

PROPOSTA DE MAPA DE PROCESSO COM USOS BIM PARA GESTÃO DE ATIVOS DE COMBATE A INCÊNDIO

João Bosco P. Dantas Filho; Carlos Henrique T. Maciel; Karla Maryana L. Loiola; Stephany O. C. A. Brito; Alana T. L. Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

Resumo do artigo: A gestão e operação de edifícios é susceptível a significativas mudanças num futuro próximo. Novas habilidades terão que ser aprendidas e aplicadas para aproveitar plenamente os benefícios da adoção de novas tecnologias: Building Information Modelling, "A internet das coisas"; Novos materiais de construção. A aplicação do BIM em Gestão de Operações é uma área de pesquisa emergente e se baseia na proposição de que o BIM pode melhorar o gerenciamento (KASSEM et al., 2015). A gestão e operações dos edifícios visa uma grande variedade de aplicações. No entanto, a elaboração de estudos de caso que avaliem o impacto de BIM em atividades específicas da gestão de operações continua sendo uma área de pesquisa desafiadora e ativa. Dessa forma, verifica-se a relevância de estudar como são realizadas as funções de gestão de operações e propor novas soluções para a gestão visando a eficiência dos resultados. Neste trabalho, adotamos uma abordagem de pesquisa participativa em que trabalhamos em conjunto com o departamento de gestão e operação para desenvolver aplicações e estratégias. O objetivo desse trabalho é investigar e extrair informações importantes do ciclo de vida dos componentes de combate a incêndio para serem adicionadas ao modelo BIM. Os resultados indicam as informações importantes do ciclo de vida de extintores, as quais passaram pelo processo de modelagem possibilitando extrair dados confiáveis vinculados ao modelo BIM. Como contribuição apresentou-se a proposição de mapa de processo de com usos BIM para gestão de ativos de combate a incêndio..

Palavras-chave: Building Information Modelling, Gestão e operação de edifícios, Inspeção Manutenção, Extintores de incêndio.

1 INTRODUÇÃO

Os Extintores de incêndio são utilizados com primeira linha de ataque contra incêndio de tamanho limitado, são obrigatórios em todas as edificações, exceto em residências unifamiliares, independentemente de qualquer outra medida de proteção (BARBAIS; SANTOS; GIABALDO, 2013). Os extintores de incêndio portáteis são importantes dispositivos da proteção contra incêndio e devem ser instalados adequadamente, em função das características e risco do local de acordo com as normas vigentes (ONO, 2004). A falta de manutenção e a carência de sensibilização da gestão sobre a importância das instalações de equipamentos de combate a incêndio no edifício são evidenciadas pelas más condições de extintores de incêndio e pelo fato de alguns serem deixados sem recarga por alguns anos (NADZIM; TAIB, 2014).

Segundo Inmetro (2017), extintores de gás carbônico devem ser inspecionados semestralmente, enquanto que os demais, anualmente.

A manutenção de sistemas de combate a incêndio, inclusive os extintores, é considerada uma tarefa difícil em função da necessidade de informações relacionadas ao ciclo de vida operacional do edifício, localização e condição dos ativos, neste contexto, os dados espaciais do modelo BIM fornecem um inestimável sistema de informação visual e numérica (ARAYICI; ONYENOBI; EGBU, 2012). Segundo Atkin e Brooks (2009), são necessárias precauções no combate a incêndio que demandam verificar se existe um contrato de serviço para a manutenção de extintores de incêndio e outros equipamentos de controle de incêndio, bem como, existem extintores de incêndio adequados do tipo correto.

Um estudo de caso propõe a metodologia de utilização de etiquetas RFID para armazenar informações sobre equipamentos de combate a incêndio em função da importância e da alta frequência de atividades de manutenção, com o objetivo de fornecer informações sobre o histórico e o estado dos extintores para a equipe de manutenção (MOTAMEDI; HAMMAD, 2009a). Porém, para realizar a metodologia proposta, são necessárias algumas etapas que incluem reformular processos de construção e manutenção existentes, bem como, investigar e extrair informações importantes do ciclo de vida dos componentes para serem adicionadas ao modelo BIM (MOTAMEDI; HAMMAD, 2009b).

