

MODELAGEM DA INFORMAÇÃO PARA OTIMIZAÇÃO DE SISTEMAS DE COMBATE A INCÊNDIOS E PÂNICO EM EDIFICAÇÕES

INFORMATION MODELING TO OPTIMIZE SYSTEMS FOR FIRE FIGHTING AND PANIC IN BUILDINGS

Marcelo Franco Porto
José Ricardo Queiroz Franco

Resumo

Esse artigo apresenta o conceito de modelagem da informação da construção, *Building Information Modeling* – BIM como uma solução para resolver problemas em situações estratégicas aplicadas a infraestrutura. Fundamenta a tecnologia BIM e diferentes aplicações por meio da modelagem da informação integrada ao projeto. A tecnologia BIM é utilizada para desenvolvimento de projetos que une o modelo tridimensional com o sistema de informação e o banco de dados, de forma integrada, simultânea e colaborativa. Permite avanços na simulação de projetos porque permite a manipulação das informações e muitas aplicações para processos automatizados. Esse artigo apresenta uma fundamentação teórica conceitual e uma aplicação de um sistema de informação desenvolvido para o Corpo de Bombeiros de Minas Gerais com o intuito de otimizar o atendimento a situação de risco. Durante a elaboração do projeto é necessário adequá-lo a diversas normas estabelecidas para o funcionamento correto e seguro da edificação, como as normas de proteção ao incêndio. O avanço tecnológico e a popularização da metodologia BIM permitem que evoluções em relação ao processo de automatização da verificação das normas sejam alcançados. Em seguida apresenta o “Modelagem de Informação da construção (BIM) em Sistemas de Combate a Incêndio e Pânico (SCIP) – BIMSCIP”, uma aplicação desenvolvida com a tecnologia BIM para dar suporte ao sistema de combate a incêndio e pânico nas edificações. BIMSCIP é um sistema de informação integrado ao projeto visando a automatização da verificação de projetos em relação a normas de combate ao incêndio e pânico. Como resultado apresenta solução inovadora para auxiliar o processo de aprovação de projetos com mais rigor. Apresenta com maior qualidade a informação e a recuperação

da informação, referentes a projetos de incêndio, para atendimento as situações de risco, auxiliado na tomada de decisão por parte dos gestores. A maior contribuição consiste em fornecer subsídios para minimizar situações de risco à vida.

Palavras-chave: arquitetura da informação, recuperação da informação, sistemas de informação, modelagem da informação da construção - BIM, combate a incêndio.

Abstract

This article presents the technology Building Information Modeling - BIM as a solution to solve problems in strategic situations applied to engineering infrastructure projects. BIM has different applications through the modeling of the integrated information to the design. BIM is used for project development by joining the three-dimensional model with the information system, database, integrated and simultaneously. Enables advances in simulation projects because it allows the manipulation of information and different applications for automated processes. This article presents a conceptual theoretical foundation and application of an information system developed for the Fire Department of Minas Gerais to optimize the care of the situation of fighting fire. During the preparation of the project it is necessary to adapt it to different standards set for the correct and safe operation of the building, as the standards of protection to fire. Technological advances and the popularization of BIM methodology allows optimizations to automate the process of checking standards. Then presents the "Building Information Modeling (BIM) Systems Fire Fighting and Panic (SCIP) - BIMSCIP", an application developed with BIM to support fire fighting and panic system in buildings. BIMSCIP is an integrated information system for the project aimed at automating the verification of standards in relation to fire fighting and panic. As a result presents innovative solution to help the project approval process more rigorously. It offers higher quality information and retrieval of information relating to fire projects to assist risk situations, aided decision making by managers. The largest contribution is to provide subsidies to minimize risk situations to life.

Keywords: information architecture, information retrieval, information systems, building information modeling BIM, information management.

1 INTRODUÇÃO

Esse artigo está baseado na tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) ou Modelagem das Informações da Construção utilizada em vários setores. Consiste das tecnologias e processos de integração dos vários tipos de informação provenientes de diferentes profissionais da construção. O foco da aplicação BIM é otimizar a interoperatividade das tecnologias de modelagem das informações da construção no emaranhado de redes de projetos envolvidos. Os modelos desenvolvidos com a tecnologia BIM representam as relações espaciais e temporais entre os componentes de uma construção e as lógicas que facilitam a criação, extração e manipulação de dados e informações do modelo integrados em base de dados. As tecnologias BIM estão mudando os modelos tradicionais de construção para estabelecer novos paradigmas na construção industrial e convencional. É importante salientar, que a tecnologia BIM constitui de um conjunto de conceitos desenvolvidos para modelar a informação na construção civil.

O objetivo é o desenvolvimento de novos padrões com tecnologia BIM, por meio da modelagem da informação aplicada ao desenvolvimento de um sistema de informação denominado BIMSCIP, para a automação do combate a incêndio e pânico. “Modelagem de Informação da construção (BIM) em Sistemas de Combate a Incêndio e Pânico (SCIP) – BIMSCIP”.

A criação de um modelo único de informações de construção representa a evolução da tecnologia da informação com a reorganização e gerenciamento de dados de modelos CAD/CAE/CAM, por meio da tecnologia da modelagem de informações de construção - *Building Information Modeling* (BIM).

O termo BIM foi definido para diferenciar e ampliar conceitos daqueles protagonizados na emergente geração de tecnologia da informação (TI) e computer aided design – CAD, usualmente fundamentados no desenho de produção, conforme BARAK (2010) e LEE (2006).

Desta forma o modelo único de uma edificação armazena informações de seus componentes geométricos e essas informações são fundamentais para construção da edificação.

O desenvolvimento de produtos com suporte de modelação 3D paramétrica integrada pela tecnologia BIM representa um novo caminho, que servirá como base para o desenvolvimento e gerenciamento de informações de construção.

De acordo com Saracevic (1974) para resolver os modernos problemas da informação muitos tipos de sistemas de informação evoluíram utilizando uma tecnologia da informação correspondente.

