



XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Avanços no desempenho das construções – pesquisa, inovação e capacitação profissional

12, 13 E 14 DE NOVEMBRO DE 2014 | MACEIÓ | AL

AVALIANDO A APLICABILIDADE DE BIM PARA A VERIFICAÇÃO DA NORMA DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM PROJETO DE HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR

KATER, Marcel (1); RUSCHEL, Regina C.(2)

(1) PPGEC-UNICAMP, e-mail:marcel.kater@hotmail.com (2) FEC-UNICAMP, e-mail:ruschel@fec.unicamp.br

RESUMO

Nas últimas décadas as especificações das normas voltadas à construção civil estão tornando-se cada vez mais abrangentes e complexas. Desta forma, a necessidade de otimização do processo de verificação de atendimento aos códigos de edificações está se tornando cada vez mais crucial. Vários países têm direcionado as suas pesquisas para *Building Information Modeling* (BIM), que entre programas de modelagem e simulação incluem programas de verificação automática de regras, para a validação de projetos, possibilitando o atendimento dos códigos das edificações, melhorando assim a sua eficiência e execução. Esta pesquisa objetiva avaliar a exequibilidade, da verificação automática de regras, para a validação de projetos de segurança contra incêndio, com o ferramental BIM. Busca-se implementar a verificação automática de regras, para normas de incêndio do estado de São Paulo, em residências privativas multifamiliar. Será implementada a proposta para o contexto BIM com o programa SOLIBRI de verificação de modelo. O método adotado é o da pesquisa construtiva (*constructive research*), pois se deseja desenvolver um modelo de sistema de verificação automática de regras, para normas de segurança de incêndio, que permite avaliação da conformidade com as normas de segurança contra incêndio, auxiliando os projetistas a encontrar potenciais problemas no início do projeto. Este artigo resume os resultados iniciais da pesquisa apresentando: (i) o potencial de pesquisa junto ao setor alvo e (ii) o macro-mapeamento das Instruções Técnicas e regras aplicáveis no programa SOLIBRI. Desta forma, tem-se uma indicação da aplicabilidade de BIM para a verificação da norma de segurança contra incêndio em projeto de habitação, tanto em nível de aceitação quanto em termos técnicos.

Palavras-chave: Automação de regras, código de edificação, BIM, SOLIBRI

ABSTRACT

In recent decades the specifications of standards aimed at construction are becoming increasingly comprehensive and complex. The need to automate the process of checking the building code is becoming increasingly crucial. One way to obtain this solution is by means of systems that claim to automate rules for checking designs of buildings. Several countries have directed their research to Building Information Modeling (BIM), which provides a new generation of programs, including automatic checking of rules for design validation, enabling the treatment of the building code, thus improving their efficiency and execution. This research aims to evaluate the feasibility of automatic verification of rules for validating fire safety designs, using BIM tool. This research seeks to implement the automatic verification of rules for fire standards of the state of São Paulo in private multifamily residences. The proposal will be implemented for the BIM context with the program SOLIBRI of model checking. The method adopted is that of constructive research for it allows the development of innovative way, a model of automatic verification system of rules for fire safety, which allows quick and easy evaluation of the compliance to fire safety standards, helping designers to find potential problems early in the project. This article presents initial results of the research: (i) acceptance potential with the target sector and (ii) a general mapping of technical instructions and checking rule in SOLIBRI. Therefore, an indication of the applicability of BIM for Brazilian fire safety standard checking in housing design was demonstrated, technically and in terms of acceptance.

Keywords: Automation of rules, building code, BIM, SOLIBRI

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa objetiva avaliar a exequibilidade, da verificação automática de regras, para a validação de projetos de segurança contra incêndio, com o ferramental BIM. Busca-se implementar a verificação automática de regras, para normas de incêndio do estado de São Paulo, em residências privativas multifamiliar. Será implementada a proposta para o contexto BIM com o programa SOLIBRI de verificação de modelo. O método adotado é o da pesquisa construtiva (*constructive research*), pois se deseja desenvolver de forma inovadora, um modelo de sistema de verificação automática de regras, para normas de segurança de incêndio, que permite a rápida e fácil avaliação da conformidade com as normas de segurança contra incêndio, auxiliando os projetistas a encontrar potenciais problemas no início do projeto. Este artigo resume os resultados iniciais da pesquisa (KATER, 2014) apresentando: (i) o potencial de pesquisa junto o setor alvo e (ii) o macro-mapeamento das Instruções Técnicas e regras aplicáveis a uma ferramenta BIM de verificação de código.