O objetivo desse trabalho é investigar e extrair informações importantes do ciclo de vida dos componentes de combate a incêndio para serem adicionadas ao modelo BIM. O foco deste trabalho é em identificar quais informações-chave são necessárias para o gerente de operações na interface específica de manutenção de extintores. Considera-se essa pesquisa uma etapa preliminar para aplicações futuras de tecnologia da informação na gestão de operações, tais como, aplicações com tecnologia RFID.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

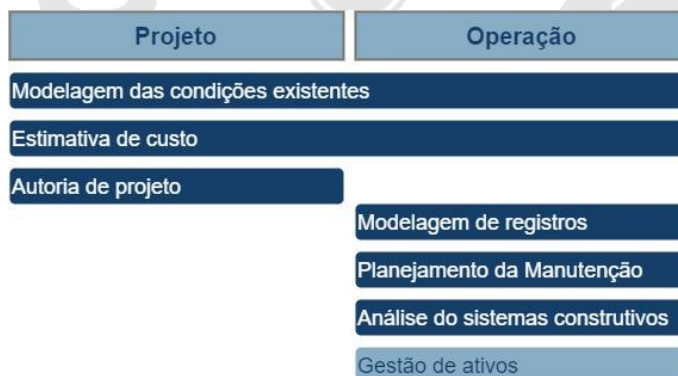
2.1 Building Information Modeling (BIM) para Gerentes de instalações

Gerentes de instalações podem otimizar a gestão e manutenção de instalações exportando informações relevantes de edifícios e equipamentos para iniciar os sistemas que serão utilizados ao longo do ciclo de vida da instalação (EASTMAN *et al.*, 2013). Inicialmente, é necessário se definir objetivos gerais para implementação de BIM sob a perspectiva de Gerentes de instalações, então usos específicos de BIM podem ser identificados. Usos de BIM podem ser definidos como métodos ou estratégias de se aplicar a Modelagem de Informações de Construção durante o ciclo de vida de uma instalação para alcançar um ou mais objetivos

específicos (CIC, 2013).

A Figura 1 apresenta uma visão de sete dos vinte e cinco usos do BIM descritos por CIC (2011). Isso se justifica pelo foco dado para aqueles relacionados a etapa de projeto e operação de edifícios. Conforme defendido por CIC (2013), algumas metas e objetivos podem implicar diretamente na implementação de um único uso do BIM específico, enquanto outros objetivo podem exigir vários usos do BIM para serem alcançados. Quando os objetivos gerais incluem aplicações de gestão de operações, e no caso de edifícios existentes que não foram executados por meio de processo BIM, verifica-se a necessidade de Modelagem das condições existentes para se obter um modelo 3D para ser consultado em aplicações de operação. A Modelagem de registros também é necessária para obter a representação precisa de condições físicas e de ativos, contendo informações dos principais elementos construtivos e incluindo dados de Operação, Manutenção e Ativos. No caso de desenvolvimento de projetos de reforma de sistemas construtivos, a Autoria de projetos é necessária para desenvolver um modelo BIM do projeto criando um banco de dados de propriedades, quantidades, métodos e custos. Os usos citados possibilitam aplicações de Estimativa de custos, Planejamento da manutenção, Análises de sistemas construtivos e gestão de ativos.

Figura 1 – Delineamento da pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores adaptado de CIC (2011).

2.2 Gestão de extintores

O extintor de incêndio é um equipamento de utilização generalizada, no entanto verifica-se que o desconhecimento das regras para a sua instalação bem como das exigências legais aplicáveis contribuem para erros de gestão (VARELA; RODRIGUES, 2011). Segundo Brentano (2005) citado por Nogueira (2017), os principais erros encontrados em vistorias são: A falta de inspeção ou Manutenção; O selo de

aparelho novo em equipamento usado; Extintor de pó químico apresentando empedramento; Cilindros com pressão fora dos padrões; Aparelhos Obstruídos; Tipo de agente extintor não adequado a sinalização; Tipo de agente extintor não adequado ao material combustível das proximidades.

Devem ser realizados serviços de manutenção de 3º nível (ensaio hidrostático) em um intervalo máximo de 5 anos desde a fabricação ou do último ensaio hidrostático, enquanto que, o prazo para realização de serviço de manutenção de 2º nível é igual ou inferior a 12 meses (INMETRO, 2013).