Uma vez que as habilidades do cérebro humano não são idênticas à capacidade de computadores, a informatização do processo de verificação é algo complicado e representa um desafio que vem sendo trabalhado desde a década de 60, Nawari (2012) (NAWARI, 2012) sendo uma das soluções a utilização dos conceitos BIM.

Essa pesquisa enquadra-se como uma pesquisa aplicada com soluções práticas para infraestrutura especificamente para otimização de problemas na aprovação de projetos de combate a incêndio e pânico. Surge a inovação de tornar automatizado o processo de conferência de normas. Esse processo de engenharia torna-se uma preocupação da Ciência da Informação na medida em que envolve parâmetros de informação para auxiliar o processo decisório sem ficar refém do conhecimento e especialidade de um ser humano especialista no processo ou no domínio da engenharia.

Para colaborar com a sistematização da automação do desenvolvimento e aprovação de projeto do Corpo de Bombeiros de Minas Gerais é importante considerar que todas as informações relevantes ao sistema de combate a incêndio e pânico sejam expostas no memorial de cálculo que deve estar associado ao arquivo do projeto (CBMMG, 2015).

Como resultado tem-se um sistema de informação que integra o desenvolvimento do projeto com as informações das bases de dados vinculadas ao projeto gráfico.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA CONCEITUAL

A fundamentação teórica tem como pilares os conceitos de arquitetura da informação, recuperação da informação, sistemas de informação, modelagem da informação da construção – BIM, os processos de projeto e construção em engenharia e as normas de combate a incêndio.

Recuperação da Informação

Esse artigo considera a recuperação da informação com bases nos sistemas de informação que lida com diferentes mídias. Halevy et al (2005) ao localizar e compreender dados de múltiplas fontes afirma que estas encontram-se em situações onde a informação procurada possa não ser localizada em qualquer uma das fontes. Ou seja, é necessário um

grande esforço para entender as relações semânticas entre as fontes atingindo a procurada interoperabilidade. Coloca que mesmo com a existência de métodos que agregam significado aos dados e garantir a integração semântica entre vários modelos é desafiadora.

A organização e recuperação da informação inclui processos de produção, seleção, representação, classificação (criação de linguagens de indexação, thesauri, ontologias, entre outros), recuperação (seleção de objetos informacionais a partir de necessidades de informação) e acesso (visualização de objetos, ordenação de candidatos, tradução entre formatos de representação) e chegam ao uso e implicações do uso da informação pela sociedade, conforme SOLOMON (2002). O interesse tem o foco nos processos de representação e classificação visando a recuperação de informação.

O processo que inclui toda a organização e recuperação da informação, envolvendo as necessidades dos usuários e projetos de soluções para a sociedade é considerado como arquitetura da informação.

Arquitetura da informação é a área que constitui suporte ao processo de tratamento da informação incluindo desde a representação da informação até a recuperação da informação.

Alvarenga (2003) afirma que o processo de tratamento e processamento para armazenamento em sistemas de recuperação da informação é baseado em registros do conhecimento expresso em documentos.

Soergel (2014) define tipos de sistemas de organização do conhecimento – *Knowledge Organization System* - KOS: como ontologias, esquemas de metadados, taxonomias, classificações.

Em busca de uma interpretação mais normalizada e sistematizada parte-se para categorização, classificação e indexação.

Hjorland (1992) mostra que um dos desafios para os sistemas de informação é a definição de pontos de acesso para acessar banco de dados.

Lancaster (1986), apresenta o sistema de informação baseado em dois passos, a análise conceitual e a tradução da análise conceitual em vocabulário.

Recuperar informação em sistema de recuperação de informação consiste basicamente de localizar documentos por meio de palavras colocadas pelo usuário no momento da busca. Segundo Baeza e Ribeiro Neto (1999), esse processo não é suficiente para satisfazer a necessidade do usuário que está procurando informação sobre um

determinado assunto e não sobre um dado ou uma palavra. É imprescindível que os sistemas de recuperação de informação buscam interpretar a informação. Essa interpretação implica na extração de informações sintáticas e semânticas dos documentos, nesse caso dos modelos tridimensionais espaciais, de acordo com as necessidades de informação do usuário.

3 NORMAS TÉCNICAS DE COMBATE A INCÊNDIO

A verificação de normas é uma etapa essencial do desenvolvimento de um projeto. Estas normas geralmente são estabelecidas para o funcionamento adequado e seguro da edificação. Por exemplo, no âmbito do combate ao incêndio e pânico, os responsáveis por um projeto devem comparar rotas de fuga e equipamentos de combate a incêndio às determinações de normas pré-estabelecidas, conforme Wang, Wang, Wagh, & Shih (2015).

As normas, em geral, são escritas para serem interpretadas e aplicadas por seres humanos Nawari (2012). No entanto, a verificação manual dos diversos parâmetros a serem observados, devido a sua subjetividade e complexidade, torna o processo pouco eficiente e sujeito a falhas conforme colocado por Malsaneet al (2015). O uso de processos automatizados pressupõe que o processo de verificação e conferência das normas seja mais eficiente. Contudo, o uso de tais ferramentas ainda depende da interpretação humana de acordo com Martins e Monteiro (2011). Para ser caracterizado como automático, o processo de verificação deve extrair automaticamente todas as informações do projeto, verificá-las e apresentar o resultado, Martins e Monteiro (2011).

A verificação automática é estudada desde meados da década de 60. Inicialmente, sugeriu o uso de tabelas de decisão e programação *if/then* para representar disposições padrão de *design* de forma precisa e inequívoca. Em 1969 a ideia foi colocada em prática quando as especificações do *American Institute of Steel Construction* (AISC) foram representadas como um conjunto de tabelas de decisão relacionadas, citado por Nawari (2012) que os processos de verificação tenham continuado manuais, houve grande avanço nesta época.

