onde a raiz é a meta do ES.” (Hübner, 2003, p. 57)

3.5 Diagrama de Especificação Deontica (ED)

Para relacionar a EE com a EF torna-se necessário estabelecer uma terceira especificação, definida por Hübner (2003), como Especificação Deontica (ED), e que será responsável por estabelecer quais as missões que um papel poderá se comprometer, podendo ser do tipo “permissão” ou “obrigação”.

A ED (Figura 5) de uma organização é representada por uma tupla que inclui um conjunto de permissões e um conjunto de obrigações. As permissões determinam que um agente que possui um determinado papel deve se comprometer com uma determinada missão. Por sua vez, uma obrigação estabelece que um agente que possui um determinado papel é obrigado a se comprometer com a missão em um determinado período de tempo.

4. Considerações Finais

O procedimento metodológico apresentado neste trabalho está fundamentado na modelagem da organização e reorganização de obras de construção civil, sendo mediada pelo uso da tecnologia de sistemas multiagentes, com utilização do modelo *MOISE*^{cc}.

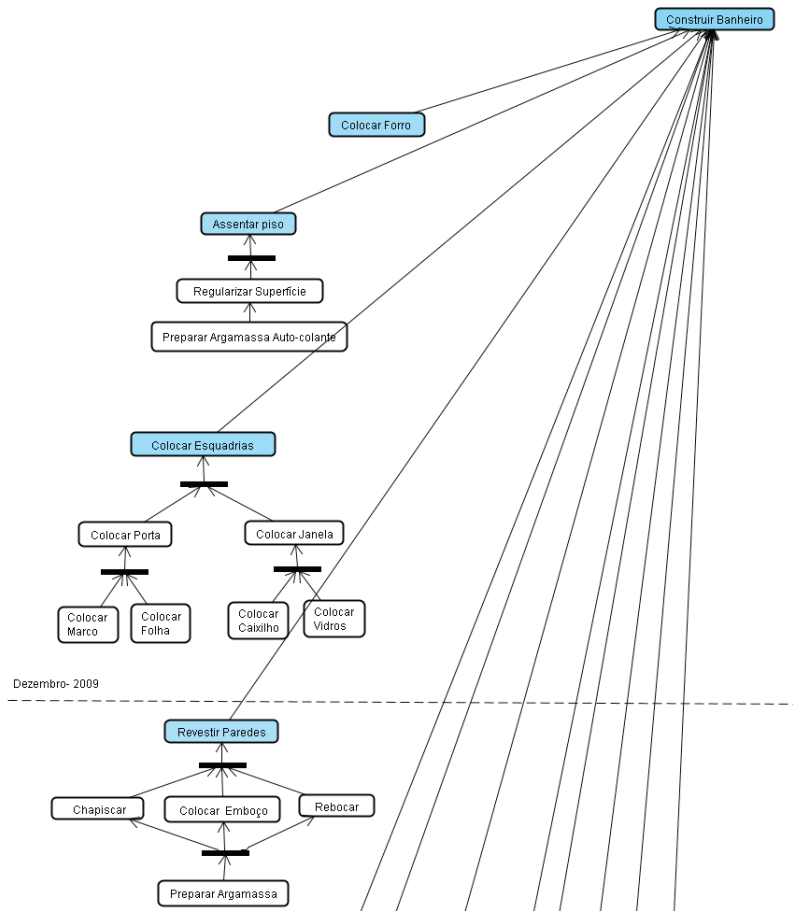


Figura 4 - Recorte de um diagrama de Especificação Funcional para a construção de um banheiro.