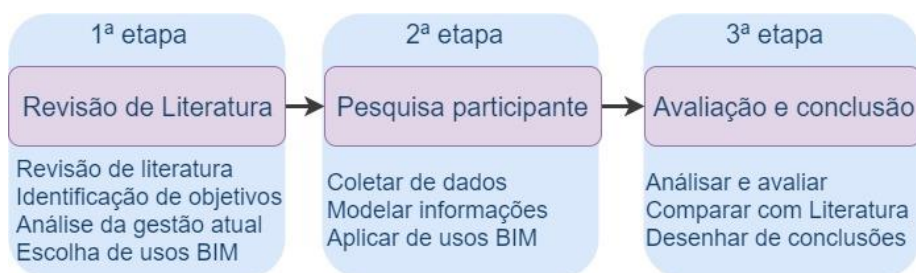
3 MÉTODO

Neste trabalho, adotamos uma abordagem de pesquisa participativa em que trabalhamos em conjunto com o departamento de gestão e operação para desenvolver aplicações e estratégias. A estratégia de pesquisa adotada foi pesquisa participante (GIL, 2008) onde a base empírica é concebida em estreita relação com uma ação ou resolução de um problema coletivo, no qual pesquisadores e participantes estão envolvidos no modo cooperativo. Essa escolha se deu em função das questões do estudo que são: como funciona a gestão de ativos de combate a incêndio? Como realizar essa gestão utilizando a plataforma BIM?

A unidade de análise do estudo é a gestão de extintores, e foi escolhida em função da importância e da alta taxa de manutenção, assim como observado na literatura (MOTAMEDI; HAMMAD, 2009a). Foram combinadas várias técnicas de coleta de dados, incluindo, análise de documentos, entrevistas, observações e levantamentos de dados em campo afim de se obter entendimento sobre um fenômeno contemporâneo (YIN, 2001). Os informantes de pesquisa foram membros da equipe de gestão de operações, diretores e coordenadores.

Na primeira etapa do delineamento deste trabalho (Figura 2), ocorreu a revisão de literatura, quando foram pesquisados os dois principais conceitos que orientaram o trabalho, gestão de operações e BIM. Na segunda etapa, quando ocorreu a pesquisa participativa, dados sobre ativos de combate a incêndio foram levantados e foram objeto de modelagem de modelos BIM. Em seguida, foram demonstradas as funções de gestão de operações a partir dos modelos BIM para membros da gestão. Na terceira etapa ocorreu a avaliação da experiência para compor o relatório final da pesquisa.

Figura 2 – Delineamento da pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores

A análise dos dados foi de natureza qualitativa e seguindo três etapas: redução, apresentação e verificação (GIL, 2008). Na etapa redução envolveu a seleção e simplificação dos dados de acordo com os objetivos da pesquisa. Na etapa apresentação os dados foram organizados de modo a permitir uma análise de semelhanças e diferenças. Na etapa de verificação ocorreu uma revisão para considerar o significado dos dados para verificação de conclusões emergentes.