4 MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO - BIM

A metodologia de Modelagem da Informação na Construção – *Building Information Building* - BIM representa um grande avanço principalmente na área da construção civil, uma

vez que permite o gerenciamento adequado de informações interligados ao projeto gráfico. Uma grande quantidade de informações é gerada durante o desenvolvimento de um projeto e o manuseio dessas informações deve ser feito de forma criteriosa. Com o avanço e a departamentalização da indústria da construção, cada vez mais é necessária a comunicação entre membros de diferentes áreas de atuação envolvidos no projeto, destacado por Choi, Choi & Kim (2014). Além da integração da informação, a modelagem paramétrica e orientada a objeto proposta pela tecnologia BIM, permite a automatização de verificações de normas, Martins & Monteiro (2013).

As possíveis aplicações para o BIM têm sido assunto de pesquisas e percebe-se que seu uso já é recorrente para determinados propósitos como a identificação de interferências construtivas, visualização de tabelas e análises quantitativas, Wang *et al* (2015). Este trabalho considera esses estudos e apresenta o uso da tecnologia BIM para verificações de normas referentes a Sistemas Combate ao Incêndio e Pânico (SCIP).

A adoção de ferramentas CAD (*Computer Aided Design*), o surgimento do conceito BIM, o desenvolvimento do padrão IFC (*Industry Foundation Classes*) e a utilização de licenciamento automático em projetos de engenharia fizeram com que a automatização de verificação de normas ganhasse relevância como tema de pesquisa na década de 90. Conforme Martins & Monteiro (2011) permite a criação de inteligência contextual semântica nos modelos digitais em termos de elementos de construção e sistemas, tais como espaços, paredes, vigas, colunas e sistemas MEP, associado à tecnologia CAD 3D.

5 TRABALHOS CORRELATOS

Delis & Delis (1995) apresentou um sistema de verificação automática contra incêndio e sugeriu uma série de métodos a serem implementados e aperfeiçoados. Em Singapura, começou-se a pensar em *code checking* (análise de normas técnicas) de projetos em 2D o que levou à criação, em 1998, do sistema CORENET (*Construction and Real Estate Network*) que começou a ser utilizado em conjunto com o IFC, conforme Luo & Gong (2014). O CORENET representou um grande avanço na verificação automática. Entre os anos de 2004 e 2005 o CORENET foi testado, e em 2006 começou a ser aplicado. Atualmente o CORENET oferece uma ferramenta de verificação online para normas relacionadas ao controle das construções, prevenção de incêndio, meio ambiente, estacionamento, entre outros, Lee, Lee, Park & Kim (2016) O programa agrega aproximadamente 92% das normas

de construção e 77% de normas gerais conforme atestado por El Debs, Ferreira & Villares (2012).

Atividade semelhante foi desenvolvida nos Estados Unidos na mesma época. Nawari (2012) apresentou aplicações de automatização de *code checking* exemplificadas por SMARTcodes, suportados pelo International Code Council (ICC), Luo & Gong (2014).

Na Noruega e na Austrália, os modelos Statsbygg e DesignCheck, respectivamente, têm sido utilizados para verificação de regulamentação, apresentado em Malsane *et al* (2015).

Wang *et al* (2015) apresentou o desenvolvimento de um modelo em ambiente BIM que auxilia nas diretrizes de combate ao incêndio com a elaboração de rotas de evacuação e o armazenamento de informações sobre o estado dos equipamentos de combate ao incêndio. Em seu trabalho, são mencionados outros similares cujo objetivo também era traçar rotas de fuga em casos de incêndio e que foram desenvolvidos em ambiente BIM.

Choi *et al* (2014) desenvolveu um sistema de verificação da adequação de edifícios altos e complexos à regulamentação de evacuação.

Beach *et al* (2015), propõe uma metodologia para a tradução de regulamentos em códigos legíveis para computador, processo complexo uma vez que regulamentos e normas variam entre países ou mesmo entre autoridades locais

Zhang *et al* (2013) apresenta em seu trabalho um dispositivo de verificação e adequação de áreas onde há risco de queda.

Martins & Monteiro (2013) apresentam o LicA, uma aplicação construída para realizar a verificação automática de normas portuguesas de redes hidráulicas residenciais. Um sistema de verificação automática pode existir na forma de um aplicativo associado ou não a uma ferramenta de projeto ou uma plataforma independente online.

Existem aplicações de *code checking*, relacionadas à proteção contra incêndios em Delis & Delis (1995), verificação de requisitos para determinados projetos Pereira e Amorim (2014), Luo & Gong (2014), entre outros. Tem-se incentivos por parte de entidades governamentais em alguns países com o objetivo de automatizar processos de licenciamento Martins & Monteiro (2011). No entanto, no Brasil, o desenvolvimento da automatização de verificação ainda é deficiente.

Este artigo apresenta o BIMSCIP um aplicativo desenvolvido para a plataforma Revit, que surgiu da necessidade de tornar mais eficiente o processo de verificação de normas em relação ao sistema de combate ao incêndio e pânico para o estado de Minas Gerais.

5 BIMSCIP

O processo de análise de projetos de Sistemas de Combate a Incêndio e Pânico - SCIP era praticamente realizado sobre as pranchas impressas dos projetos. A partir da implantação do PROSCIP os profissionais avaliadores foram capacitados na utilização de ferramentas CAD a fim de realizarem a avaliação em arquivos digitais com auxílio desse sistema de informação. Nesse ambiente os projetos são desenvolvidos e apresentados em arquivos CAD em duas dimensões em diversas pranchas fragmentadas e com o relacionamento subjetivo por indexação. O BIM se apresenta como uma quebra de paradigma, apresenta um modelo único, tridimensional, que é uma representação real do objeto a ser construído, com relações explícitas e intrínsecas, espaciais, que permite um trabalho cooperativo, simultâneo entre os diversos agentes envolvidos no processo, a cada tempo. O BIMSCIP vem para agregar todos esses conceitos a um processo de análise de um conjunto de normas já existente, que foi analisado, projetado, estruturado e implementado em um sistema computacional. No BIMSCIP não se trata mais de linhas e arcos, trata-se de objetos, objetos construídos que se relacionam com o modelo e dos quais se pode recuperar informações textuais, gráfica e de relações espaciais. Essa recuperação e tratamento da informação, realizada no modelo único e real transforma significativamente as análises que podem ser realizadas sobre o modelo levando a um nível que somente seria de compreensão após o modelo ser realmente construído.

