

ALINHAMENTO ENTRE O BUILDING INFORMATION MODELING E A GESTÃO DE ATIVOS NO CONTEXTO AEROPORTUÁRIO

ALIGNMENT BETWEEN BUILDING INFORMATION MODELING AND ASSET MANAGEMENT IN THE AIRPORT CONTEXT

ALINEACIÓN ENTRE EL BUILDING INFORMATION MODELING Y LA GESTIÓN DE ACTIVOS EN EL CONTEXTO AEROPORTUARIO

Como citar: Silva, A. P. B., Santos, L. R. S. & Ferneda, E. (2023). Alinhamento entre o building information modeling e a gestão de ativos no contexto aeroportuário. Revista Gestão & Tecnologia. v. 23, nº 2. p. 187-217, 2023

Ana Paula Bernardi Silva

Professora permanente do Programa de Pós Graduação Stricto Sensu em Governança, Tecnologia e inovação - Universidade Católica de Brasília
<http://orcid.org/0000-0002-9963-282X>

Leonardo Roberto da Silva Santos

Mestre em Governança, Tecnologia e Inovação pela Universidade Católica de Brasília.
<https://orcid.org/0000-0001-9649-9579>

Edilson Ferneda

Professor Titular do Programa de Pós Graduação Stricto Sensu em Governança, Tecnologia e inovação - Universidade Católica de Brasília.
<https://orcid.org/0000-0003-4164-5828>

Editor Científico: José Edson Lara
Organização Comitê Científico
Double Blind Review pelo SEER/OJS
Recebido em 22/06/2021
Aprovado em 31/07/2023



This work is licensed under a Creative Commons Attribution – Non-Commercial 3.0 Brazil

Resumo

Tema: Apesar da complementariedade entre as metodologias *Building Information Modeling* (BIM) e de Gestão de Ativos, a conexão entre elas é dificultada por utilizarem vocábulos particulares e estruturas de conhecimento diferentes.

Objetivo: Propor um alinhamento semântico entre essas metodologias no contexto aeroportuário.

Método: Empregou-se uma pesquisa qualitativa-exploratória, suportada pela utilização de um questionário com perguntas abertas e de múltipla escolha, direcionado aos empregados das áreas de Manutenção e de Engenharia em uma administradora aeroportuária. Adotou-se práticas de grupos focais para a identificação dos termos relevantes e formatação desta conexão.

Resultados: (i) identificação ativos estratégicos do setor aeroportuário; (ii) mapeamento entre ativos estratégicos que possam ter interface relevante com o BIM; (iii) proposição de um vocabulário para integrar as áreas; (iv) definição de uma estrutura de relacionamento para conectar os requisitos para o gerenciamento de ativos ao BIM.

Considerações finais: Como ganho potencial estima-se a melhoria da gestão dos processos BIM e da Gestão de Ativos, uma vez que estes processos frequentemente utilizam uma variada gama de softwares e sistemas para o controle de uma edificação durante o seu ciclo de vida, e a definição de uma estrutura integrada permite que sejam conhecidas e compartilhadas as informações inerentes ao controle deste ciclo.

Palavras-chave: BIM, Gestão de Ativos, Conexão Semântica.

Abstract

Theme: Despite the complementarity between the Building Information Modeling (BIM) and Asset Management methodologies, the connection between them is difficult because its use particular vocabularies and different knowledge structures.

Objective: To propose a semantic connection between the Asset Management methodologies and BIM, in the airport context.

Method: A qualitative-exploratory research was employed, supported by the use of a questionnaire with open and multiple-choice questions, directed to employees in the areas of Maintenance and Engineering in an airport administrator. Focus group practices were adopted to identify the relevant terms and format this connection.

Results: (i) identification of strategic assets in the airport sector; (ii) mapping between strategic assets that may have a relevant interface with BIM; (iii) proposing a vocabulary to integrate the areas; (iv) definition of a relationship structure to connect the asset management requirements to BIM.

Final remarks: As a potential gain, it is estimated the improvement of the management of BIM processes and Asset Management, since these processes often use a wide range of software and systems to control a building during its life cycle and the definition of an integrated structure allows the information inherent to the control of this cycle to be known and shared.

Keywords: BIM, Asset Management, Semantic Connection.

Resumen

Tema: A despecho de la complementariedad entre las metodologías *Building Information Modeling* (BIM) y Gestión de Activos, la conexión entre ellas es difícil porque utilizan palabras particulares y diferentes estructuras de conocimiento.

Objetivo: Proponer una alineación semántica entre estas metodologías en el contexto aeroportuario.

Método: Se utilizó una investigación exploratoria cualitativa, sustentada en el uso de un cuestionario con preguntas abiertas y opción múltiple, dirigido a empleados de las áreas de Mantenimiento e Ingeniería de un administrador de aeropuerto. Se adoptaron prácticas de grupos focales para identificar los términos relevantes y dar formato a esta conexión.

Resultados: (i) identificación de activos estratégicos en el sector aeroportuario; (ii) mapeo entre activos estratégicos que pueden tener una interfaz relevante con BIM; (iii) propuesta de vocabulario para integrar las áreas; (iv) definición de una estructura de relación para conectar los requisitos de gestión de activos con BIM.

Consideraciones finales: Como ganancia potencial, se estima la mejora de la gestión de los procesos BIM y Gestión de Activos, ya que estos procesos suelen utilizar una amplia gama de software y sistemas para controlar un edificio durante su ciclo de vida, y la definición de una estructura integrada. permite conocer y compartir la información inherente al control de este ciclo.

Palabras clave: BIM, Gestión de Activos, Conexión Semántica.

1 INTRODUÇÃO

Entre as abordagens relacionadas ao processo de planejamento, construção e gestão da operação e da manutenção de uma edificação, destacam-se a Gestão de Ativos, originária das áreas de manutenção e operação do setor de óleo e gás, e *Building Information Modeling* - BIM, concebido para atender às carências do setor de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), visando uma gestão de projetos e de construção mais eficazes. A integração de dados entre esses sistemas pode fornecer uma visão unificada entre as fontes de dados e permitir a análise de conjuntos de dados combinados para a melhoria dos processos decisórios (Farghaly, Abanda, Vidalakis, & Wood, 2019). No entanto, as origens distintas dessas duas metodologias acarretaram o desenvolvimento de arquiteturas e conceitos próprios, dificultando o alinhamento semântico formal e, por consequência, a integração entre elas.

A legislação brasileira define BIM como um “o conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, de forma a servir a todos os participantes do

empreendimento, potencialmente durante todo o ciclo de vida da construção” (Decreto nº 9.983, 2019). Gestão de Ativos é “a atividade coordenada de uma organização para obter valor a partir de seus ativos”, onde ativo diz respeito a “um item, algo ou entidade que tem valor real ou potencial para uma organização” (International Standard Organization [ISO], 2014a). Um desafio para a adoção conjunta dessas metodologias é identificar e formalizar os requisitos de informações necessários para dar suporte tanto à entrega de projetos baseados em modelos como também ao gerenciamento de ativos (Cavka, Staub-French, & Poirier, 2017).

O uso corrente do BIM concentra-se no pré-planejamento, projeto, construção e entrega de projetos integrados de prédios e instalações, mas não tem como foco principal a gestão da operação e manutenção. Por outro lado, as ferramentas de gerenciamento de ativos, incluindo o gerenciamento de instalações e as estruturas de aplicativos, fornecem a abordagem e os elementos necessários para obter mais eficiência e eficácia no gerenciamento do ciclo de vida da edificação (López, Márquez, Sanz, Kobbacy, Shariff, Le Page, & González-Prida, 2017).

Uma das diretrizes da Gestão de Ativos é que os ativos devem ser gerenciados de forma sustentável, durante todo o seu ciclo de vida, desde o momento do planejamento da aquisição até o descarte. Essa metodologia pode ser aplicada a diversos tipos de ativos como marca, processos ou pessoas. No entanto, sua aplicação mais difundida se concentra na gestão do ciclo de vida de equipamentos (ativos físicos) (Shahata, Burgess, & Davies, 2016; Lafraia & Hardwick, 2015; Haider & Haider, 2013).

A Gestão de Ativos é vista como uma promotora do desenvolvimento da visão de longo prazo das organizações (Solé & Silva, 2016). Para que a tomada de decisões gerenciais impacte nos resultados da organização essa metodologia propõe um aprimoramento no modo de gerenciar o negócio. Decisões gerenciais podem ser tomadas de forma muito mais robusta e defensável por meio da otimização de suas escolhas com base em informações comparáveis (Shahata, Burgess, & Davies, 2016). Além disso, as informações disponibilizadas pela Gestão de Ativos precisam de políticas de governança implementadas para garantir que sejam gerenciadas e tratadas de uma maneira que ofereça um valor ideal para toda a organização (Haider & Haider, 2013).

Por outro lado, o BIM propiciou uma evolução na forma como a informação é gerenciada, trocada e transformada. Tal processo estimula uma maior colaboração entre as

partes interessadas, por meio de um único modelo integrado durante as fases de projeto e construção (Pärn, Edwards, & Sing, 2017). O BIM tem sido reconhecido como um facilitador para a transformação da indústria da construção pela viabilização de oportunidades para o intercâmbio de dados entre diferentes partes interessadas (Farghaly, Abanda *et al.*, 2019).