4 RESULTADOS

4.1 Gestão de extintores identificada

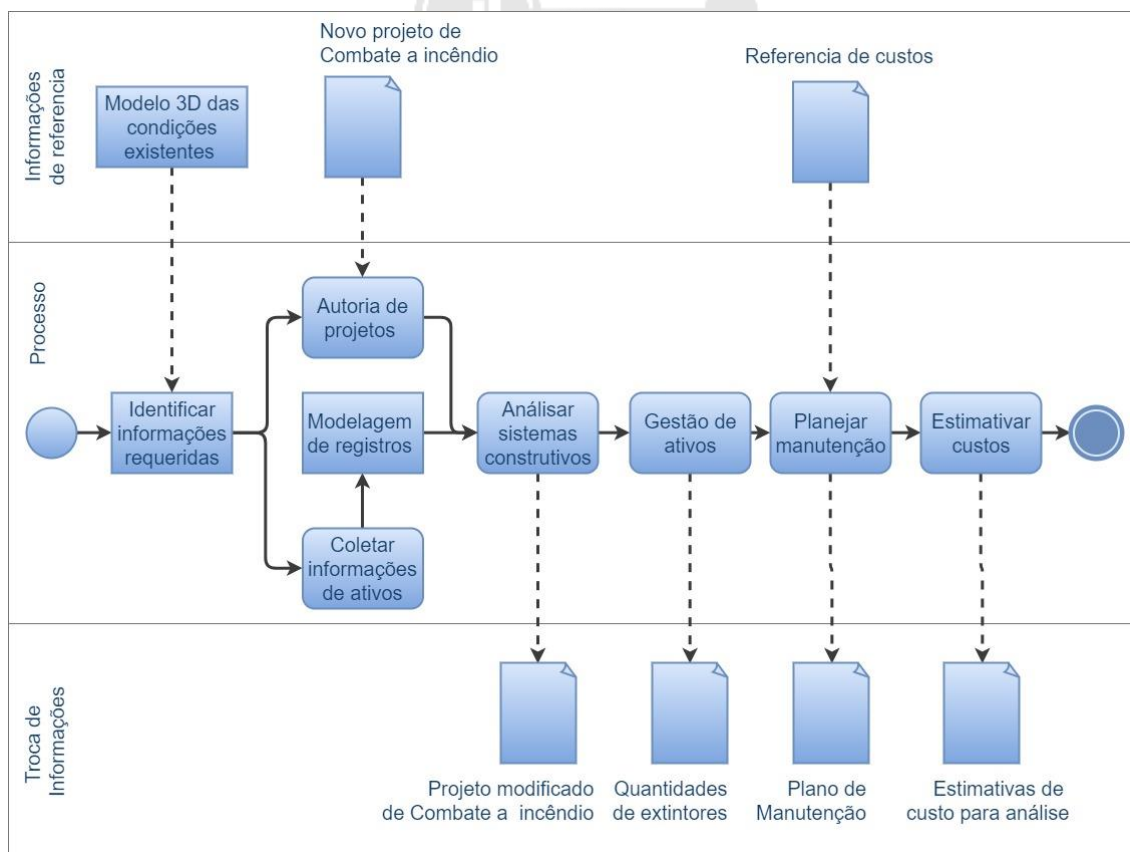
A entrevista com a equipe de gestão de operações contribuiu para apreensão de como funciona a método atual de gestão de extintores. Observou-se que a mesma funciona sob demanda de recarga, sendo que uma parte dos extintores é recarregada no final do primeiro semestre e a outra parte é recarregada no final do segundo semestre. O controle da localização e da necessidade de recarga é feito por meio de planilhas, que demandam um esforço semestral de inspeção para serem atualizadas. A análise de documentos utilizados na gestão dos extintores verificou-se quais informações eram gerenciadas, são elas: capacidade, tipo, o ano do próximo teste hidrostático e o mês e ano da sua próxima recarga. Verificou-se ainda ineficiências nesse método evidenciadas pela ocorrência de extintores vencidos e pelo planejamento de contratos de recarga de um número de extintores inferior a necessidade. Por fim, observou-se que havia um projeto de combate a incêndio novo que demandava compatibilização com o existente para ser planejada sua implementação.

4.2 Gestão de extintores proposta

A Figura 3 apresenta o mapa do processo proposto para gestão de extintores com a utilização de BIM. A identificação das informações requeridas demandou a modelagem do novo projeto de combate a incêndio e a modelagem de registros de

extintores existentes. Para realização dessas atividades, foi fornecido o projeto novo de combate a incêndio e também foi realizada a coleta de informações de extintores existentes *in loco* por meio da inspeção de cada extintor. O modelo BIM criado baseou a análise comparativa dos extintores de projeto e existentes, possibilitou a gestão de ativos, o planejamento da manutenção e a estimativa de custos.

Figura 3 – Mapa do processo de Gestão de extintores usando BIM



Fonte: Elaborado pelos autores.

4.3 Modelagem de registros e de projeto

As informações coletadas em campo e provenientes do novo projeto de combate a incêndio foram modeladas em um software de BIM. Em um arquivo criado para modelagem apenas dos extintores foi vinculado o Modelo 3D das condições existentes fornecendo informações de arquitetura com prédios, ambientes e pavimentos. Cada extintor identificado no levantamento de campo e no novo projeto de combate a incêndio foi modelado em sua localização com suas devidas informações. O Quadro 1 apresenta os parâmetros

compartilhados pelos extintores, componentes 3D de combate a incêndio.

Quadro 1 – Parâmetros compartilhados modelados

Informação	Parâmetro de tipo	Parâmetro de instância
Entrada	Agente extintor, carga extintora, transporte, capacidade extintora, custo da manutenção de 2º nível, custo de novo extintor, custo da manutenção de 3º nível	Pavimento, Gestão de extintores, Próxima recarga, Manutenção 2º Nível, Próximo Teste Hidrostático, Fase criada
Valor calculado ($f(x)$)	Aquisição de novos extintores	Teste hidrostático, Recarga de extintores anual, Recarga de extintores vencidos

Fonte: Elaborado pelos autores

No Quadro 2 apresentam-se as fórmulas criadas para se obter parâmetros de valores calculados em função de parâmetros de entrada. Tais fórmulas não foram planejadas no início do processo, mas sim criadas de forma exploratória seguindo estrutura referência de fórum online especializado mantido por Klaus Munkholm *et al.* (2012).