1.1 Segurança contra incêndio

Silva et al. (2010) comentam que um nível mínimo de requisitos devem ser atendidos, para os projetos de segurança contra incêndio em edificações. Estes requisitos são geralmente estipulados em códigos e normas para fins de segurança à vida ou ao patrimônio. De acordo com Seito (2009) no Brasil a legislação, regulamentação e as normas técnicas, para a verificação dos requisitos de segurança contra incêndio em edificações, são analisadas no âmbito federal através dos regulamentos do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). É também requerido seguir regulamentos estaduais e códigos municipais.

No estado de São Paulo observa-se o Decreto Estadual no 56.819/11 cuja análise, vistoria e aprovação são feitas pelo Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP). Este decreto dispõe regulamentos sobre as medidas de segurança contra incêndio nas edificações e áreas de risco. Os objetivos destes regulamentos são de proteger a vida dos ocupantes das edificações e áreas de risco, em caso de incêndio, dificultar a propagação do incêndio, reduzindo danos ao meio ambiente e ao patrimônio, proporcionar meios de controle e extinção do incêndio, dar condições de acesso para as operações do Corpo de Bombeiros, proporcionar a continuidade dos serviços nas edificações e áreas de risco. Para efeito deste regulamento a Instrução Técnica do Corpo de Bombeiros (ITCB ou IT) é o documento técnico elaborado pelo CBPMESP¹, que regulamenta as medidas de segurança contra incêndio nas edificações e áreas de risco.

O decreto estadual legisla sobre os objetivos e os conceitos gerais de segurança contra incêndio, sobre a classificação das edificações e prescreve as tabelas de exigências das medidas de segurança contra incêndio que devem ser implantadas nas edificações. As ITs detalham todas as medidas de segurança contra incêndio, explicitando regras de como se implantar determinado sistema preventivo.

A norma de desempenho NBR15575-1:2013, para a segurança contra incêndio, em edifícios habitacionais de até cinco pavimentos, está fundamentada em baixa probabilidade de início de incêndio, alta probabilidade dos usuários sobreviverem sem sofrer qualquer injúria e reduzida extensão de danos à propriedade e a vizinhança imediata ao local de origem do incêndio. Grande parte dos requisitos como dificultar o princípio de incêndio, facilitar a fuga em situação de incêndio, dificultar a inflamação generalizada,

¹ POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO CORPO DE BOMBEIROS. Disponível em <<http://www.ccb.polmil.sp.gov.br/>>. Acesso em 12 outubro 2013.

dificultar a propagação de incêndio, segurança estrutural e sistema de extinção e sinalização de incêndio, seguem normas prescritivas.

De acordo com Ono (2007) devem-se levar em consideração, em um projeto arquitetônico, itens para a segurança contra incêndio como a distribuição de postos de bombeiros na cidade, leis de zoneamento, fatores que determinam a existência de obstáculos, ou não; no projeto do edifício, quanto à proteção passiva, em que se determinam a facilidade de ocorrência de um incêndio e de sua propagação pelo interior e pelo exterior do edifício.