Para o desenvolvimento do BIMSCIP foram utilizados dois softwares: o *Microsoft Visual Studio Ultimate 2012 (VS)* e o *Autodesk Revit Architecture 2014*.

O Revit é um software de projeto de construção da Autodesk criado para aplicação dos conceitos BIM. Este software permite que um programador acesse seu núcleo e utilize funções disponibilizadas através da API, Pereira & Amorim (2014).

O código foi escrito em linguagem de programação C#, que é orientada a objeto e de tipos protegidos, e que permite aos desenvolvedores construir uma variedade de aplicações seguras e robustas, compatíveis com o .NET Framework. Optou-se por utilizar a API (*Application Programming Interface*) do Revit para o desenvolvimento do aplicativo.

Quanto à organização e implementação do código, utilizou-se a programação orientada a objetos com padrões de projeto, por apresentar as seguintes vantagens:

- Melhoria na confiabilidade do software;
- Evita redescoberta de soluções;
- Utilização de soluções boas e corretas;
- Melhoria na qualidade do software;
- Linguagem comum entre desenvolvedores;
- Menor volume de documentação;
- Menor esforço de desenvolvimento/manutenção.

Os padrões de projetos utilizados no BIMSCIP foram: Delegação, Interface, Fábrica, Singleton, Fachada, Iterador, Observador, Comando e MVC. E as qualidades obtidas com o uso destes padrões são: facilidade de manutenção, reuso, flexibilidade, generalidade, independência, robustez, segurança, suficiência, correção, modularidade e confiabilidade.

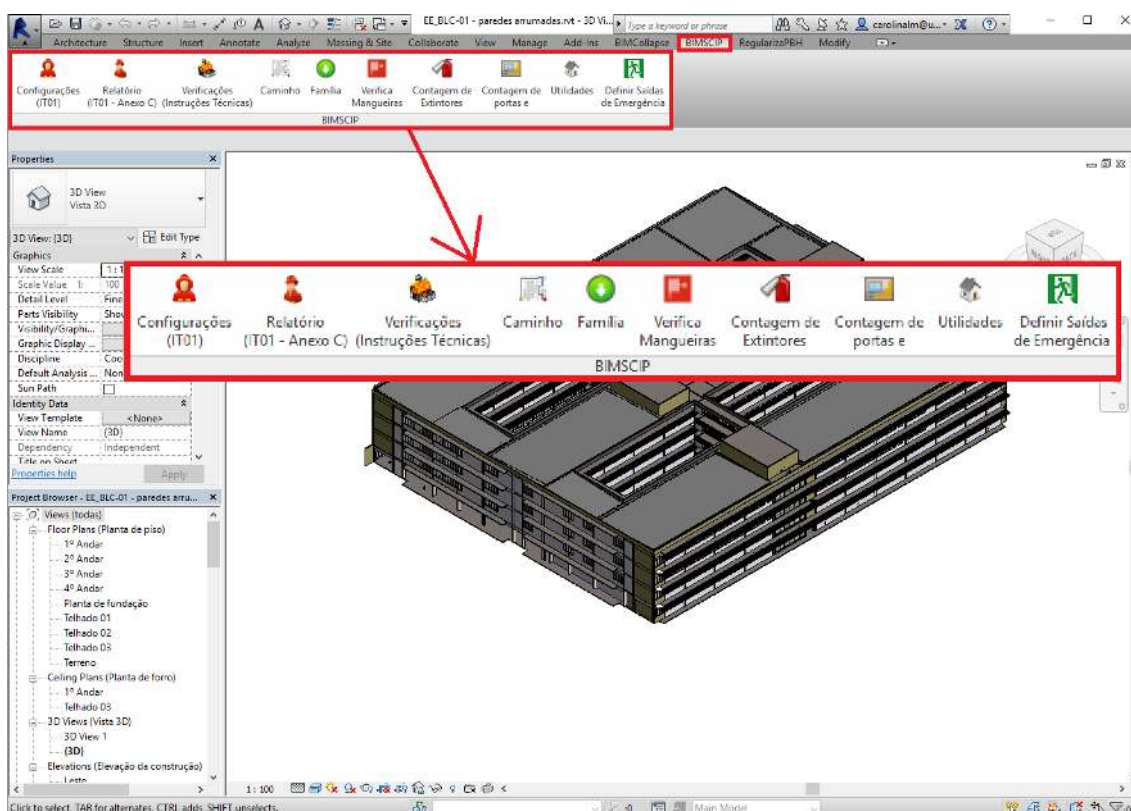
Regulamentação

O BIMSCIP foi construído para verificação de Instruções Técnicas (ITs) determinadas pelo Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais com o intuito de estabelecer critérios para a proteção contra incêndio e pânico em áreas e/ou edificações de risco. O BIMSCIP é inspirado por um outro projeto, nomeado Programa de Sistemas de Combate a Incêndio e Pânico - PROSCIP, que realiza a verificação das mesmas instruções técnicas em ambiente CAD 2D. O projeto foi desenvolvido em parceria com o CBMMG e utiliza como base uma organização de camadas, blocos e tabelas de quantitativos. A inteligência computacional trabalha na relação espacial dos objetos, as informações alfanuméricas provenientes dos próprios blocos associados a tabelas de dados e pela definição de camada associada aos objetos. Essa informação inter-relacionada dos objetos é que os particulariza, transformando uma linha ou arco em um objeto único do projeto relacionado ao seu contexto espacial.

A

Figura 1 apresenta a interface gráfica do Revit e na parte superior, destacado em vermelho, a aba relacionada ao BIMSCIP está selecionada, tornando visíveis as disponíveis aplicações do plug-in desenvolvido.

Figura 1 - Interface gráfica do Revit e aba de funcionalidades do BIMSCIP



Fonte: elaborada pelos autores.