Quadro 2 – Valores calculados com fórmulas no software BIM

Nº	Descrição	Função no software BIM $f(x)$
1	Aquisição de novos extintores	(Custo de novo extintor) * (Total de extintores novos)
2	Teste hidrostático	if([Próximo TH (Teste Hidrostático)] < 2018, [Manutenção 3º Nível (Teste hidrostático)], 0)
3	Recarga de extintores anual	if(Próxima recarga > 2016, [Manutenção 2º Nível (recarga)], 0)
4	Recarga de extintores vencidos	if(Próxima recarga < 2017, [Manutenção 2º Nível (recarga)], 0)

Fonte: Elaborado pelos autores

4.4 Análise de sistemas de extintores

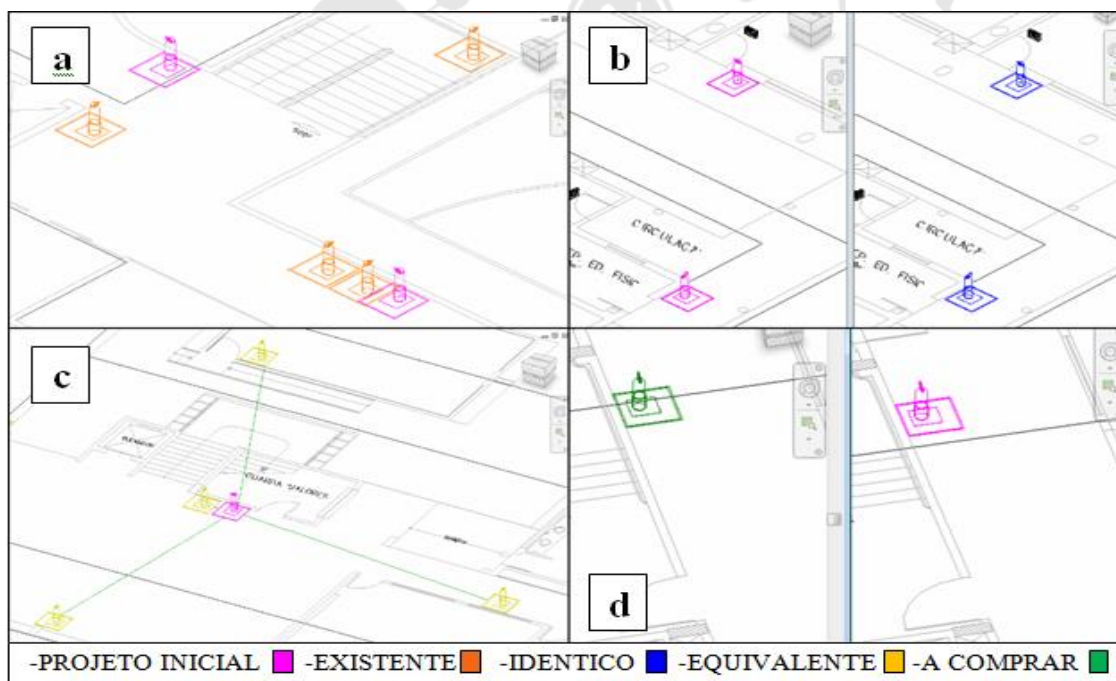
Ao todo foram modelados 130 extintores solicitados no novo projeto de combate a incêndio e 87 extintores que já existiam em campo. Os extintores existentes identificados eram em sua maioria do tipo CO2 6 kg. Porém a distribuição dos

extintores solicitados do novo projeto era composta majoritariamente Pó triclasse 4 kg, foi então necessária que houvesse compatibilidade entre extintores projetados e pré-existentes.

Inicialmente foram modelados os extintores de acordo com o novo projeto, na fase denominada “Projeto Inicial” e os extintores existentes em na fase “Existente” (Figura 4a). Criou-se uma fase denominada “Idêntico”, onde os extintores da fase Projeto inicial foram substituídos por extintores existentes de características compatíveis (Figura 4b), reaproveitados de acordo com o parâmetro de carga extintora. Criou-se ainda uma fase denominada “Equivalente”, onde foram modelados extintores existentes com tipo de agente extintor adequado. Nesses casos, por exemplo 4 extintores CO₂ 6kg 5B:C existentes substituíram 1 extintor Pó Triclasse 4kg 20B:C de projeto (Figura 4c). Os critérios de compatibilização atenderam a NBR 12693 - Sistemas de proteção por extintores de incêndio.