2 VERIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE CÓDIGOS

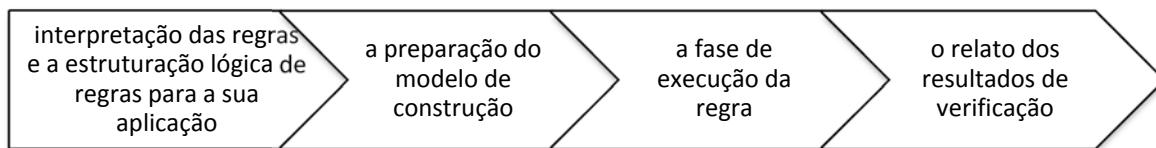
As especificações de edificações de acordo com Boukamp e Akinci (2007) desempenham um papel importante na comunicação de requisitos de qualidade em um projeto de construção. No entanto, trabalhar com essas especificações pode ser complicado e está sujeito a erros, devido a grande quantidade de especificações que precisam ser consideradas e as dependências entre essas especificações. A abordagem para automatizar o processamento de especificações de edificações, para apoiar as tarefas de controle e inspeção de qualidade em projetos de construção, tem utilizado as informações disponíveis em diferentes tipos de modelos de produtos e processos para identificar as especificações aplicáveis aos produtos existentes em um projeto e para extrair os requisitos impostos pelas especificações aplicáveis a cada produto. A identificação automática de especificações aplicáveis à extração automatizada de exigências impostas por essas especificações podem apoiar e permitir a automatização de tarefas, tais como inspeção e detecção de defeitos, que dependem de informações de especificações de construção..

As justificativas para a utilização do conceito de automação são amplas, para Eastman *et al.* (2009), a verificação de regra é uma área emergente e tópico de pesquisa em BIM. Neste método, o modelo BIM é uma entrada para os programas de verificação de regras que analisam automaticamente a geometria, relações espaciais, folgas e outras análises dimensionais, determinando-se subsequentemente se o projeto proposto está em conformidade com o predefinido gerado pelo usuário de regras.

Eastman *et al.* (2009) observaram que o potencial das aplicações desta tecnologia é enorme e os candidatos para a verificação automática de regras são: agências de cumprimento de código, organizações e clientes com um tipo específico de edificação com requisitos de conformidade para os padrões internos, tais como segurança, integridade estrutural, consumo de energia, e outros critérios específicos de projeto estabelecidos por membros da equipe.

De acordo com Eastman *et al.* (2009), a verificação de regras pode ser estruturada em quatro etapas, como mostra a Figura 1. Na etapa de interpretação e estruturação lógica de regras alguns casos de verificação de regras, o processo conta com a interpretação do programador para a tradução das regras em código de computador e em outros, a lógica das declarações da linguagem humana é formalmente interpretada e então traduzida. Na etapa de preparação do modelo arquitetos e outros são os que definem os modelos de construção que serão utilizados, para a verificação de regra. Estes modelos devem ser preparados de tal forma que contenham toda entrada necessária o programa de checagem de regras: geometria e parâmetros associados. A fase de execução reúne o modelo de informação da edificação e um programa de verificação de códigos preparado com as regras que se aplicam ao âmbito de verificação em questão. As regras são aplicadas ao modelo e o resultado desta aplicação é apresentado em forma de relatórios na fase de relato dos resultados de verificação.

Figura 1 – Etapas de verificação de regras



Fonte: O autor

De acordo com Jeong e Lee (2010) a verificação automática de códigos não só minimiza os erros como diminui o tempo gasto na verificação de projetos e também torna mais fácil a colaboração entre os departamentos da Indústria da Construção Civil (ICC). Devido ao aumento e complexidade dos códigos nas últimas décadas, houve a necessidade de se buscar novas tecnologias. Neste contexto Jeong e Lee (2010) fizeram um estudo sobre como verificar automaticamente os códigos antidesastres e saídas de emergência com base em códigos de construção da Coréia. Os códigos foram classificados em cinco seções: saídas de emergência, material e propriedades, princípios de evacuação, evacuação em escada e de partição de proteção contra incêndio. Neste estudo verificou-se alguns problemas como expressar os códigos, para as saídas de emergência, e a limitação da extração da informação do modelo BIM.

Conforme Eastman *et. al* (2009), diferentes programas foram desenvolvidos, para apoiar aspectos de implementação de sistemas de verificação de regras, que se aplicam aos dados do modelo de arquivos IFC. Destacam-se os seguintes programas: (i) *Solibri Model Checker*² (SMC) representa um programa baseado na linguagem Java, que lê e mapeia modelos de arquivo IFC, (ii) *SMARTcodes*³ é um programa, para a verificação de regras, que utiliza uma tecnologia com base em objetos, para a representação de seus códigos, (iii) *Jotne EDMModelChecker*⁴(EDM) fornece um banco de dados de objetos, que apoia o desenvolvimento de ferramentas de verificação de regra usando a linguagem EXPRESS. É um programa desenvolvido com uma biblioteca C++, em cima do *EDMMModelChecker*, que suporta o padrão IFC e FORNAX , levando as informações do modelo de construção básico IFC e acrescenta-lhe uma semântica de alto nível, que são relevantes para codificar os requisitos de verificação.