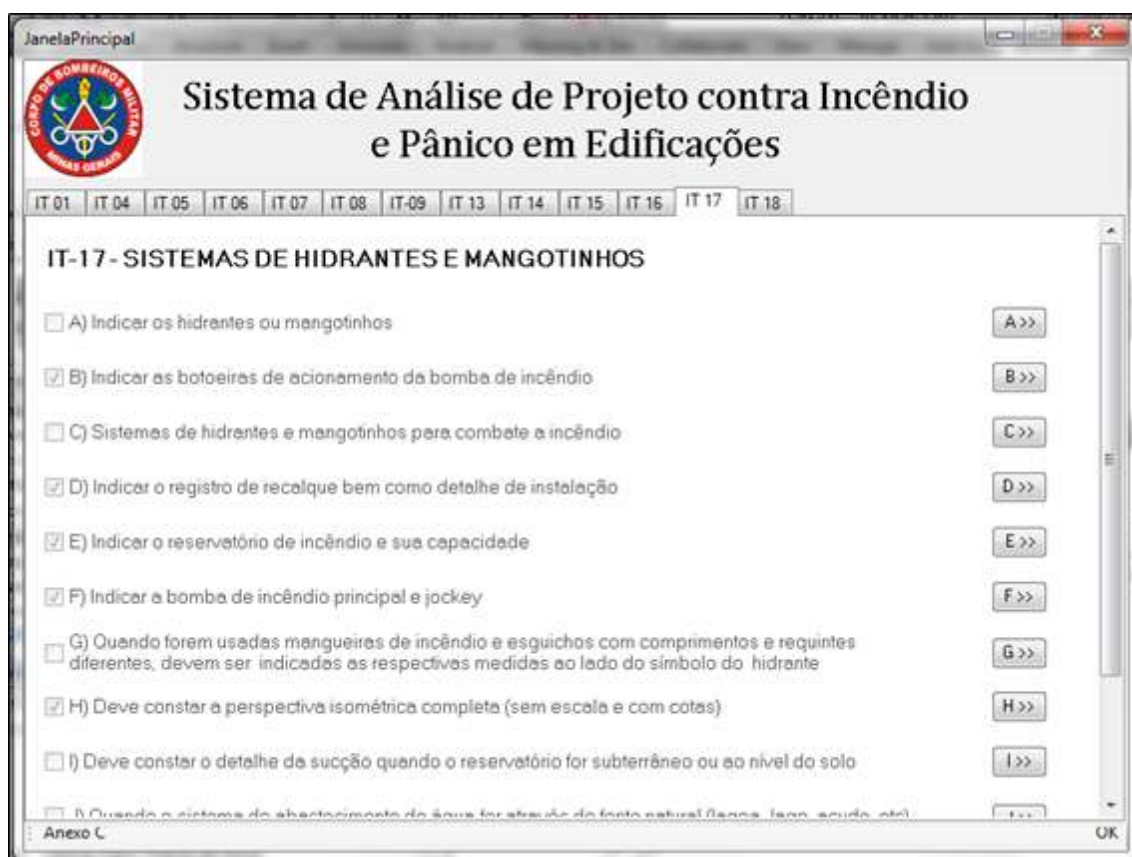
Na parte de Verificações (Instruções Técnicas) o aplicativo analisa a conformidade do projeto com as normas estabelecidas pelas Instruções Técnicas - ITs. O BIMSCIP contempla 14 (quatorze) ITs, a saber: IT01 - Procedimento Administrativo; IT03 - Símbolos Gráfico para Projetos de Segurança Contra Incêndio e Pânico; IT04 - Acesso de Viatura nas Edificações e Áreas de Risco; IT05 - Separações entre Edificações (Isolamento de Risco); IT06 - Segurança Estrutural das Edificações; IT07 - Compartimentação Horizontal e Compartimentação Vertical; IT08 - Saídas de Emergência em Edificações; IT09 - Carga Incêndio nas Edificações e Áreas de Risco; IT13 - Iluminação de Emergência; IT14 - Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio; IT15 - Sinalização de Emergência; IT16 - Sistema de Proteção por Extintores de Incêndio; IT17 - Sistema de Hidrantes e Mangotinhos para Combate a Incêndio; IT18 - Sistema de Chuveiros Automáticos. As Instruções Técnicas são divididas em anexos.

Este trabalho apresenta detalhes sobre métodos implementados para a Instrução Técnica 17 (IT-17), que dispõe sobre “as condições necessárias exigíveis para

dimensionamento, instalação, manutenção, aceitação e manuseio, bem como as características dos componentes de Sistemas de Hidrantes e de Mangotinhos para uso exclusivo de Combate a Incêndio” (CBMMG, 2015).

Para o desenvolvimento do BIMSCIP (e originalmente do PROSCIP) a IT-17 foi dividida em 12 anexos, que realizam a verificação da presença e quantidade de determinadas famílias de objetos, a verificação de parâmetros inseridos nestas famílias, a apresentação da perspectiva isométrica e o armazenamento de arquivos relacionados ao projeto, utilizando os mesmos tópicos que foram verificados no PROSCIP. A apresentação dos anexos na IT-17 (Figura 2), assim como nas outras ITs, é feita através de uma lista com os anexos enumerados alfabeticamente, acompanhados de um “CheckBox” e um botão para visualização das verificações realizadas.

Figura 2 - Janela principal de verificação da IT-17 no BIMSCIP



Fonte: elaborada pelos autores.