Visto que parte significativa dos custos do ciclo de vida de uma edificação dizem respeito à operação e à manutenção, é natural que, em situações de crise, as empresas busquem reduzir suas despesas em resposta a orçamentos mais restritivos, além de otimizar recursos aplicados na execução dos processos. Com o aumento da complexidade dos processos de design e planos de trabalho, um ambiente colaborativo torna-se essencial para garantir uma comunicação eficaz durante o ciclo de vida do projeto. A integração entre BIM e Gestão de Ativos nos processos organizacionais pode contribuir para a redução dos seus custos operacionais, a otimização de recursos humanos e o aprimoramento dos seus processos de gestão (Pärn, Edwards, & Sing, 2017). Em um cenário de transformação digital, essa integração tem potencial para aprimorar a forma como as empresas projetam, constroem e gerenciam suas edificações e equipamentos, melhorando o desempenho durante o seu ciclo de vida. Embora seja um processo de considerável relevância (Munir, Kiviniemi, & Jones, 2019), essa integração passa necessariamente pela unificação das terminologias e conceitualizações adotadas em ambas as ferramentas (Farghaly, Abanda *et al.*, 2019; Pärn, Edwards, & Sing, 2017).

Na última década, muitas entidades públicas, governos e organizações passaram a exigir que suas instalações adotem o BIM em seus processos (Lopez, 2017; Gurevich, Sacks, & Shrestha, 2017). Para isso, guias com especificações técnicas úteis em nível de projeto foram disponibilizados, mas pouco se tem investido em mecanismos para interoperabilidade semântica que garantam o compartilhamento contínuo de informações entre BIM e a Gestão de Ativos (Chen, Chen, & Cheng, 2018).

Uma abordagem que vem sendo considerada para essa questão é a utilização de ontologias. Kreider (2013), por exemplo, desenvolveu a *BIM Use Ontology* com o objetivo de facilitar os processos de: (i) coleta ou organização de informações sobre as instalações; (ii) geração de informações sobre as instalações; (iii) exame dos elementos da instalação para uma melhor compreensão desses elementos; (iv) apresentação de informações sobre uma instalação de forma que possam ser compartilhadas ou intercambiadas; (v) produzir ou controlar um

elemento físico usando informações sobre a instalação. Dependendo do tipo de uso a ser feito do BIM, são determinados os processos, as informações, a infraestrutura, o nível de maturidade, os benefícios estimados e as referências necessárias para a sua adoção. Essas características tornam as ontologias aplicáveis e utilizáveis pela indústria, fornecendo uma estrutura para que o BIM possa ser implementado durante o ciclo de vida de uma instalação.

Entre os diversos setores que vêm se beneficiando da integração do BIM à Gestão de Ativos está o aeroportuário (Abbondati, Biancardo, Palazzo, Capaldo, & Viscione, 2020; McCuen & Pittenger, 2016; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2016; Kim, Yun, & Cho, 2015).

No Brasil, as políticas públicas para o setor aéreo adotadas pelo Governo Federal com foco na concessão de aeroportos estão transformando o modelo de negócios e a governança da Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária e de Navegação Aérea – INFRAERO. Esta empresa pública, que sempre teve como foco de atuação as operações aeroportuárias e manutenção da infraestrutura dos aeroportos sob sua responsabilidade, tem agora como missão declarada em seu Mapa Estratégico 2020-2024 atuar como prestadora de serviços aeroportuários. Com esse novo posicionamento no mercado, a elaboração e execução de projetos em BIM e a Gestão de Ativos físicos constam como produtos e serviços a serem fornecidos em seu novo portfólio, o que demanda ajustes em seus processos internos de gestão.

É crescente interesse pela adoção do BIM. No entanto, a sua utilização generalizada em todo o ciclo de vida dos produtos de construção não é comum. No Brasil, isso é atribuído à escassez de profissionais envolvidos em todo o processo do ciclo de vida de edificações com expertise em ferramentas e processos BIM e devido à sua pouca difusão em ambiente acadêmico (Vieira, Calmon, & Cavalcante 2017). Considerando a necessidade de estudos nessa área, sobretudo por serem incipientes as implementações do BIM na indústria brasileira de Construção, Engenharia e Arquitetura, o presente trabalho busca responder a seguinte questão: como viabilizar a interoperabilidade conceitual entre o BIM e a Gestão de Ativos Físicos, aplicado no contexto aeroportuário de forma a contribuir com a gestão e oferecer informações estratégicas para a governança? Nesse sentido, propõe-se o emprego de uma ontologia para viabilizar a conexão semântica entre o BIM e a Gestão de Ativos.

2 BIM, GESTÃO DE ATIVOS E SUA INTEGRAÇÃO

2.1 Building Information Modeling – BIM

O BIM pode ser visto como uma filosofia de trabalho que integra arquitetos, engenheiros e construtores na elaboração de um modelo virtual preciso. É gerada uma base de dados com informações relativas a topologia, orçamento, cálculo energético, previsão de insumos e ações em todas as fases da construção (Eastman, Sacks, Teicholz, & Liston, 2008). É também “uma representação digital das características físicas e funcionais de uma edificação, que permite integrar de forma sistêmica e transversal às várias fases do ciclo de vida de uma obra com o gerenciamento de todas as informações disponíveis em projeto, formando uma base confiável para decisões durante o seu ciclo de vida, definido como existente desde a primeira concepção até à demolição”. (Building Smart s.d. como citado em Studio ideia, 2020). O ciclo de vida do BIM pode ser representado como mostrado na Figura 1 (Gonçalves Jr, 2018).

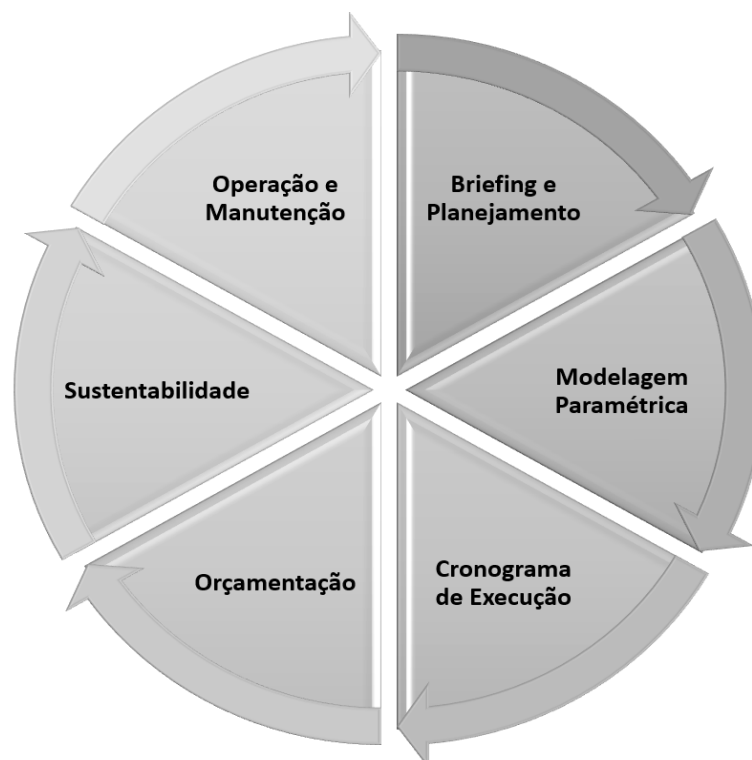


Figura 1 - Ciclo de Vida do BIM

Fonte: adaptada de Gonçalves Jr, F. BIM: tudo que você precisa saber sobre esta metodologia. Altoqi.
<http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/>

No *Briefing e Planejamento* é feita a análise da viabilidade do projeto e o levantamento da documentação necessária para a sua execução. A *Modelagem Paramétrica* consiste na elaboração do protótipo virtual da edificação, onde seus elementos são representados em três dimensões, com informações que poderão ser utilizadas nas próximas etapas da concepção da edificação. Nessa etapa já é possível efetuar uma análise de interferências, antecipar imperfeições e buscar a melhor solução para a execução de projeto. O *Cronograma de Execução* é associado ao modelo 3D elaborado e permite vincular tarefas e tempos de execução e gerar um planejamento visual de andamento da obra, proporcionando ao engenheiro de execução ou gerente de projeto acompanhar o avanço físico de cada etapa. Possibilita também efetuar simulações de arranjo físico e deslocamento em canteiro de obras, prever situações críticas e mitigar riscos com relação a equipamentos e caminhões no transporte de materiais. *Orçamentação* consiste na vinculação do cronograma elaborado na dimensão 4D às composições orçamentárias, utilizando códigos dos sistemas de orçamentos, permitindo adicionar informações dos custos da obra aos elementos modelados. Isto permite que, caso haja alteração de um elemento do modelo, o orçamento seja atualizado. *Sustentabilidade* consiste na análise de eficiência energética da edificação com base nas informações obtidas nas etapas anteriores. Esta análise auxilia na tomada de decisão durante o processo de concepção de um edifício para que seu resultado seja o mais sustentável possível. Finalmente, na *Operação e Manutenção*, o modelo com informações de término de obra dos elementos de projeto pode ser utilizado para operação da edificação, com a possibilidade de gerar planos de manutenção, verificar as informações de equipamentos, a garantia de fabricantes e as especificações técnicas, e ainda acrescentar informações pertinentes à gestão da edificação no seu ciclo de vida. Isto possibilita, entre outros benefícios, a localização exata do equipamento com problema.

2.2 Gestão de Ativos

O valor dos ativos irá variar entre diferentes organizações e suas partes interessadas, e pode ser tangível ou intangível, financeiro ou não financeiro. Neste cenário, a Gestão de Ativos pode ser definida como o conjunto de atividades que uma organização utiliza para que seus ativos alcancem seus objetivos e entreguem, de forma sustentável, os resultados a que se propõe (Kardec, Esmeraldo, Lafraia, & Nascif, 2014).

A partir da implantação de um Sistema de Gestão de Ativos, os gestores passam a considerar todo ciclo de vida do ativo, fazendo com que as decisões gerenciais tomadas no presente impactem nos resultados futuros da organização. Neste contexto, os elementos do sistema podem ser definidos com um conjunto de ferramentas que inclui: políticas, planos, operações, desenvolvimento de competências e sistemas de informações, integrados para apoiar a Gestão de Ativos, conforme ilustrado na Figura 2.