3 MÉTODO DA PESQUISA

Este estudo segue o método da pesquisa construtiva (*constructive research*). A pesquisa construtiva foi adotada, pois se pretende resolver um problema do mundo real em que a utilização da automação de regras para a verificação de projetos, possibilita o avanço tecnológico para o campo da construção civil. O método da pesquisa construtiva desenvolve-se em fases conforme Lukka (2003): (i) encontrar um problema prático relevante, (ii) examinar o potencial de pesquisa, (iii) obter conhecimento teórico e prática da área, (iv) propor uma solução, (v) implementar e testar a solução e (vi) ponderar sobre sua aplicabilidade. Este artigo limita-se a apresentar o desenvolvimento parcial da pesquisa (KATER, 2014) abrangendo as fases (ii), (iv) e (vi). A Figura 2 explicita em

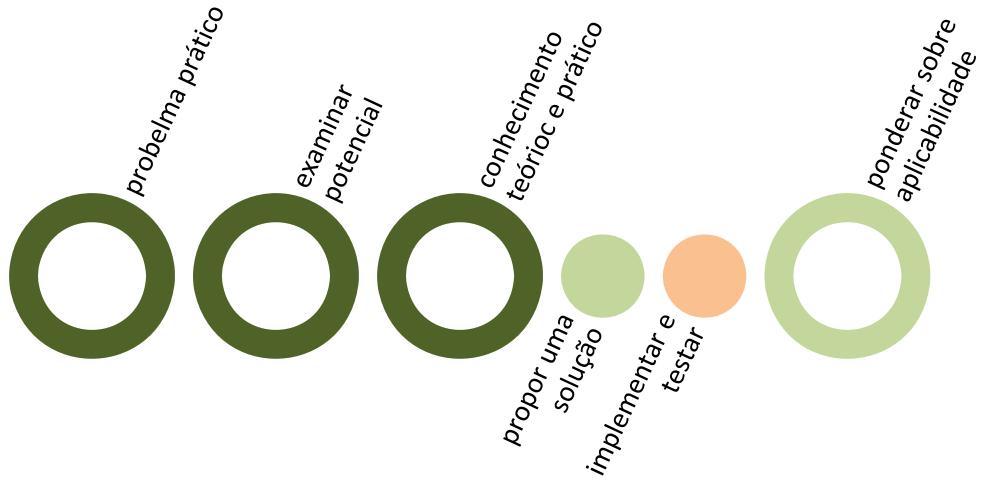
² SOLIBRI (SMC). Disponível em: <<http://www.solibri.com/solibri-model-checker.html>>. Acesso em: 12 março 2013.

³ INTERNATIONAL CODE COUNCIL. Disponível em:<<http://www.iccsafe.org/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 25 março 2013.

⁴ EDM. Disponível em: <<http://www.epmtech.jotne.com/>>. Acesso em 28 março 2013.

verde as fases já desenvolvidas nesta pesquisa e resumidas neste artigo. Estas fases são descritas a seguir

Figura 2 – Delimitação das fases de pesquisa desenvolvidas e abordadas neste artigo



Fonte: O autor

4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS PARCIAIS

4.1 Examinar o potencial de pesquisa junto o setor alvo

O maior potencial nesta pesquisa está na automação de verificação de códigos de segurança contra incêndio usando um ferramental BIM em um contexto de projeto para a construção, onde existe interesse da contribuição por parte de construtoras, engenheiros, arquitetos, órgãos públicos e entidades privadas. Nesta fase foram feitas entrevistas e aplicada um questionário junto a cada setor para levantar: como o processo é hoje realizado, se se conhece ferramental de automação de verificação e o potencial de aceitação de inovação neste processo de verificação.