Os anexos da IT -17 e suas funções, encontram-se listados abaixo:

- Anexo A - Validar indicação de hidrantes e mangotinhos;
Verifica e indica a presença de hidrantes e mangotinhos além de apresentar tabelas de referência normativa para os parâmetros e componentes de cada tipo de sistema;
- Anexo B - Validar indicação de botoeiras de acionamento da bomba de incêndio
Apresenta um resumo da norma sobre botoeiras de acionamento de bomba de incêndio e permite inserir o memorial para o detalhamento da ligação elétrica para o acionamento da bomba de incêndio;
- Anexo C - Validar indicação do acionador do barrilete
Valida a presença de pelo menos um dispositivo manual de acionamento das bombas de incêndio quando sistema é automático;
- Anexo D - Validar indicação do registro de recalque
Avalia a existência de registro de recalque e permite a inserção de um memorial com o detalhamento de tal registro;
- Anexo E - Indicar o reservatório de incêndio e sua capacidade;
- Anexo F - Validar indicação da bomba de incêndio principal e jockey com seus detalhes
Apresenta detalhes sobre a bomba de incêndio principal como a pressão, vazão e potência, assim como a existência de *jockey*;
- Anexo G - Validar indicação das medidas das mangueiras de incêndio ao lado do símbolo do hidrante;
- Anexo H - Validar indicação perspectiva isométrica do projeto
Permite que o usuário visualize o projeto de uma perspectiva isométrica;
- Anexo I - Validar indicação de detalhes de sucção, reservatório subterrâneo ou ao nível do solo;
- Anexo J - Validar indicação de localização de fonte natural de água se for o caso do projeto;
- Anexo K - Validar indicação de tomadas de água para cada sistema quando usado mesmo reservatório;
- Anexo L - Juntar o memorial de cálculo do sistema de hidrantes

Permite a inserção de um memorial de cálculo para o projeto do sistema de hidrantes.

Implementação

Para a transformação das normas expostas na IT-17 em normas a serem verificadas pelo computador foram implementados diversos métodos. Entre eles destacam-se duas implementações: os métodos de salvar e carregar dados em elementos e o método de Zoom. Ambas implementações tiveram por objetivo facilitar a interação do usuário com a interface de verificação.

De acordo com a exigência do Corpo de Bombeiros de Minas Gerais as informações relevantes ao sistema de combate a incêndio e pânico são expostas no memorial de cálculo que deve estar associado ao arquivo do projeto.

Convenientemente, o Revit permite que esta regra seja atendida através de programação na API. De modo que informações adicionais, como um documento de memorial de cálculo ou de detalhe de alguma instalação, podem ser salvas dentro de elementos em um projeto e carregados a partir deste elemento mais tarde.

Um elemento corresponde a um componente único de construção ou de desenho, tal como uma porta, uma parede, ou uma dimensão. Além disso, um elemento pode ser um tipo de porta, uma vista, ou uma definição de material. (Autodesk, Inc.), tradução nossa.¹

Adotou-se a preferência por utilizar elementos nos níveis mais baixos permitidos pela API para serem os depósitos de informações externas, e as estruturas internas do arquivo a ser armazenado foram alteradas para esse fim. Desta forma, evita-se o uso de banco de dados externos cuja existência abre a possibilidade de ocorrência de uma série de inconsistências com um modelo que venha a ser transmitido para uma avaliação. A mais comum seria que, ao se transmitir o arquivo do modelo para análise, a máquina destino não tivesse a mesma versão, funcionalidades e configurações da base de dados da origem. O trabalho desenvolvido permite, assim, a independência do projeto e uma consistência com o modelo único requerido para níveis mais altos de maturidade em ambiente BIM.

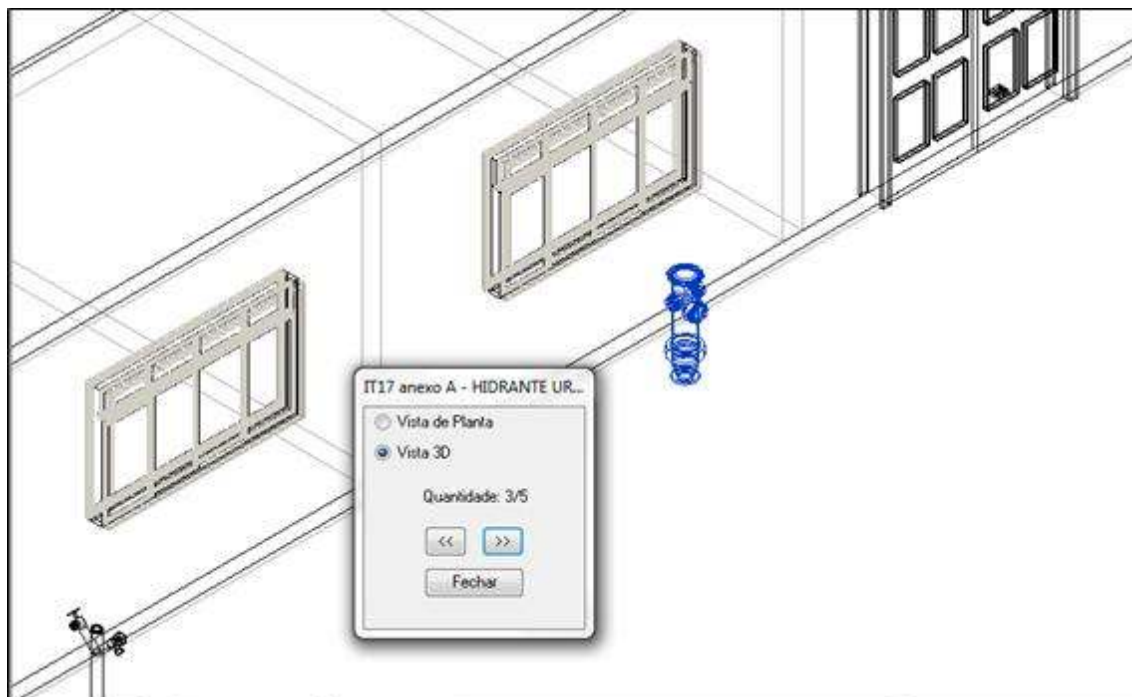
O memorial de cálculo, feito pelo projetista do Sistema de Hidrantes e Mangotinhos, precisa estar no formato pdf. Quando o usuário do BIMSCIP acessa as interfaces dos anexos,

¹ An Element corresponds to a single building or drawing component, such as a door, a wall, or a dimension. In addition, an Element can be a door type, a view, or a material definition.

em algumas delas haverá a opção de salvar/carregar um pdf (memorial de cálculo ou detalhe) no Revit.

Para todas as famílias verificadas é oferecida ao usuário a possibilidade de visualizar cada elemento verificado em planta e em 3D através de um mecanismo de Zoom (3).