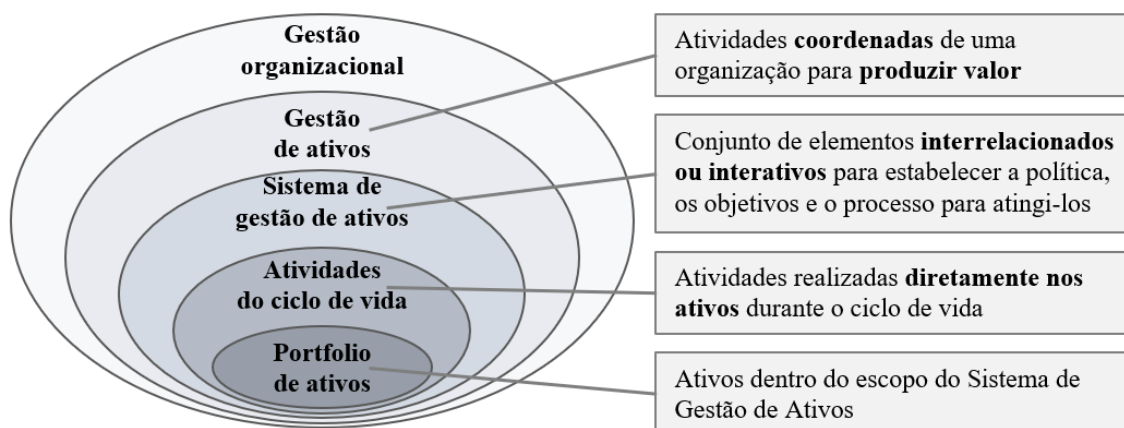


Figura 2 - Elementos estruturais do Sistema de Gestão de Ativos

Fonte: Kardec, A., Esmeraldo, J., Lafraia, J.B., & Nascif, J.X. Gestão de Ativos. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2014.

O gerenciamento do ciclo de vida do ativo pode ser visto como uma combinação de decisões baseadas em dados, associadas aos níveis estratégico, de planejamento e operacional da organização (Haider & Haider, 2013). No entanto, esses dados precisam de políticas de governança implementadas para garantir que sejam gerenciadas e tratadas de forma a oferecer um valor ideal para toda a organização.

2.3 Interoperabilidade entre Gestão de Ativos e BIM

Edifícios são objetos complexos, assim como os processos para sua concepção, construção e operação (Tchouanguem, Karray, Foguem, Magniont, & Abanda, 2019). A interoperabilidade entre os sistemas envolvidos ao longo do ciclo de vida do BIM permitiria uma colaboração efetiva com outros sistemas concernentes, como a Gestão de Ativos. Isso pode acarretar uma melhor gestão dos processos construtivos, influenciando positivamente a

sustentabilidade dos projetos de edificação (Muller, Esmanioto, Huber, Loures, & Canciglieri, 2019; Alreshidi, Mourshed, & Rezgui, 2017; Chen, Li, & Rezgui, 2013;).

A integração do BIM com a Gestão de Ativos é cada vez mais utilizada para a operação e manutenção de edificações e oferece vários benefícios, como: (i) melhoria no processo de transferência de informações; (ii) maior precisão dos dados (por exemplo, especificações do fabricante); e (iii) maior eficiência na execução de ordens de serviço para acessar dados e localizar intervenções. Destaca-se que 80% do tempo de uma gestão de manutenção é consumido para se encontrar informações relevantes frequentemente desconsideradas pelos projetistas durante o trabalho de pré-construção (Pärn, Edwards, & Sing, 2017).

Ainda na era “Pré BIM”, a *British Standards Institution* (BSI) estabeleceu a *Publicly Available Specification* (PAS) 55, publicada em 2004 e revisitada em 2008, que se constituiu como a base para a elaboração das normas da série ISO 55000 (ISO, 2014a, 2014b, 2018). Naquela época, a chamada Gestão de Facilidades emerge como uma ferramenta de apoio à gestão empresarial.

A evolução das ferramentas de TI para a gestão e a padronização das ferramentas CAD e de Gestão de Facilidades levou à publicação da PAS 1192, publicada em 2007 e incluída diretamente na norma ISO 19650 (ISO, 2018a, 2018b), que trata do ambiente comum de dados como uma forma de disciplinar a coleta, o gerenciamento e o compartilhamento do modelo, dos dados gráficos e demais documentos referentes a um projeto de engenharia.

A primeira versão da ISO 12006 (ISO, 2015, 2007) estabelece uma estrutura para o desenvolvimento de sistemas de classificação do ambiente construído. Esta norma identifica um conjunto de títulos de tabelas de classificação, recomendadas para uma variedade de classes de objetos da construção, de acordo com pontos de vista diversos e particulares, por exemplo, pela forma ou pela função. Apresenta também como as classes dos objetos em cada tabela se relacionam por meio de uma série de sistemas e subsistemas, por exemplo, em um modelo de informação da construção. Na mesma época foi publicada a primeira versão da ISO 29481 (ISO, 2016), que visa facilitar a interoperabilidade entre aplicativos de software usados em todas as etapas do ciclo de vida das obras, incluindo instruções, projeto, documentação, construção, operação e manutenção e demolição. Essa norma também tem como objetivo promover a colaboração digital entre os atores no processo de construção e fornece uma base para a troca

de informações precisas e confiáveis.

As normas da série ISO 55000 (ISO, 2014a, 2014b, 2018), por sua vez, tratam da Gestão de Ativos e visam gerenciar o ciclo de vida dos ativos desde o momento do planejamento de sua aquisição até o seu descarte.

A Figura 3 representa essa evolução dos padrões do BIM e da Gestão de Ativos ao longo do tempo.

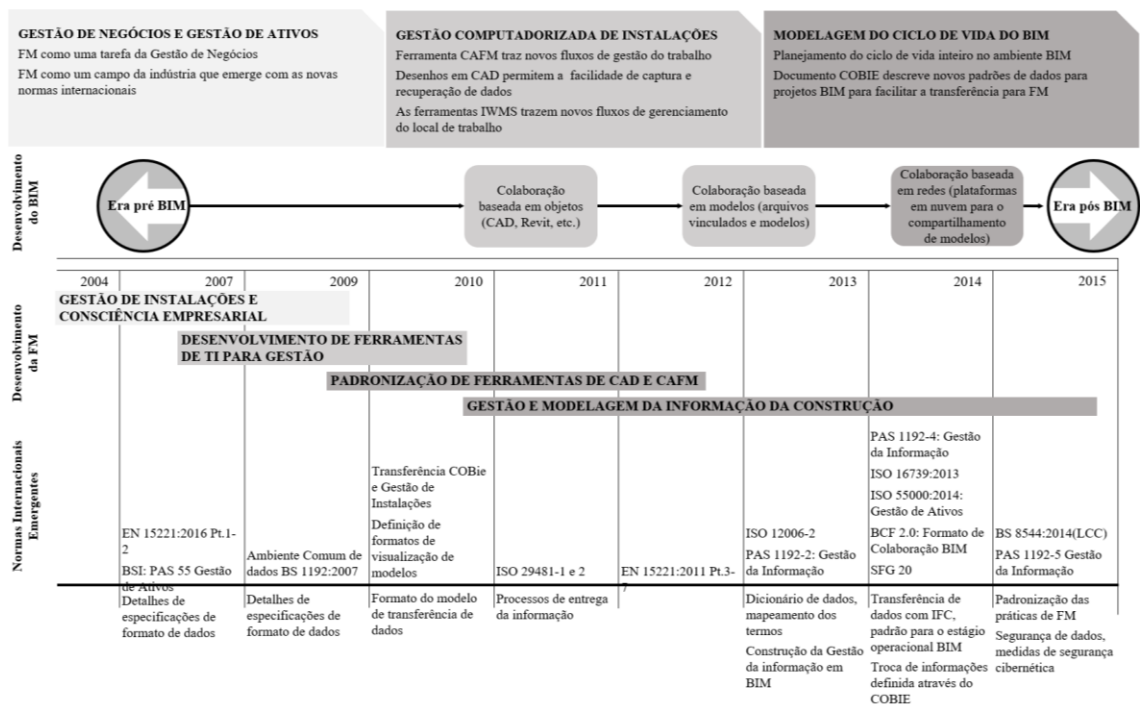


Figura 3. Evolução dos padrões do BIM e da Gestão de Ativos

Fonte: adaptada de Pärn, E.A., Edwards, D.J., & Sing, M.C.P. The building information modelling trajectory in Facilities management: A review. *Automation in Construction*, 75, 45-55, 2017.

2.4 Promovendo a integração da Gestão de Ativos ao BIM

No BIM, os elementos são estruturados de forma inter-relacionada. Os conceitos referentes aos elementos construtivos e os relacionamentos entre eles formam uma rede complexa de iterações. O processo de edificação é interdisciplinar, colaborativo e integra, em suas fases, diversos componentes arquiteturais, estruturais, elétricos, hidráulicos, lógicos, entre

outros (Baracho, Pereira & Almeida, 2017). A diversidade de domínios de conhecimento e de atores envolvidos ao longo ciclo de vida do edifício dificultam a resolução dos problemas advindos da diversidade conceitual que podem ocorrer durante esse ciclo de vida. E isso se potencializa quando se cogita a integração do BIM com a Gestão de Ativos, uma vez a que as abordagens para representação de informações nestes sistemas são diferentes.