A pesquisa desenrolou-se, no mês de novembro de 2013, na aplicação de um questionário a cinquenta profissionais da área de segurança contra incêndio, situados na cidade de São Paulo, sendo estes engenheiros, arquitetos, ou bombeiros vinculados a órgãos públicos ou entidades privadas. A pesquisa foi respondida por meio de e-mail, telefone ou presencialmente, onde foram feitas as perguntas apresentadas no Quadro 1. O perfil do entrevistado era caracterizado pela sua formação, empresa ao qual era vinculado, cargo exercido e sua atuação profissional.

Quadro 1– Questionário aplicado para levantamento do potencial da pesquisa junto ao setor alvo

Num.	Questão
01	Como é a verificação atual da norma de incêndio no processo de projeto?
02	Você sabe o que é BIM?
03	Já ouviu falar sobre verificação automática de regras?
04	Você usaria a verificação automática de regras em seus projetos?

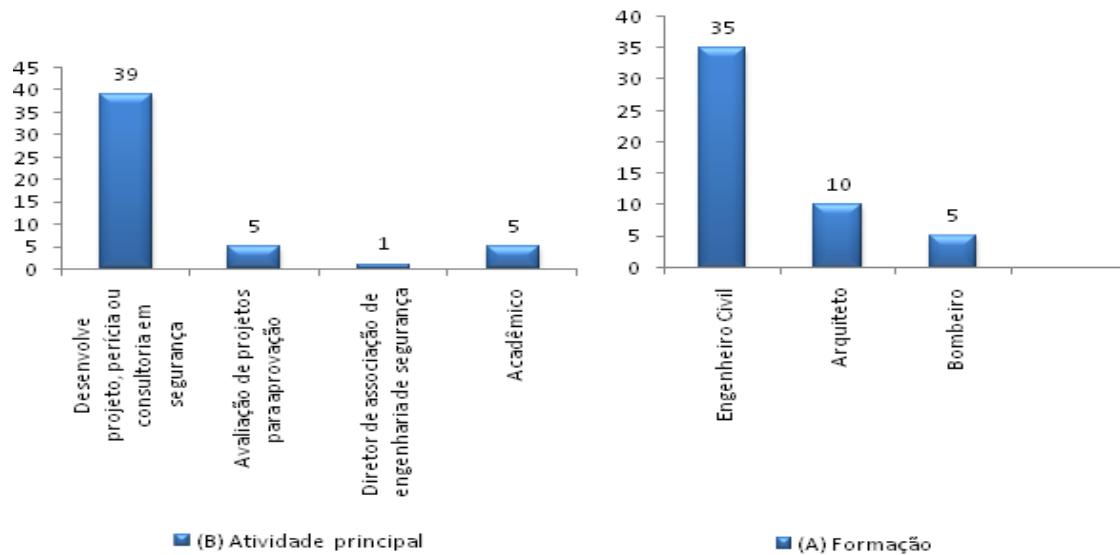
Fonte: O autor

O conjunto de profissionais entrevistados tem a seguinte característica (Figura 2): 70% Engenheiros Civis, 20% Arquitetos e 10% Bombeiros, sendo que 78% desenvolvem

projetos, perícia ou consultoria em projeto, 10% fazem avaliação de projetos para aprovação, 2% são diretores da associação dos Engenheiros de Segurança e 10% são acadêmicos.

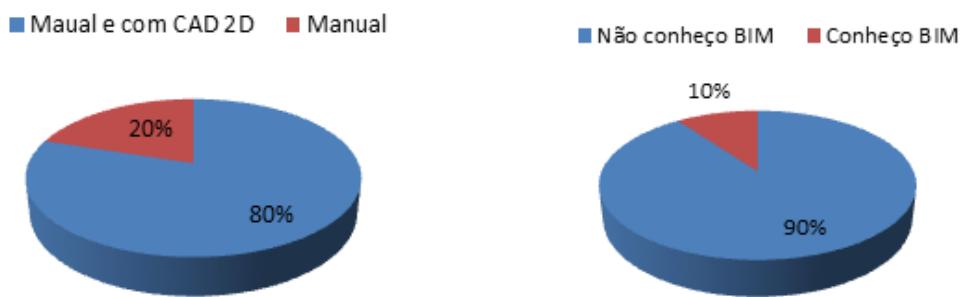
Com relação a questão sobre como é realizada atualmente a verificação da norma de incêndio no processo de projeto, verificou-se que 80% dos profissionais de segurança participantes no levantamento fazem a verificação manual, apoiados com ferramental CAD 2D. 20% dos profissionais de segurança participantes do levantamento fazem a verificação apenas manualmente como mostra a Figura 3.