Figura 3 - Exemplo de utilização do mecanismo de Zoom



Fonte: elaborada pelos autores.

Ao lado da informação da quantidade de determinado objeto no projeto encontra-se um botão para visualização. Ao acionar este botão cria-se uma lista de “string” com a identificação (*Uniqueld*) de todos os objetos de determinado nome presentes em uma dada área.

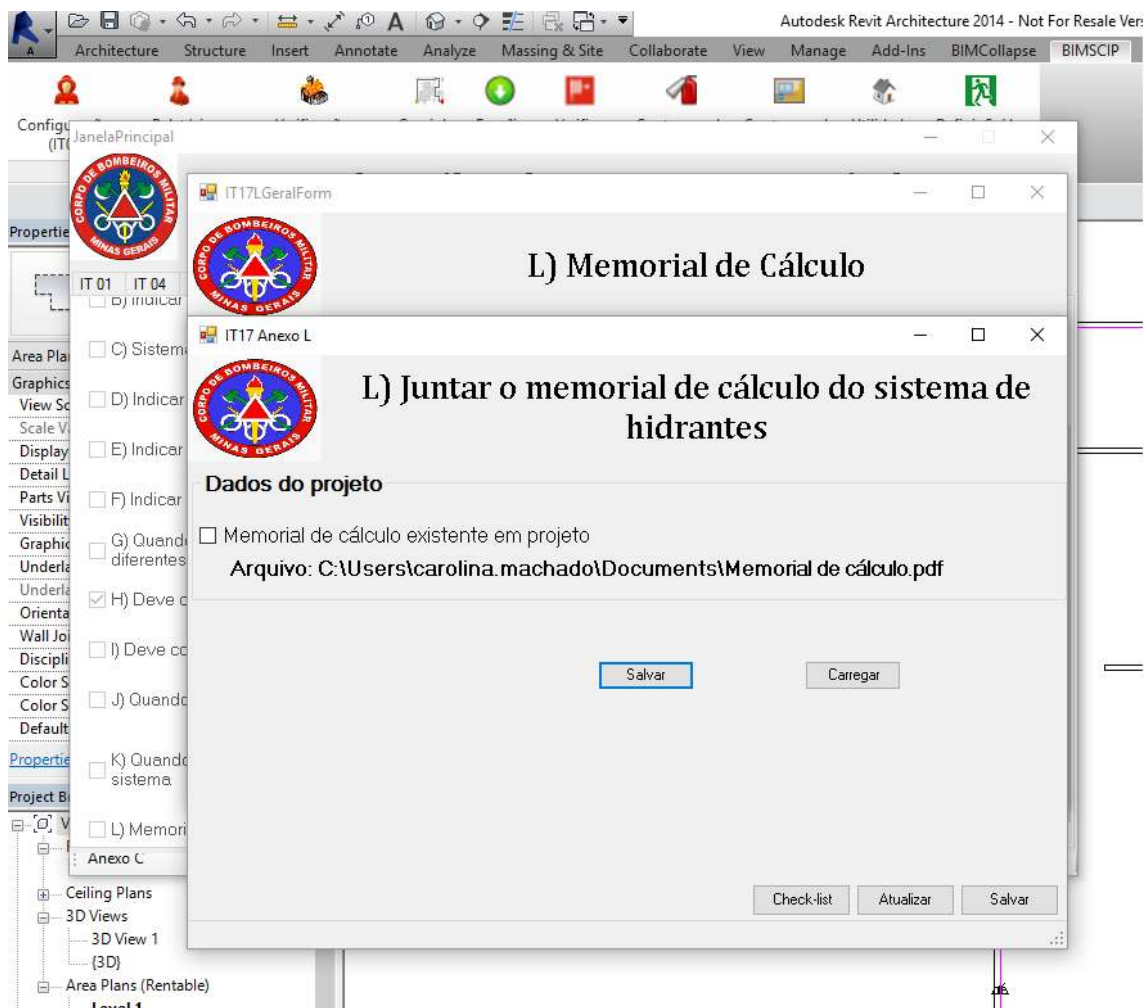
Em seguida são extraídas as coordenadas do elemento e ativa-se a vista. Cria-se um retângulo de visualização ao redor do elemento, que permite a centralização do elemento selecionado.

Testes e resultados

Durante a implementação do BIMSCIP foram criados e executados diversos projetos de testes de diferentes tamanhos e configurações de forma que qualquer imperfeição pudesse ser identificada. Ao final, os resultados foram positivos, revelando um bom funcionamento das ITs, e no aspecto dos métodos implementados para a IT-17 aqui

expostos alcançou-se os objetivos esperados. Para o método de salvar informações no arquivo BIM, a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta uma tela em que foi alcançado o funcionamento bem-sucedido do método.

Figura 4 – Interface para inserção de memorial de cálculo



Fonte: elaborada pelos autores.

Esse modelo de implementação foi seguido para as demais ITs do projeto. Os testes foram realizados com o modelo BIM desenvolvido da Escola de Engenharia da UFMG, Figura 5, utilizando-se os projetos reais. Testes de usabilidade foram aplicados a todas as ITs desenvolvidas. A informação da interface foi derivada do PROSCIP, validado pelos profissionais técnicos do CBMMG, foram adequadas a nova estrutura disponível na API do Revit.

Figura 5 – Modelo BIM da Escola de Engenharia da UFMG utilizado como teste



Fonte: elaborada pelos autores.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa contribui para melhorias nos processos de projeto, implementando sistemas de informação para automatização de conferência e normas dos projetos de Combate a Incêndio e Pânico do Corpo de Bombeiro Militar de Minas Gerais. Caminha no sentido de garantir a integridade e segurança das edificações aproveitando as tecnologias. O alcance da pesquisa inclui a gestão do conhecimento para extrair experiência pessoal antes detido nos avaliadores de projeto para um sistema informatizado para diminuição de erros e aumento da qualidade. Com o avanço da tecnologia e a popularização do conceito BIM é permitido almejar a automatização da verificação de normas em projetos. O processo de automatização envolve a tradução de normas escritas para seres humanos em linguagem compreensível para um computador e a leitura, por parte do computador, de todas as informações de um projeto.