Nesse sentido, o *Industry Foundation Classes* (IFC) foi desenvolvido com o propósito de ser um padrão de dados neutro e aberto para a descrição e troca de informações no setor de AEC. O IFC é hoje um padrão internacional (ISO, 2018c). No entanto, a falta de alinhamento semântico entre os sistemas utilizados pelos diversos setores da AEC dificulta sua aplicação (Gómez-Romero, Bobillo, Ros, Molina-Solana, Ruiz, & Martín-Bautista, 2015). Por outro lado, o padrão de formatação de dados *Construction Operations Building Information Exchange* (COBie), relacionado a informações de ativos que incluem espaço e equipamento, também não é capaz de representar todas as informações necessárias para esta integração (Chen, Chen, & Cheng, 2018).

Uma forma de se mitigar essas dificuldades seria a utilização de uma ontologia (Tibaut & Jakoša 2015). Ontologia é um modelo de informação que representa um conjunto de conceitos de um domínio específico, estruturados e inter-relacionados, de entendimento compartilhado por uma comunidade de usuários. Pela sua natureza de aplicação, as ontologias podem ser classificadas em: genéricas, de domínio, de tarefa e de aplicação (Campos, Almeida, Costa, & Malheiros, 2007). Ontologias genéricas (de alto nível, ou ainda de fundamentação) descrevem conceitos gerais, tais como: tempo, espaço, matéria, objeto, evento, ação, e são independentes de um domínio particular, ou seja, se aplicam a mais de um domínio. A partir de ontologias genéricas, as ontologias de domínio expressam conceitos particulares, descrevendo o vocabulário relacionado a um determinado domínio. Ontologias de tarefa expressam conceitos sobre a resolução de problemas, isto é, o vocabulário relacionado a uma atividade ou tarefa, tais como diagnose ou vendas, sendo também especializações de uma ontologia genérica. Ontologias de aplicação descrevem conceitos dependentes de um domínio específico e de tarefa, geralmente especializando ambas as ontologias (Campos, Almeida *et al.*, 2007).

Matějka e Tomek (2017) afirmam que ontologias do BIM até então existentes não eram satisfatórias. Para eles, tanto a literatura científica quanto a técnica descrevem o BIM apenas

sob perspectivas específicas. Mostram que o BIM pode ser visto como produto, método ou metodologia. Como metodologia, propõem uma ontologia que cobre as fases tradicionais do ciclo de vida do projeto e considera as relações entre o BIM e seus acrônimos, como o *Asset Information Model* (AIM) e o *Project Information Model* (PIM), citados na norma PAS 1192, o *Facility Information Modeling* (FIM), que é basicamente o AIM, o *Safety Information Modeling* (SIM), advindos da área industrial, e o *Project Life Cycle Information Modeling* (PLIM).

A partir da iniciativa *Linked Building Data* (LBD), resultado do uso de tecnologias da web semântica para a estruturação de dados de AEC (LDAC, 2012), Gómez-Romero, Bobillo *et al.* (2015) apresentam uma extensão baseada em lógica difusa para versões semânticas do BIM de forma a suportar representação e recuperação de conhecimento impreciso. O BIM resultante permite novas funcionalidades nas fases de design e análise do projeto, possibilitando uma integração suave do conhecimento entre domínios, consultas flexíveis e modelagem paramétrica imprecisa.

Kreider (2013) desenvolveu uma ontologia de usos do BIM, definindo um método de aplicação do BIM durante o ciclo de vida de uma instalação. Ele classifica principalmente os usos do BIM com base no objetivo de sua implementação em uma instalação ou em uma organização, e classifica secundariamente sua aplicação com base nas características do uso de BIM. Estes usos são classificados em cinco objetivos principais: reunir, gerar, analisar, comunicar e realizar. Dependendo de uma implementação específica do BIM, são determinados o processo, as informações, a infraestrutura, a maturidade, os benefícios e as referências necessárias.

3 MÉTODO

Neste trabalho, realizou-se o desenvolvimento de uma estrutura de conhecimento baseada no modelo de elaboração de ontologias de usos do BIM apresentado por Kreider (2013), mostrado na Figura 4. Foi utilizada uma pesquisa qualitativa-exploratória, suportada pela utilização de um questionário com perguntas abertas e de múltipla escolha, com foco nos empregados de uma administradora de aeroportos. A partir dos resultados obtidos com os questionários, foram adotadas as práticas de grupos focais para a identificação dos termos

relevantes e formatação de uma estrutura de conhecimento.



Figura 4. Etapas de elaboração da Ontologia de Usos do BIM

Fonte: Adaptada de Kreider, R. *An Ontology of the Uses of Building Information Modeling*. Tese de Doutorado. Pennsylvania State University, 2013.

No Figura 5, é apresentado um resumo das principais técnicas empregadas em cada uma das etapas de elaboração desta ontologia.

Etapas de Elaboração	Técnicas e Instrumentos utilizados
Definição de domínio e escopo	Pesquisa qualitativa-exploratória envolvendo especialmente engenheiros, arquitetos e técnicos das áreas de Manutenção e Engenharia
Aquisição de conhecimento	Avaliação de normativos internos e de órgãos reguladores e sessões de grupo focal com técnicas de brainstorming
Documentação de termos	Sessões de grupo focal com técnicas de <i>brainstorming</i>
Integração de termos	Sessões de grupo focal com especialistas em BIM e Manutenção
Avaliação da conexão semântica	Sessões de grupo focal com especialistas em BIM e Manutenção
Documentação	Sessões de grupo focal com especialistas em BIM e Manutenção

Figura 5 - Principais técnicas e instrumentos utilizados

Fonte: Adaptada de KREIDER, R. *An Ontology of the Uses of Building Information Modeling*. Tese de Doutorado. Pennsylvania State University, 2013.

3.1 Questionário

Tendo em vista que a população pesquisada se restringiu aos empregados do quadro regular da empresa, foi adotada a amostragem por tipicidade (Marconi & Lakatos, 1996). A população alvo se concentrou em 347 colaboradores com formação em Engenharia e Arquitetura, e Técnicos das áreas de Projetos de Engenharia e de Manutenção, selecionados por estarem ligados às estruturas organizacionais responsáveis pela execução dos projetos em BIM e pela Gestão de Ativos. Houve 83 respostas.

No questionário, procurou-se identificar o conhecimento do respondente em relação aos ativos que compõem a infraestrutura aeroportuária, suas áreas de atuação atuais ou anteriores e sua percepção sobre a importância de determinados equipamentos dentro do contexto estudado, garantindo, assim, que a maior parte da população fosse de fato oriunda das áreas de engenharia

e manutenção. Para assegurar a assertividade dos dados coletados, foi questionado ao respondente sobre o seu nível de conhecimento em relação aos equipamentos que compõem a infraestrutura aeroportuária. A identificação dos respondentes no questionário não foi um item obrigatório e a comunicação foi feita por e-mail e por grupos em rede social.

Para auxiliar na definição do escopo da ontologia do BIM e da Gestão de Ativos, foi incluída no questionário uma relação dos equipamentos que a área de Manutenção da organização tradicionalmente já vinha tratando como críticos. Os respondentes foram instruídos a atribuir um valor para o nível de importância que consideram para cada tipo de equipamento presentes em operações aeroportuárias. Além disso, os respondentes foram instruídos a responder sobre outros equipamentos relevantes não relacionados e seus respectivos níveis de importância.

3.2 O grupo focal

Por meio de grupos focais (Backes, Colomé, Erdmann, & Lunardi, 2011) envolvendo especialistas da empresa em BIM e da área de Manutenção, procurou-se avaliar qual era a estrutura de conhecimento vigente na empresa adotada pelas equipes na elaboração de projetos de engenharia e na execução das atividades de Gestão de Ativos. Foram considerados os normativos internos vigentes e, por se tratar de um tema a ser aplicado dentro dos aeroportos brasileiros, também foram analisados os documentos emitidos pela Agência Nacional de Aviação Civil [ANAC], em especial o RBAC 153 (ANAC, 2019) o RBAC 154 (ANAC, 2019), além de documentos emitidos pela *Federal Aviation Administration* (2012), entidade governamental dos Estados Unidos responsável pelos regulamentos e todos os aspectos da aviação civil naquele país. O planejamento das sessões do Grupo Focal, realizadas por videoconferência, está descrito no Figura 6.

	Participantes	Objetivos
1ª Sessão	Especialistas em BIM da organização (6 participantes)	<ul style="list-style-type: none"> – Análise de normativos – Identificação da estrutura de organização referente à elaboração e execução projetos em BIM vigente na empresa
2ª Sessão	Especialistas da área de manutenção da organização (5 participantes)	<ul style="list-style-type: none"> – Análise de normativos – Identificação da estrutura de organização referente à Gestão de Ativos vigente da empresa
3ª Sessão	Especialistas em BIM e especialistas da área de manutenção da organização (9 participantes)	<ul style="list-style-type: none"> – Apresentação das estruturas de organização vigentes, avaliação dos termos similares e proposta de agrupamento em um modelo piloto de estrutura integrada para um tipo de ativo
4ª Sessão	Especialistas em BIM e especialistas da área de manutenção da organização (9 participantes)	<ul style="list-style-type: none"> – Desenvolvimento do modelo inicial – Aplicação do modelo proposto em mais dois tipos de ativos – Avaliação e refinamento do modelo

Figura 6 - Planejamento das sessões de grupo focal

Fonte: Elaborada pelos autores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Definição do escopo

Constatou-se que 86% dos respondentes declararam ter conhecimentos intermediários ou avançados com relação à relevância dos ativos relacionados (Figura 7).