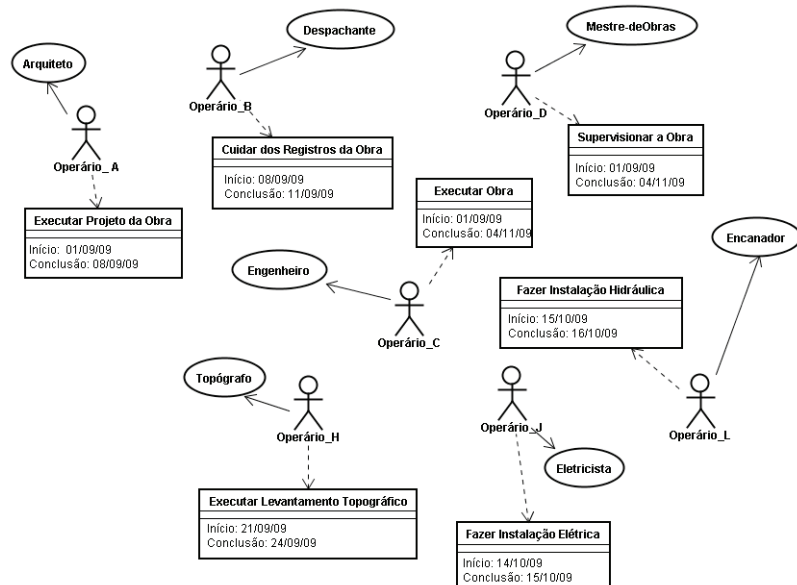


Figura 5 - Recorte de um diagrama de especificação deontica.

O objetivo principal na adoção da metodologia proposta consiste na obtenção de uma melhoria na qualidade das obras de construção civil, a partir de um melhor entendimento do funcionamento da obra a ser modelada.

Pretende-se confirmar a eficácia do modelo, a partir da análise da sua utilização pelos profissionais construtores, na reestruturação de suas idéias e atividades de gestão em tempo de projeto e nas etapas de execução de uma obra.

Por sua vez, o envolvimento de cada profissional de construção civil, responsável pelas áreas e tarefas de projeto e/ou execução da obra, inclui a construção subjetiva de diagramas de acordo com o modelo *MOISE⁺cc*, com a devida supervisão de um engenheiro de conhecimento e das gerências da obra.

Inclui-se, também, na modelagem proposta, a utilização de itens hipermídias complementares aos diagramas, tais como imagens, gráficos, plantas, esquemas, perspectivas e vídeos, relativos à área de construção civil, e que visam a complementar o entendimento da obra.

Isso possibilitará a conversão de dados complexos em formulários visuais que comportem recursos hipermídias que complementarão as informações apresentadas pelos diagramas do modelo *MOISE⁺cc*.

Referências

- AUSUBEL, David Paul. *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Rinehart and Winston, 1968.
- BRIOT, Jean-Pierre; DEMAZEAU, Yves. *Principes et architecture des systèmes multi-agents*. Paris: Hermes, 2002.
- CAÑAS, Alberto J.; NOVAK, Joseph Donald; GONZÁLEZ, Fermín García. Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. In: *INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCEPT MAPPING, 1.*, Pamplona, Editorial Universidad Pública de Navarra, 2004.
- COELHO, Sérgio Barbosa de Salles; NOVAES, Celso Carlos. Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil. In: *WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 8.*, São Paulo, 2008.
- CRESPO, Cláudia Campos; RUSCHEL, Regina Coeli. Ferramentas BIM: Um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto. In: *ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 3.*, Porto Alegre, 2007.
- FARIA, Renato. Construção integrada. *Revista Técnica*, São Paulo, fev. 2008.
- FLORIO, Wilson. Contribuições do Building Information Modeling no processo de projeto em arquitetura. In: *ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 3.*, Porto Alegre, 2007.
- HÜBNER, Jomi Fred. *Um modelo de reorganização de sistemas multiagentes*. São Paulo: USP, 2003. Tese, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2003.
- JUSTI, Alexander Rodrigues. Implantação da plataforma Revit nos escritórios brasileiros: Relato de uma experiência. *Revista Gestão & Tecnologia de Projetos*, São Paulo, v.3, n.8, mai. 2008.
- MATURANA, Humberto Romesín; VARELA, Francisco Javier. *A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana*. São Paulo: Palas Athena, 2003.