O BIMSCIP nasce da necessidade de tornar mais eficiente o processo de verificação de normas de combate ao incêndio e pânico, através da automatização da verificação. A IT-17 trata dos sistemas de hidrantes e mangotinhos para o combate ao incêndio e os métodos implementados, alguns dos quais foram discutidos neste trabalho, facilitam o processo de verificação automática de normas e oferecem comodidade ao usuário do plug-in desenvolvido.

Essa pesquisa corrobora com a colocação da equipe do CBMMG com um objetivo maior e soberano do desenvolvimento de sistemas de informação para essa instituição:

Assim, as guarnições ganham maior poder de resposta e maior agilidade no atendimento de ocorrências e, com isto, têm maior eficácia em encontrar e resgatar pessoas com vida (BARACHO 2007, PG. 177).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, Lídia. Representação do conhecimento na perspectiva da ciência da informação em tempo e espaço digital. *Enc. Bibli.: R. Eletr. Bibliotecon. Ci. Inf.*, Florianópolis, n. 15. p.18-40. 2003.

AUTODESK, Inc. (n.d.). Retrieved from Autodesk Revit 2016. Disponível em: <Help:http://help.autodesk.com/view/RVT/2016/ENU/>. Acesso em: 2016.

AUTODESK, Inc. (2016, 05 13). Extensible Storage. Retrieved from Autodesk Knowledge Network. Disponível em: <<https://knowledge.autodesk.com/search-result/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Revit-API/files/GUID-113B09CA-DBBB-41A7-8021-005663B267AE-htm.html>>. Acesso em: 2016.

BAEZA Y. R.; RIBEIRO Neto, B. *Modern Information Retrieval*. ACM Press Series/Addison Wesley: New York, May 1999.

BARACHO, Renata Maria Abrantes. *Sistema de recuperação de informação visual em desenhos técnicos de engenharia e arquitetura: modelo conceitual, esquema de classificação e protótipo*. 2007. 273 f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) - Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

BEACH, T. H., REZGUI, Y., LI, H., & KASIM, T. (2015). *A rule-based semantic approach for automated regulatory compliance in the construction sector*. *Expert Systems with Applications*, 42, 5219-5231.

CBMMG. (2015). IT-17: Sistema de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio. Disponível em: <http://www.bombeiros.mg.gov.br/images/stories/dat/it/it_17_sistema_de_hidrantes_e_mangotinhos_para_combate_a_incendio.pdf>. Acesso em: 2016.

CHOI, J., CHOI, J., & KIM, I. (2014). Development of BIM-based evacuation regulation checking system for high-rise and complex buildings. *Automation in Construction*, n.46, 38-40.

DELIS, E. A., & DELIS, A. (1995). Automatic fire-code checking using expert-system technology. *Journal of computing in civil engineering*, p. 141-156.

EL DEBS, L. d., FERREIRA, S. L., & VILLARES, A. B. (2012). Application of automated code checking in brazilian building regulations. *Proceedings of the CIB W78 2012: 29th International Conference*. Beirut, Lebanon.

HALEVY, Alon Y. et al. Enterprise information integration: successes, challenges and controversies. In: Proceedings of the 2005 ACM SIGMOD international conference on Management of data. ACM, 2005. p. 778-787.

HJORLAND, B. The concept of subject in information science. Journal of Documentation, [S. l.], 1992. Disponível em: <[http://tc.eserver.org/publisher/Journal of Documentation](http://tc.eserver.org/publisher/Journal%20of%20Documentation)>. Acesso em: 25 de abr. 2016.

LANCASTER, F. W. *Vocabulary control for information retrieval*. 2th ed. Arlington: Information Resources Press, 1986. 270 p.

LEE, H., LEE, J.-K., PARK, S., & KIM, I. (2016). *Translating building legislation into a computer-executable format for evaluating building permit requirements*. Automation in Construction, 71, 49-61.

LUO, H., & GONG, P. (2014). A BIM-based code compliance checking process of deep foundation construction plans. Journal of intelligent & robotic systems: Springer Netherlands.

MALSANE, S., MATTHEWS, J., LOCKLEY, S., LOVE, P. E., & GREENWOOD, D. (2015). Development of an object model for automated compliance checking. Automation in Construction, 49, 51-58.

MARTINS, J. P., & MONTEIRO, A. (2011). Licenciamento automático de projectos, um incentivo à adoção de metodologias BIM. Livro de Atas de Conferência Internacional: Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal.

MARTINS, J. P., & MONTEIRO, A. (2013). LicA: A BIM based automated code-checking application for water distribution systems. Automation in Construction, 29, 12-23.

NAWARI, N. O. (2012). BIM-Model Checking in Building Design. Structures Congress 2012: American Society of Civil Engineers, (pp. 941-952).

PEREIRA, S. M., & AMORIM, S. R. (2014). O desenvolvimento de ferramenta de verificação de requisitos de projeto para o Revit através de API. XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído 2014.

SARACEVIC, Tefko. Ciência da informação: origem, evolução e relações. Perspec. Ci. Inf., Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 41-62, jan./jun. 1996. Disponível em: <<http://portaldeperiodicos.eci.ufmg.br/index.php/pci/article/view/235/22>>. Acesso em 26 jun. 2016.

SOERGEL, D. "*Knowledge Organization Systems: Overview*". 2014. Disponível em: <<http://www.dsoergel.com/SoergelKOSOverview.pdf>>. Acesso em: 2016.

WANG, S.-H., WANG, W.-C., WANG, K.-C., & SHIH, S.-Y. (2015). *Applying building information modeling to support fire safety management*. *Automation in Construction* (59), 158-167.

ZHANG, S., TEIZER, J., LEE, J.-K., EASTMAN, C. M., & VENUGOPAL, M. (2013). *Building Information Modeling (BIM) and Safety: Automatic Safety Checking of Construction Models and Schedules*. *Automation in Construction*, 29, 183-195.