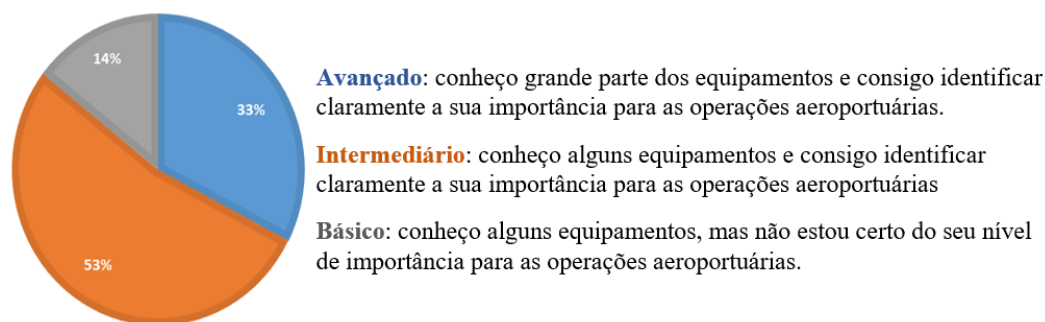


Figura 7 - Nível de conhecimento sobre ativos aeroportuários

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

Com relação às áreas de atuação, foi verificado que 59% dos profissionais trabalham ou já trabalharam na área de engenharia da empresa e que aproximadamente 28% dos profissionais trabalham ou já trabalharam na área de manutenção, conforme mostrado na Figura 8. Entre os

outros, também responderam à pesquisa profissionais que atuam ou já atuaram nas áreas de segurança, operação e patrimônio. A soma destes resultados ultrapassa 100% uma vez que na pesquisa foi permitido que os profissionais relacionassem mais de uma área nas quais já trabalharam anteriormente.

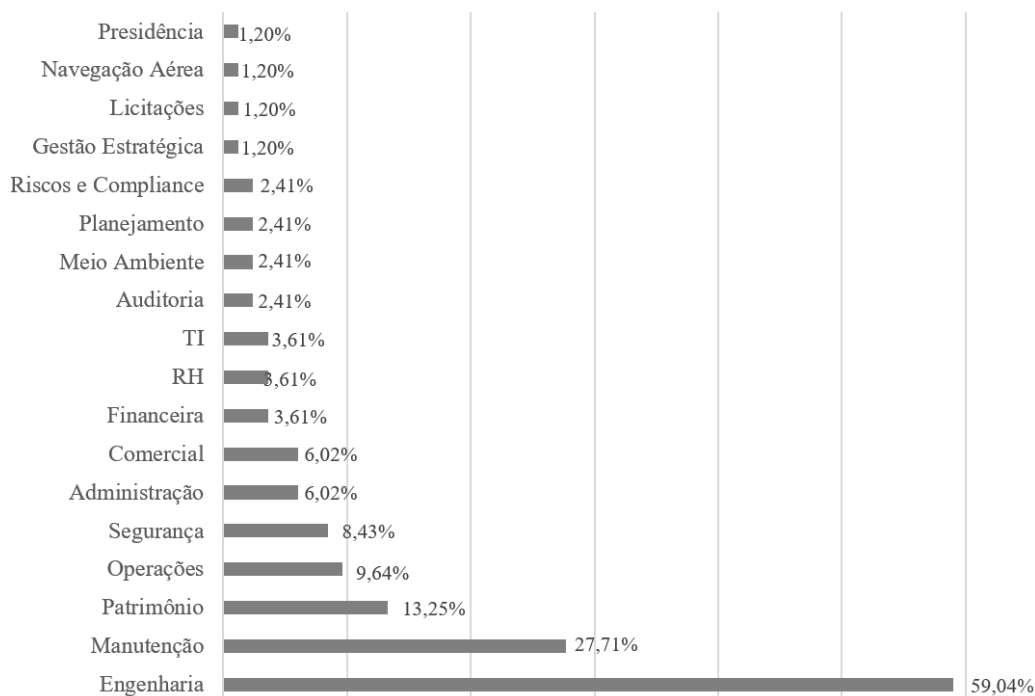


Figura 8 - Áreas de atuação atual ou anterior

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

Entre os ativos mais importantes para as operações aeroportuárias citados pelos respondentes (lembrados por mais de 90% deles com nível máximo de importância) estão os pavimentos das pistas de pousos de decolagens (97,56%), seguido do sistema de auxílios visuais (91,57%), dos equipamentos de raio X (91,57%) e dos pavimentos das pistas de taxi e pátio de aeronaves (90,36%). A relação completa é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1
Importância dos equipamentos aeroportuários

#	Equipamento/% de Notas	5	4	3	2	1
1	Pavimentos das pistas de pousos e decolagens	97,59%	2,41%	0,00%	0,00%	0,00%
2	Sistema de auxílios visuais	91,57%	8,43%	0,00%	0,00%	0,00%
3	Equipamentos de Raio X	91,57%	7,23%	1,20%	0,00%	0,00%
4	Pavimentos das pistas de taxi e pátio de aeronaves	90,36%	8,43%	1,20%	0,00%	0,00%
5	Veículos de combate à incêndios	85,54%	13,25%	1,20%	0,00%	0,00%
6	Unidades de energia elétrica de emergência	85,54%	12,05%	2,41%	0,00%	0,00%
7	Estação meteorológica de superfície	84,34%	13,25%	2,41%	0,00%	0,00%
8	Sistema de comunicação VHF	83,13%	15,66%	1,20%	0,00%	0,00%
9	Esteiras de bagagem	74,70%	16,87%	7,23%	0,00%	1,20%
10	Detector de traços explosivos	63,86%	22,89%	12,05%	1,20%	0,00%
11	Elevadores	46,99%	36,14%	10,84%	6,02%	0,00%
12	Pontes de embarque	42,17%	42,17%	13,25%	2,41%	0,00%
13	Sistema de ar-condicionado central	42,17%	42,17%	13,25%	2,41%	0,00%
14	Escadas rolantes	38,55%	37,35%	14,46%	7,23%	2,41%
15	Empilhadeiras	34,94%	28,92%	26,51%	7,23%	2,41%
16	Áreas verdes	32,53%	44,58%	20,48%	1,20%	1,20%
17	Câmaras frigoríficas	21,69%	31,33%	25,30%	14,46%	7,23%

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

4.2 Aquisição de conhecimento

Na etapa de aquisição de conhecimento, realizada por meio das reuniões com os grupos focais, obtiveram-se os resultados apresentados a seguir.

4.2.1 Elaboração de projetos em BIM na área de Engenharia

Na avaliação dos documentos internos consultados, realizados na 1ª sessão do grupo focal, verificou-se que a área de Engenharia classifica os projetos, inclusive os executados em BIM, em 2 grupos. O 1º grupo é relativo à localização da obra e é composto pelos subgrupos *Sítio da obra* e *Área do sítio*. O 2º grupo diz respeito às funções e atividades técnicas, subdividido em *Especialidade e subespecialidade* e *Tipo/Especificação* do documento. A Figura 9 representa o tratamento referente ao projeto de uma pista de pousos e decolagens no

âmbito da área de Engenharia da empresa.

<p>PROJETOS DE ENGENHARIA</p> <p>1º Grupo (Localização)</p> <p>1º Subgrupo (Sítio da obra) ⊕</p> <p>2º Subgrupo (Área do sítio) ⊕</p> <p>2º Grupo (Funções de atividades técnicas)</p> <p>1º Subgrupo (Especialidade e subespecialidade)</p> <p>000 a 099 Geral ⊕</p> <p>100 a 199 Infraestrutura</p> <p>100 Geral</p> <p>101 Topografia</p> <p>102 Drenagem</p> <p>103 Geotecnia</p> <p>104 Terraplanagem</p> <p>105 Pavimentação</p> <p>106 Muros e cercas</p> <p>107 Área periférica</p> <p>108 Levantamento hidrográfico/batimétrico</p> <p>109 Túnel</p> <p>110 Viaduto</p> <p>111 Macrodrenagem</p> <p>112 Sistema separador de água e óleo</p> <p>113 Sinalização viária</p> <p>200 a 299 Arquitetura ⊕</p> <p>300 a 399 Estrutura ⊕</p> <p>400 a 499 Elétrica/Eletromecânica/Eletrônica ⊕</p> <p>500 a 599 Hidráulica/Saneamento e fluidos industriais ⊕</p> <p>600 a 699 Instalações e equipamentos de contra incêndio ⊕</p> <p>700 a 799 Instalações de proteção ao voo ⊕</p> <p>800 a 899 Meio ambiente ⊕</p> <p>900 a 999 Planejamento e projeto de empreendimentos comerciais ⊕</p> <p>2º Subgrupo (Tipo/Especificação) ⊕</p>
--

Figura 9 - Estrutura dos projetos de Engenharia

Fonte: Elaborado pelos autores

Neste cenário, será considerado como exemplo a elaboração de um projeto de uma pista de pousos e de decolagens. Na estrutura vigente, este ativo seria cadastrado dentro de uma subespecialidade chamada *Pavimentação*, vinculada a uma especialidade chamada *Infraestrutura*.

4.2.2 Execução das atividades de gestão pela área de manutenção

Ainda no processo de avaliação dos documentos internos, realizado durante a 2ª sessão do grupo focal, verificou-se que a área de Manutenção classifica seus ativos em Sistema, Subsistemas e Equipamentos, sendo que cada equipamento a ser mantido possui uma

numeração específica. Assim como realizado na área de Projetos de Engenharia, é mostrado na Figura 10 como é feito o cadastro das pistas de pousos e de decolagens no Sistema de Gestão de Ativos da Manutenção adotado pela empresa.