Figura 2– Perfil dos profissionais participantes do levantamento para averiguação do potencial da pesquisa: (A) Formação; (B) Atuação



Fonte: O autor

Figura 3 - Verificação da norma de incêndio



Fonte: O autor

Com relação à questão sobre o conhecimento BIM, observou-se que 90% dos profissionais de segurança responderam não saber o que era BIM e 10% tinha conhecimento sobre o tema como mostra a Figura 3.

Com relação à questão sobre o conhecimento da verificação automática de regras, a totalidade dos participantes declarou desconhecimento. Entretanto, quando questionados se fariam uso deste recurso, também a totalidade demonstrou receptividade, declarando que sim utilizariam.

Desta forma, esta investigação numa amostra reduzida, porém qualificada no tema da pesquisa, indica que o trabalho tem potencial, mas pode encontrar barreira pelo despreparo e desconhecimento do paradigma.

4.2 Propor uma solução inovadora e desenvolver uma construção que solucione um problema real

Esta fase consiste de ações concatenadas de estudo das legislações federais, estaduais, municipais, normas de incêndio e do ferramental BIM, Solibri Model Checker v.7, para realizar a proposição de como incorporar um banco de regras representativas das legislações e normas em questão. Esta proposição dar-se-á pelo mapeamento dos componentes de verificação de projeto identificados nas legislações, normas e os recursos existentes de regras pré-definidas, parametrizações e composições. Vislumbra-se a necessidade de incorporação no modelo de informação componentes de apoio à verificação como espaços úteis e/ou restritos. Esta fase encontra-se em desenvolvimento e os resultados parciais serão apresentados neste artigo.

As regras (*Rules*) são os blocos básicos de construção do SMC. As regras podem verificar um modelo a partir de um único aspecto, por exemplo, não será permitida a duplicação das paredes. Algumas regras também relatam características de um determinado objeto, por exemplo, o tipo de janela e suas dimensões de um edifício. Como resultado da verificação de regras, são gerados relatórios com os problemas detectados. Os problemas são agrupados em categorias, tornando mais fácil o seu entendimento e manipulação. As regras são paramétricas, o que significa que pode-se controlar o seu comportamento, definindo os valores dos parâmetros (SMC, 2013). As regras podem ser configuradas para verificar, por exemplo, questões específicas do projeto.

No Quadro 2 listam-se as regras, com potencial de aplicação neste estudo, e uma visão geral de sua função na verificação de requisitos (SMC, 2013). Estas regras a partir de parametrização podem ser aplicadas para avaliar as medidas de segurança listadas no Quadro 3.

Esta pesquisa é desenvolvida para edificações de uso residencial, sendo habitação multifamiliar caracterizando-se como edifício de apartamento em geral no Grupo A e Divisão A-2 pelo Decreto N. 56.819. Quanto à altura o estudo é aplicado sobre edifícios de 4 pavimentos, portanto caracterizado como Tipo III relativo a uma edificação de baixa-média altura pelo mesmo decreto. No Quadro 3 para cada medida de segurança apresenta uma síntese do que é verificado, do que é requerido para esta verificação e a indicação das regras do SMC aplicáveis para automação de verificação da medida. O macro mapeamento de regras aplicáveis se dá pela coluna mais à esquerda o Quadro 3 com a coluna da direita do Quadro 2.

O Quadro 4 apresenta o detalhamento para implementação no SMC para uma medida de segurança, i.e., o acesso de viatura na edificação.