Após a análise dos sistemas de extintores obteve-se a quantidade de extintores reaproveitados, de novos extintores para aquisição (Figura 4d) e de extintores não reaproveitados por não atenderem aos critérios carga extintora ou por terem o tipo de agente extintor não adequado ao material combustível.

Figura 4 – Caracterização da modelagem nas fases



Fonte: Elaborado pelos autores

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos propostos no trabalho foram atingidos, pois foram identificadas as informações importantes do ciclo de vida de extintores, as quais passaram pelo processo de modelagem possibilitando extrair dados confiáveis vinculados ao modelo BIM.

Como contribuição apresentou-se a proposição de mapa de processo de com usos BIM para gestão de ativos de combate a incêndio. Comparando a gestão de extintores convencional com a gestão proposta usando o BIM, pode-se observar que as informações controladas passam por significativa alteração, possibilitando mais aplicações e confiabilidade no controle, seja de informações coletadas em campo ou provenientes de projeto.

A modelagem de informações contribuiu para possibilitar inovações no processo de gestão por meio de usos BIM, com a criação de parâmetros de informações utilizadas ao longo do ciclo de vida conforme defendido por Eastman *et al.* (2013).

REFERÊNCIAS

- ARAYICI, Y.; ONYENOBI, T.; EGBU, C. Building Information Modelling (BIM) for Facilities Management (FM). **International Journal of 3-D Information Modeling**, v. 1, n. 1, p. 55–73, 2012. Disponível em: <<https://goo.gl/otQtWa>>. Acesso em: 21 abr. 2017.
- ATKIN, B.; BROOKS, A. **Total facilities management**. 3. ed. West Sussex: John Wiley & Sons, 2009.
- BARBAIS, J. R.; SANTOS, M. V. dos; GIABALDO, M. J. Uso eficiente dos extintores de incêndio em um órgão público com o auxílio da tecnologia. **Revista InterAtividade**, v. 3, n. 2, p. 179–196, 2013. Disponível em: <<https://goo.gl/VmtfYL>>. Acesso em: 28 abr. 2017.
- CIC. **Building information modeling project execution planning guide**. 2.1 ed. University Park: The Pennsylvania State University, 2011.
- CIC. **Bim planning guide for facility owners**. 2. ed. University Park: The Pennsylvania State University, 2013.
- EASTMAN, C. *et al.* **Bim handbook**. 2nd. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2013. v. 53
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª Edição ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- INMETRO. **Procedimento de fiscalização de extintores de incêndio**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://goo.gl/SvK9I3>>. Acesso em: 15 maio. 2017.
- INMETRO. **Extintores de Incêndio: o que muda**. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/imprensa/releases/extinto>>

r.asp>. Acesso em: 5 maio. 2017.

KLAUS MUNKHOLM *et al.* **Revit Formulas for “everyday” usage**. Disponível em: <<https://goo.gl/Q7bOFK>>. Acesso em: 4 abr. 2017.

MOTAMEDI, A.; HAMMAD, A. RFID-Assisted Lifecycle Management of Building Components Using BIM Data. *In: ISARC, Austin. Anais...* Austin: 2009a. Disponível em: <<https://goo.gl/D9he1G>>. Acesso em: 21 abr. 2017. p.109–116

MOTAMEDI, A.; HAMMAD, A. Lifecycle management of facilities components using radio frequency identification and Building Information Model. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 14, n. June, p. 238–262, 2009b. Disponível em: <<https://goo.gl/aLnPWp>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

NADZIM, N.; TAIB, M. Appraisal of Fire Safety Management Systems at Educational Buildings. **SHS Web of Conferences**, v. 11, p. 1005, 2014. Disponível em: <<https://goo.gl/zu7HJ4>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

NOGUEIRA, F. **Extintores de incêndio: uma orientação técnica**. 1. ed. Rio de Janeiro: GC BRAZIL, 2017.

ONO, R. Proteção do Patrimônio histórico-cultural contra incêndio em edificações de interesse de preservação. 2004.

VARELA, A.; RODRIGUES, J. P. Alguns Erros e Omissões em Projetos de Segurança Contra Incêndios de Edifícios. *In: FORUM INTERNACIONAL DE GESTÃO DA CONSTRUÇÃO*, Porto. **Anais...** Porto: 2011. p.11

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.