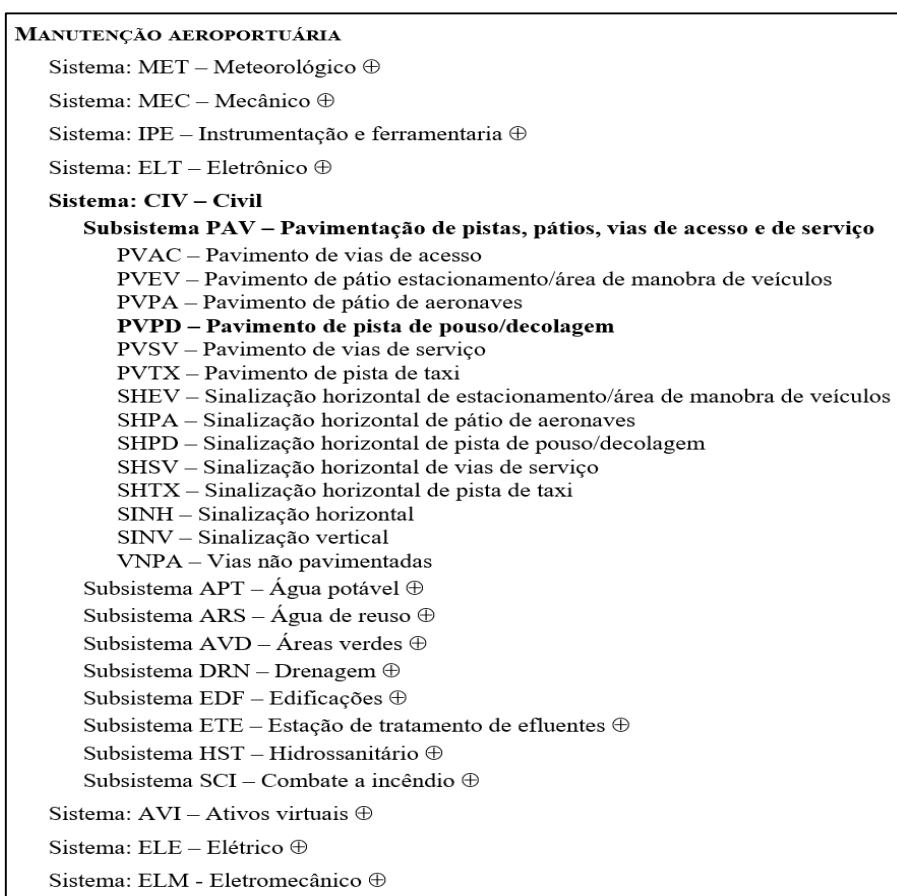


Figura 10 - Estrutura da atividade de controle da manutenção

Fonte: Elaborado pelos autores

Neste caso, adotando o mesmo exemplo de uma pista de pousos e de decolagens apresentado na seção anterior, na área de Manutenção, este ativo seria cadastrado dentro de um subsistema chamado *Pavimento de pistas, pátios, vias de acesso e de serviços* que, por sua vez, está vinculado a um sistema chamado *Civil*. Estes diagramas foram apresentados na 3ª sessão do grupo focal para avaliação da situação encontrada em cada uma das áreas.

4.3 Documentação de termos

Nesta etapa, ainda durante a 3ª sessão do grupo focal, foi elaborada, por meio da técnica de *brainstorming*, uma relação dos principais termos relevantes para as áreas de Projetos de Engenharia e de Gestão da Manutenção, apresentado na Figura 11.



Figura 11 - Identificação de termos

Fonte: Elaborado pelos autores

Concluída esta etapa, foi feita uma proposta inicial de agrupamento dos termos, apresentada na Figura 12.

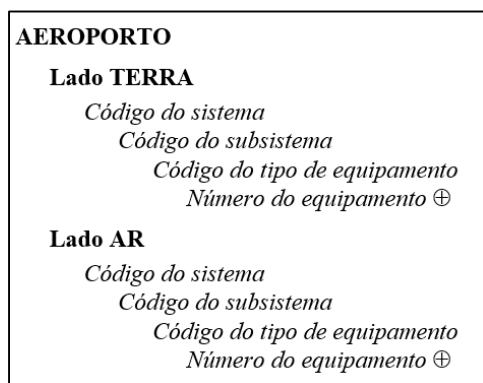


Figura 12 - Agrupamento inicial de termos

Fonte: Elaborado pelos autores

Entre os pontos levantados no grupo focal, está o fato das agências de controle como a ANAC no Brasil e a FAA nos Estados Unidos possuírem tratamento diferenciado para os ativos aeroportuários vinculados diretamente às operações com aeronaves (*Lado AR*) e os ativos que não possuem este vínculo específico (*Lado TERRA*). Por este motivo, uma das propostas para

a nova estrutura de conhecimento foi segmentar nesses dois grandes grupos relacionados ao tratamento dado pelos órgãos de controle da aviação civil. Além disso, foi proposta uma estrutura básica composta pela subdivisão em *Sistemas*, *Subsistemas*, *Tipo de equipamento* e *Número do equipamento*.

4.4 Integração dos termos

De posse da estrutura primária levantada na etapa anterior, foi feita a 4ª sessão de grupo focal para o agrupamento de termos e identificação das demais características e hierarquias comuns. Nesta etapa, foi proposto um detalhamento da identificação do número do equipamento, conforme mostrado na Figura 13.

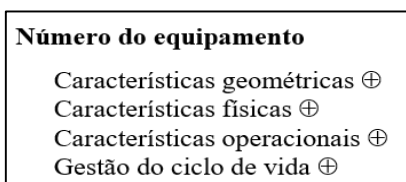


Figura 13 - Integração de termos

Fonte: Elaborado pelos autores

Nas etapas seguintes, ainda durante a 4ª sessão do grupo focal, definiu-se as características de cada uma das subdivisões elencadas na etapa anterior. Para isso, avaliou-se como seria esse detalhamento com a sua aplicação nos *Pavimentos de pista de pouso/decolagem*. Na Figura 14, mostra-se o desdobramento das características operacionais desses ativos, ou seja, estrutura e funcionalidade, principais defeitos, medição dos índices de irregularidade longitudinal, entre outros.

Características operacionais

- Estrutura e funcionalidade
 - Dados da última medição
- Defeitos
- Desníveis/depressões/deformações
- Irregularidade longitudinal
 - Dados da última medição
- Atrito
 - Dados da última medição
- Macrotextura
- Acúmulo de borracha
 - Data da última remoção
- Integridade das juntas de dilatação

Figura 14 - Características operacionais

Fonte: Elaborado pelos autores

Na Figura 15, é apresentado um exemplo de desdobramento das características físicas dos pavimentos das pistas de pouso e decolagem, onde foram incluídos itens como o número de classificação do pavimento, o seu tipo e a resistência do seu subleito.

Características físicas

- Número de classificação do pavimento (PCN)
- Tipo de pavimento
 - Rígido
 - Flexível
- Resistência do subleito
 - Muito baixa
 - Baixa
 - Média
 - Alta
- Pressão máxima admissível dos pneus
 - Baixa
 - Média
 - Alta
 - Ilimitada
- Método de avaliação
 - Técnico
 - Usual
- Método de operação
 - VFR
 - IFR

Figura 15 - Características físicas

Fonte: Elaborado pelos autores

Na Figura 16, apresenta-se o exemplo do desdobramento das características geométricas

dos pavimentos das pistas de pousos e decolagens. Neste item, foram incluídas as características da linha central da pista, suas interseções, seus elementos, sua área e marcações de fim de pista, por exemplo.

Características geométricas
Linha central da pista (<i>Runway centerline</i>)
Superfície de design do heliporto da pista (<i>Runway Helipad Design Surface</i>)
Interseção da pista (<i>Runway intersection</i>)
Pista de operações de pouso terrestre e suspenso (<i>Runway LAHSO</i>)
Elemento da pista (<i>Runway elemento</i>)
Pista (<i>Runway</i>)
Área de detenção de pista (<i>Runway arresting área</i>)
Área para pousos em emergência (<i>Runway blast pad</i>)
Fim da pista (<i>Runway end</i>)
Limite da área de segurança da pista (<i>Runway safety área boundary</i>)

Figura 16 - Características geométricas

Fonte: Elaborado pelos autores

Na Figura 17 é apresentado o resultado do desdobramento da gestão do ciclo de vida dos pavimentos das pistas de pousos e decolagens. Estas características foram subdivididas em dois grupos: *Ativos digitais* e *Características*.

Gestão do ciclo de vida
Ativos digitais
Sistemas de automação
Nuvem de pontos
Gêmeo digital
Características
Data da instalação
Data da entrada em operação
Intervenção preventiva ⊕
Data da última intervenção corretiva
Disponibilidade operacional ⊕
Custo de intervenções de manutenção (corretivas e preventivas) ⊕
Índice de confiabilidade ⊕

Figura 17 - Gestão do ciclo de vida

Fonte: Elaborado pelos autores

Em *Ativos digitais*, relacionam-se o nível dos sistemas de automação, a existência de nuvem de pontos e dos gêmeos digitais cadastrados. Nas *Características* são fornecidas as informações que tratam da data de instalação do ativo, da sua entrada em operação, da relação de datas e custos das intervenções corretivas e preventivas além da avaliação do seu índice de

confiabilidade.

4.5 Avaliação

Na fase de avaliação, ocorrida ainda na 4ª sessão do grupo focal, foi analisado a sua aplicação tendo como referência o projeto em BIM de um pavimento aeroportuário desde a sua concepção até a sua entrega para as atividades de operação e manutenção, conforme mostrado na Figura 18.