Quadro 2 – Exemplos de regras configuradas no SMC v7

NUM.	Lista de regras (SMC V 7)	Visão Geral
01	<i>Component Distance</i>	Esta regra verifica a distância entre componentes
02	<i>Comparison Between Property Values (SOL/231)</i>	Esta regra verifica as propriedades dadas a um componente do modelo como tipo de material, área, volume, comprimento, localização e quantidade..
03	<i>Escape Route Analysis (SOL/179)</i>	Esta regra verifica se é possível sair com segurança do prédio em caso de incêndio ou outra emergência. O edifício tem de ter uma quantidade suficiente de passagens de escape.
05	<i>Fire Walls Must Have Correct Wall, Door, and Window Types (SOL/172)</i>	Esta regra verifica se as paredes, janelas e portas, que separam compartimentos de incêndio, possuem as propriedades exigidas, para resistir ao fogo.
05	<i>Number of Components in Space (SOL/225)</i>	Esta regra verifica se um espaço específico possui os componentes selecionados. Espaços podem ser identificados de acordo com seu uso (classificação), tipo, nome ou número. Componentes obrigatórios são identificados pelo nome de classificação..
06	<i>Wall Distance (SOL/221)</i>	Esta regra verifica distância entre paredes paralelas.
07	<i>Wall Validation (SOL/216)</i>	Esta regra verifica geometria parede e dimensionamento. A regra tem requisitos para distâncias de janelas, portas, aberturas e bordas de parede dimensionamento. Pode haver também limitações para aceitar tipo de geometria parede. A direção da geometria de extrusão pode ser limitada.
08	<i>Accessible Door Rule (SOL/208)</i>	Esta regra verifica a acessibilidade das portas a partir de diferentes perspectivas. Verificam-se as dimensões, direções de abertura e espaços livres para abertura.
09	<i>Accessible Stair Rule (SOL/210)</i>	Esta regra verifica a acessibilidade das escadas a partir de diferentes perspectivas. Ele verifica o número de degraus, dimensões do piso e espelho, dimensões de patamares intermídiários, espaço livre no início e no final da escada..

Fonte: O autor

5 CONCLUSÃO

A conclusão deste artigo refere-se à etapa de ponderação do escopo de aplicabilidade da solução para o contexto de desenvolvimento parcial da pesquisa. Nesta etapa deve-se refletir sobre a aplicabilidade da solução em dois contextos: interno e externo. Com o desenvolvimento já realizado, e resumido neste artigo, permitem-se reflexões internas parciais sobre a abrangência da aplicabilidade da solução proposta.

Analizando os Quadros 3 e 4 podemos observar que todas medidas de segurança contra incêndio, para uma edificação residencial multifamiliar A-2 Tipo III segundo o Decreto Decreto N. 56.819 são passíveis de serem parametrizadas no SMC. Entretanto, a investigação junto ao setor alvo indica que o trabalho tem potencial, mas pode encontrar barreira pelo despreparo e desconhecimento do paradigma BIM dos profissionais envolvidos. Este artigo, portanto mostra o potencial para a continuidade desta pesquisa, na utilização de um ferramental BIM na verificação automática de regras finalizando a etapa de interpretação das regras e a estruturação lógica de regras para a sua aplicação. A

etapa seguinte envolverá identificar demandas para a preparação do modelo de construção.

Quadro 3 – Macro-mapeamento das Instruções Técnicas e regras aplicáveis no SMC v7

MEDIDA DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO	REGRA(S) TRATA(M) DE	REQUER(EM)	REGRAS SMC aplicáveis
Acesso de viatura na edificação	Dimensões mínimas e de peso para acesso a viaturas de bombeiros	Verificar espaço livre (largura x altura) em torno da edificação e no material do piso deste espaço parâmetros de suporte a peso	01 + 02
Segurança estrutural contra incêndio	Tempos requeridos de resistência ao fogo	Nos elementos estruturais (laje, viga e pilar) verificação da propriedade de tempo de resistência ao fogo	02
Saídas de emergência	Saídas de emergência (larguras mínimas, pé-direitos) e portas nestas saídas (sentidos de aberturas, larguras e posicionamentos), degraus de escadas nestas saídas, e dimensões de corrimães nestas saídas.	Verificar dimensões na geometria da solução arquitetônica e elementos associados nas saídas de emergência.	08 + 09
Iluminação de emergência	Considerações gerais das iluminações de emergência	Verificar a existência destes componentes e posicionamentos quando necessário	05
Alarme de incêndio	Acinadores manuais e avisadores sonoros	Verificar a existência destes componentes	05
Sinalização de emergência	Implantação básica de sinalização de emergência	Verificar a existência destes componentes e posicionamentos quando necessário	05
Extintores	Extintores portáteis e sua instalação e sinalização	Verificar a existência destes componentes, atendimento a especificações e posicionamentos quando necessário	01 + 05
Hidrantes e mangotinhos	Hidrantes e mangolitos	Verificar a existência destes componentes, atendimento a especificações e posicionamentos quando necessário	01 + 05