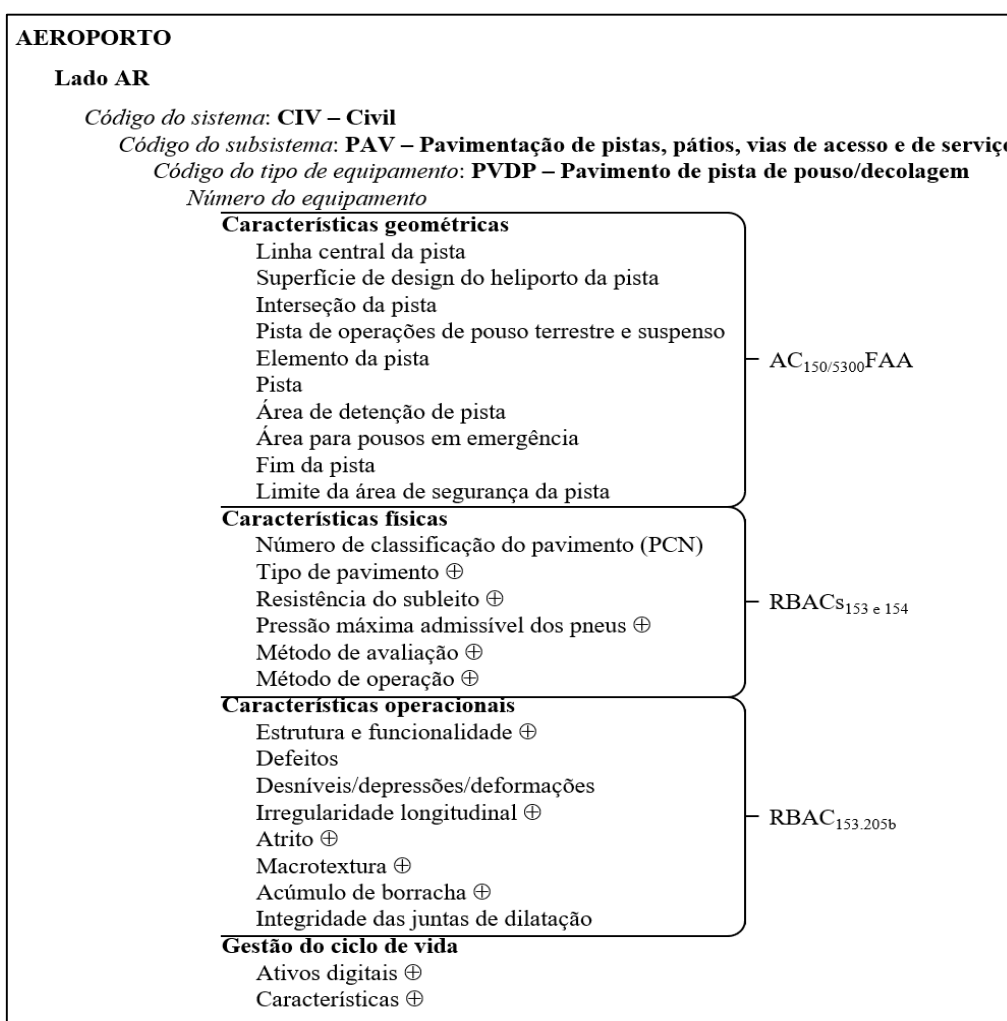


Figura 18 - Avaliação da estrutura

Fonte: Elaborado pelos autores

Na sequência, foi avaliada a sua integração com o Sistema de Auxílios Visuais e o Sistema de Inspeção de Bagagens e Passageiros, como mostrado na Figura 19. Esses

equipamentos são também identificados entre os mais relevantes para as operações aeroportuárias.

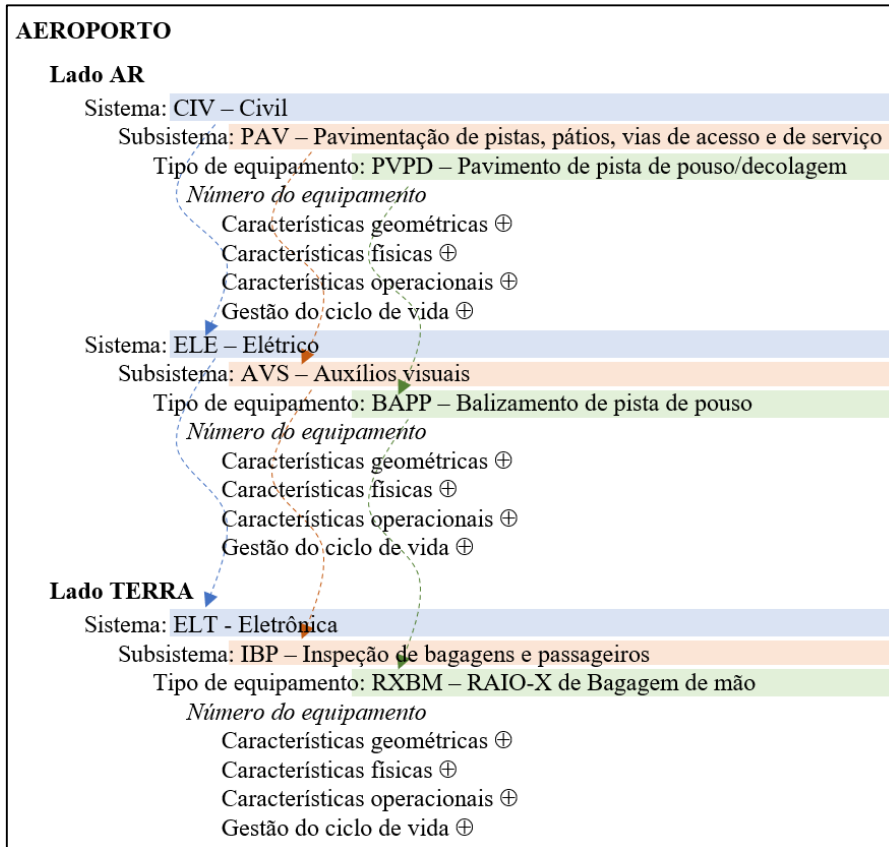


Figura 19 - Avaliação da integração

Fonte: Elaborado pelos autores

Os resultados mostraram que o modelo proposto não apenas é aderente aos demais tipos de ativos avaliados, como também sua aplicação permitiria a gestão e o controle das informações durante todo o seu ciclo de vida. Com a estruturação e disponibilização destes dados, seria possível seu acesso pelos diversos sistemas, softwares e processos vinculados ao BIM e à Gestão de Ativos.

4.6 Documentação

As etapas de desenvolvimento da estrutura proposta nas fases presentes neste trabalho foram documentadas e, ato contínuo, propõe-se estudos aprofundados para a elaboração de

normativos visando sua aplicação para os demais ativos da infraestrutura aeroportuária.

5 DISCUSSÃO

Este trabalho confirma não só a relevância como a necessidade de se investir na interoperabilidade entre o BIM e a Gestão de Ativos. Observou-se que, apesar de tratarem, muitas vezes, do mesmo equipamento, não havia, tanto nas estruturas das áreas de Engenharia e de Manutenção, uma identificação única que permitisse acompanhar e gerenciar esse ativo desde o momento do seu projeto até a sua entrega para a manutenção e operação, uma vez que ele é tratado de forma separada por cada uma das áreas envolvidas. Portanto, constata-se que as atividades de manutenção, atualmente, não guardam vínculo sistêmico com o projeto executado, assim como os projetos elaborados em BIM pela área de Engenharia não possuem vínculo sistêmico com os aspectos relacionados às atividades da Gestão de Ativos.

A aplicação da estrutura de conhecimento proposta, por proporcionar uma fusão entre os processos BIM e de Gestão de Ativos, indicam uma solução potencial para esse problema. Com a sua adoção, os softwares e demais processos pertinentes passam a ter uma conexão semântica que possibilitaria o compartilhamento de informações durante todo o ciclo de vida de uma edificação e de seus ativos vinculados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho elaborou uma conexão semântica que possibilita a padronização dos termos básicos referentes às Metodologias BIM e de Gestão de Ativos em um contexto de aplicação no ambiente aeroportuário, observando-se também os requisitos exigidos pelos órgãos de controle. Os ativos estratégicos desse setor foram identificados por meio de pesquisa qualitativa e grupos focais, classificando-os por ordem de importância e avaliando-os à luz dos normativos existentes. Por meio da simulação da estrutura proposta envolvendo a Gestão de Ativos, foi possível identificar a sua integração com os processos BIM, seja por meio de informações de desempenho a serem registradas no modelo, seja pela facilidade de sua localização física pelas equipes de manutenção.

Ao se propor um vocabulário para integrar as áreas, observou-se que, embora as disciplinas de Projetos de Engenharia e de Gestão de Ativos frequentemente lidem com o

mesmo tipo de ativo, utilizam estruturas de organização e classificação distintas, confirmando a hipótese da falta de interoperabilidade entre estes dois sistemas. Do ponto de vista estratégico, o modelo proposto aproveita grande parte da estrutura de conhecimento vigente, o que facilita a sua aplicação nos demais ativos da infraestrutura aeroportuária e pode impactar a redução dos recursos (financeiros e profissionais) necessários para a sua implantação.

Um outro ganho potencial observado se refere à melhoria nas atividades corriqueiras da gestão dos processos BIM e da Gestão de Ativos. Como estes processos muitas vezes utilizam uma variada gama de sistemas (orçamentação, planejamento, desenho, simulação) para o controle de uma edificação durante o seu ciclo de vida, a definição de uma estrutura integrada permite que sejam conhecidas e compartilhadas as informações inerentes ao controle deste ciclo e que os eventuais sistemas a serem adquiridos ou desenvolvidos, tenham a capacidade de fornecer as informações necessárias dentro do contexto estabelecido.

Esta pesquisa limitou-se à avaliação da estrutura do conhecimento referentes aos processos BIM e Gestão de Ativos no ambiente aeroportuário e na realidade da organização pesquisada. Trabalhos futuros podem analisar a viabilidade de implantação da estrutura proposta em outras entidades da administração pública ou privada, visando a integração das metodologias BIM e de Gestão de Ativos em suas organizações. Baseados na estrutura de conhecimento aqui proposta, esforços podem ser empreendidos no sentido de desenvolver uma ontologia de domínio para a interligação entre as duas essas duas metodologias.