Fonte: O autor

Quadro 4 – Exemplo de detalhamento para implementação de regra para a medida de segurança relativa ao acesso de viatura na edificação

Medida de segurança contra incêndio	Regra(s) trata(m) de	Requer(em)	Parâmetros	Nome da regra no SMC
Acesso de viatura na edificação	Dimensões mínimas	Verificar via de acesso (largura e altura) em torno da edificação (IT 06).	Largura mínima de 6 m Altura livre mínima de 4,5 m.	<i>Component Distance</i>
Acesso de viatura na edificação	Dimensões mínimas	Verificar o portão de acesso (largura (IT 06).	Largura mínima de 4 m Altura livre mínima de 4,5 m	<i>Component Distance</i>
Acesso de viatura na edificação	Peso para acesso a viaturas de bombeiros	Material do piso deste espaço parâmetros de suporte a peso (IT 06).	Suportar viaturas com peso de 25 toneladas	<i>Model should have components</i>
Segurança estrutural contra incêndio	Tempos requeridos de resistência ao fogo (TRRF)	Nos elementos estruturais (laje, viga e pilar) verificação da propriedade e tempo de resistência ao fogo (IT 08).	TRRF 60min	<i>Model should have componentes</i>

Fonte: O autor

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº 2014/16362-1, pelo apoio na divulgação da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Edificações habitacionais - Desempenho Parte 1: Requisitos gerais – NBR 15573 - 1.** Rio de Janeiro, 2013

BOUKAMP, F.; AKINCI, B.. Automated processing of construction specifications to support inspection and quality control. **Automation in Construction**, v.17, n. 1, p. 90-106, novembro de 2007.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO (CBPMSP). **Acesso de viatura na edificação e área de risco– Instrução Técnica nº. 6.** São Paulo, 2011.

_____. **Resistência ao fogo dos elementos de construção– Instrução Técnica nº. 8-** São Paulo, 2011.

_____. **Compartimentação horizontal e compartimentação vertical– Instrução Técnica nº. 9.** São Paulo, 2011.

_____. **Controle de materiais de acabamento e revestimento– Instrução Técnica nº. 10.** São Paulo, 2011.

_____. **Saídas de emergência– Instrução Técnica nº. 11.** São Paulo, 2011.

_____. **Brigada de incêndio– Instrução Técnica nº. 17.** São Paulo, 2011.

- _____. **Illuminação de emergência**– Instrução Técnica nº. 18. São Paulo, 2011.
- _____. **Sistemas de detecção e alarme de incêndio**– Instrução Técnica nº. 19. São Paulo, 2011.
- _____. **Sinalização de emergência**– Instrução Técnica nº. 20. São Paulo, 2011.
- _____. **Sistema de proteção por extintores de incêndio**– Instrução Técnica nº. 21. São Paulo, 2011.
- _____. **Sistema de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio**– Instrução Técnica nº. 22. São Paulo, 2011.
- EASTMAN, C. M.; LEE, J; JEONG Y.; LEE, J.. Automatic rule-based checking of buildings designs. **Automation in Construction**, v.18, n. 8, p. 1011-1033, dezembro de 2009.
- JEONG, J.; LEE, G., Requirements for automated code checking for fire resistance and egress rule using BIM. **ICCEM/ICCPM 2009**.p.316–322. 2010.
- KATER, Marcel. **Bim aplicado na verificação da norma de segurança contra incêndio no projeto de habitação multifamiliar**. 2014. 136 f.. Texto de Qualificação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2014.
- LUKKA, K. The constructive research approach. Case study research in logistics. Publications of the Turku School of Economics and Business Administration, Series B, v. 1, p. 83–101, 2003.
- ONO, R. . Parâmetros para garantia da qualidade do projeto de segurança contra incêndio em edifício altos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 97-113, jan./mar. 2007.