REFERÊNCIAS

- Abbondati, F., Biancardo, S. A., Palazzo, S., Capaldo, F. S., & Viscione, N. I-BIM for existing airport infrastructures. *Transportation Research Procedia*, 45, 596-603, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.052>
- Agência Nacional de Aviação Civil. RBAC nº 153, Emenda nº 04 - Aeródromos - Operação, Manutenção e Resposta à Emergência. ANAC, 2019. <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2019/19s2/anexo-i-rbac-no-153-emenda-04/view>
- Agência Nacional de Aviação Civil. RBAC nº 154, Emenda nº 06 – Projeto de Aeródromos. ANAC, 2019. https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-154/@@display-file/arquivo_norma/RBAC154EMD06.pdf
- Alreshidi, E., Mourshed, M., & Rezgui, Y. Factors for effective BIM governance. *Journal of Building Engineering*, 10, 89-101, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jobbe.2017.02.006>

- Backes, D. S., Colomé, J. S., Erdmann, R. H., & Lunardi, V. L. Grupo focal como técnica de coleta e análise de dados em pesquisas qualitativas. *O mundo da saúde*, 35(4), 438-442, 2011.
- Baracho, R. M. A., Pereira, M. L., & Almeida, M. B. Ontology, Internet of Things, and Building Information Modeling (BIM): An exploratory study and the interrelations between Technologies. *CEUR Workshop Proceedings*, 1908 (ONTOBRAS 2017: X Seminar on Ontology Research in Brazil), 141-146, 2017.
- Campos, M. L. A., Almeida, C. H. M., Costa, L. M., & Malheiros, L. R. Ontologias: representando a pesquisa na área através de mapa conceitual. *Anais do VIII ENANCIB - Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação*, Salvador-BA, 2007. <http://www.enancib.ppgci.ufba.br/artigos/GT2--129.pdf>
- Cavka, H. B., Staub-French, S., & Poirier, E. A. Developing Owner Information Requirements for BIM-Enabled Project Delivery and Asset Management. *Automation in Construction*, 83, 169-183, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.08.006>
- Chen, K., Li, H., & Rezgui, Y. A BIM governance model for UK construction project information delivery. *European Group for Intelligent Computing in Engineering. EG-ICE: 20th International Workshop: Intelligent Computing in Engineering*, 2013.
- Chen, W.; Chen, K.; Cheng, J.C.P. Towards an ontology-based approach for information interoperability between BIM and Facility management. In: I. Smith & B. Domer (eds) *Advanced Computing Strategies for Engineering. Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 10864, 447-469. Springer, 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91638-5_25
- Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019 (2019). Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling. Brasília: Diário Oficial da União, Seção 1, 23 ago 2019. <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2019/decreto-9983-22-agosto-2019-789002-publicacaooriginal-158937-pe.html>
- Eastman, C. E., Sacks, R., Teicholz, P., & Liston, K. *BIM Handbook: a guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractor*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.
- Federal Aviation Administration. AC 150/5300-13A - Airport Design. FAA, 2012. https://www.faa.gov/airports/resources/advisory_circulars/index.cfm/go/document.current/documentnumber/150_5300-13
- Farghaly, K., Abanda, F. H., Vidalakis, C., & Wood, G. BIM-Linked Data Integration for Asset Management. *Built Environment Project and Asset Management*, 9(4), 489-502, 2019. <https://doi.org/10.1108/BEPAM-11-2018-0136>
- Gómez-Romero, J., Bobillo, F., Ros, M., Molina-Solana, M., & Ruiz, M. D.; Martín-Bautista, M. J. A fuzzy extension of the semantic Building Information Model. *Automation in Construction*, 57, 202-212, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.04.007>
- Gonçalves Jr, F. BIM: tudo que você precisa saber sobre esta metodologia. Altoqi. <http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/>
- Gurevich, U., Sacks, R., & Shrestha, P. BIM adoption by public Facility agencies: impacts on occupant value. *Building Research and Information*, 6, 610-630, 2017. <https://doi.org/10.1080/09613218.2017.1289029>
- Haider, W. & Haider, A. Governance structures for engineering and infrastructure Asset Management. *Technology Management in the It-Driven Services*, pp. 1229-1238, 2013.

- International Standards Organization. ISO 12006-3: Building construction – Organization of information about construction works – Part 3: Framework for object-oriented information. ISO, 2007.
- International Standards Organization. ISO 55000: Asset management – Overview, principles and terminology. ISO, 2014a.
- International Standards Organization. ISO 55001: Asset management – Management systems – Requirements. ISO, 2014b.
- International Standards Organization. ISO 12006-2: Building construction – Organization of information about construction works – Part 2: Framework for classification. ISO, 2015.
- International Standards Organization. ISO 29481-1: Building information models – Information delivery manual – Part 1: Methodology and format. ISO, 2016.
- International Standards Organization. ISO 55002: Asset management – Management systems – Guidelines for the application of ISO 55001. ISO, 2018.
- International Standards Organization. ISO 19650-1: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 1: Concepts and principles. ISO, 2018a.
- International Standards Organization. ISO 19650-2: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 2: Delivery phase of the assets. ISO, 2018b.
- International Standards Organization. ISO 16739-1: Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries – Part 1: Data schema. ISO, 2018c.
- Kardec, A., Esmeraldo, J., Lafraia, J. B., & Nascif, J. X. Gestão de Ativos. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2014.
- Kim, E., Yun, J., & Cho, S. Integrated space and asset management system for large scale airport - The case of Incheon International Airport. 20th International Conference of the Association For Computer-Aided Architectural Design Research in Asia, Hong Kong, 2015.
- Kreider, R. An Ontology of the Uses of Building Information Modeling. Tese de Doutorado. Pennsylvania State University, 2013. https://etda.libraries.psu.edu/files/final_submissions/7680
- Lafraia, J. R. & Hardwick, J. Vivendo a Gestão de Ativos. Rio de Janeiro, Qualitymark, 2015.
- LDAC. First International Workshop on Linked Data in Architecture and Construction. Workshop Report, 2012. <http://multimedialab.elis.ugent.be/ldac2012/documents/LDACworkshopreport.pdf>
- Lopez, A. E. BIM as a Change Driver in Public Organizations. WIT Transactions on The Built Environment, 169, 169-175, 2017. <https://doi.org/10.2495/BIM170161>
- López, A. J. G., Márquez, A. C., Sanz, J. A., Kobbacy, K. A. H., Shariff, S. M., Le Page, E., & González-Prida, V. Asset Management for buildings within the framework of building information modeling development. In: Information Resources Management Association (USA). Decision Management: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications, IGI Global, pp. 133-150, 2017.

- Marconi, M. D. A. & Lakatos, E. M. Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- Matějka, P. & Tomek, A. Ontology of BIM in a Construction Project Life Cycle. *Procedia Engineering*, 196, 1080-1087, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.065>
- McCuen, T. L. & Pittenger, D. Use of BIM for Asset Management in North American Airports. 60th Annual Meeting for the Association for the Advancement of Cost Engineering International, Toronto, Canadá, 2016.
- Muller, M. F., Esmanioto, F., Huber, N.; Loures, E. R., & Canciglieri, O. A systematic literature review of interoperability in the green Building Information Modeling lifecycle. *Journal of Cleaner Production*, 223, 397-412, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.114>
- Munir, M., Kiviniemi, A., & Jones, S. W. Business value of integrated BIM-based asset management, *Engineering, Construction and Architectural Management*, 26(6), 1171-1191, 2019. <https://doi.org/10.1108/ECAM-03-2018-0105>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. *Building Information Modeling for Airports*. Washington, DC: The National Academies Press, 2016. <https://doi.org/10.17226/23517>
- Pärn, E. A., Edwards, D. J., & Sing, M. C. P. The building information modelling trajectory in Facilities management: A review. *Automation in Construction*, 75, 45-55, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.12.003>
- Shahata, K., Burgess, L., & Davies, J. Implementing Asset Management in the city of London. *Canadian Society for Civil Engineering Annual Conference*, Vol. 1: Resilient Infrastructure, pp. 660-661, 2016. <http://toc.proceedings.com/35090webtoc.pdf>
- Solé, A. & Silva, J. E. A responsabilização do gestor de ativos: o grande desafio da aplicação da ISO 55000. 31^o Congresso Brasileiro de Manutenção e Gestão de Ativos, Curitiba, PR, 2016.
- Studio Ideia. BIM. 2020. <https://www.studioideia.com/blog/93-bim>
- Tchouanguem, D. J. F., Karray, M. H., Fogueim, B. K., Magniont, C., & Abanda, F. H. Interoperability challenges in building information modelling (BIM). In: K. Popplewell, K. D. Thoben, T. Knothe, & R. Poler (eds) *Enterprise Interoperability VIII: Proceedings of the I-ESA Conferences*, Vol. 9. Springer, 2019. https://doi.org/10.1007/978-3-030-13693-2_23
- Tibaut, A. & Jakoša, D. Development of knowledge model for construction projects. In: L. Uden, M. Heričko, & I. Ting, (eds) *Knowledge Management in Organizations. Lecture Notes in Business Information Processing*, Vol. 224, pp. 248-259, Springer, 2015. https://doi.org/10.1007/978-3-319-21009-4_19
- Vieira, D., Calmon, J. L., & Cavalcante, M. C. Building information modeling (BIM) in Brazil's architecture, engineering and construction (AEC) industry a review and a bibliometric study. *The Journal of Modern Project Management*, 5(1), 22-37, 2017.