METAMODELO PARA A CRIAÇÃO DO AIR - ASSET INFORMATION REQUIREMENTS DE UMA UNIDADE ASSISTENCIAL HOSPITALAR

Adriana Tonani[(1)], Camila Joko[(2)], Paula Mota[(3)]

(1) UFMG, Belo Horizonte, 0009-0008-1543-4692
(2) SIPPRO, São Paulo, 0009-0004-7043-1225
(3) SIPPRO, Birmingham, 0000-0001-7559-8455

Resumo

Os processos de manutenção e operação hospitalares demandam uma gestão robusta de dados sobre as infraestruturas físicas e os equipamentos médicos que compõem a unidade assistencial. A sistematização dessas informações é essencial para organizar um processo naturalmente complexo, orientado por critérios técnicos previamente definidos. Nesse contexto, a adoção do BIM como repositório central de dados dos ativos hospitalares constitui uma base estruturante capaz de abranger essa complexidade e de apoiar uma compreensão sistêmica da realidade construtiva e operacional. Este artigo tem como objetivo propor um metamodelo orientador para a futura elaboração dos Requisitos de Informação de Ativos (AIR – *Asset Information Requirements*), que serão utilizados na gestão dos ativos hospitalares quando a instituição estiver plenamente em operação. Para isso, delineou-se o processo de construção de uma avaliação multicritério destinada ao registro das informações qualitativas e quantitativas necessárias à gestão dos ativos. Além disso, buscou-se identificar o contexto decisório, caracterizar a demanda, mapear os agentes envolvidos na definição dos parâmetros e classificar as tipologias de informação que comporiam o metamodelo. Como resultado, foi desenvolvido um metamodelo de AIR estruturado, sustentável e replicável, capaz de orientar futuros trabalhos e ampliar as possibilidades de aplicação do BIM na operação e manutenção de unidades hospitalares.

1. Introdução

O conceito de que as unidades assistenciais hospitalares demandam uma gestão eficiente dos processos de manutenção e operação para oferecerem alta qualidade de atendimento aos pacientes não é recente. Em seu livro, Manutenção e segurança hospitalar preditivas [1], Karman discorre sobre a complexidade hospitalar, explicitando que ela está presente não somente na arquitetura das unidades, mas também em suas infraestruturas físicas e nos equipamentos. Na ocorrência de falhas de operação no funcionamento de algum ativo

hospitalar, seja na infraestrutura ou nos equipamentos, as consequências podem causar danos irreversíveis à vida das pessoas.
Além disso, com o desenvolvimento extraordinário ocorrido nos últimos anos nas tecnologias diagnósticas e de tratamentos aplicados à medicina, o número de tipologias de infraestruturas físicas e de novos equipamentos médicos cresceu substancialmente, exigindo das equipes de operação e manutenção um aumento de capacidade técnica e gerencial para dar conta de administrar as diversas demandas que surgiram como consequência destes avanços científicos.
Não por acaso, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária tem publicado, a partir da Resolução da diretoria colegiada - RDC50, de 21/02/2002 [2], uma série de outras resoluções e manuais técnicos, a fim de esclarecer e nortear arquitetos, engenheiros e demais profissionais envolvidos em projetos, construções e operações de hospitais, sobre as características físicas, operacionais e de tecnovigilância [3], e assim, de melhorar as qualidades ambientais e os desempenhos de funcionamento das unidades assistenciais de saúde.
O entendimento dessas características especializadas dos hospitais levou ao surgimento, inclusive, de novas categorias profissionais dentro das instituições, como a dos engenheiros clínicos, responsáveis por gerir os equipamentos de saúde com eficiência e segurança [4].
Dentro deste cenário, a contribuição que o *Building Information Modelling* (BIM) oferece é a de fornecer uma estratégia para organizar os dados qualitativos e quantitativos, tanto sobre as infraestruturas físicas necessárias ao funcionamento dos ambientes, quanto dos equipamentos médicos para disponibilizá-los nos sistemas de manutenção e operação dos hospitais, de maneira dinâmica e contínua.
A norma ABNT NBR 19650-1 [5] estabelece a importância da criação dos Requisitos de Informação de Ativos (AIR) para garantir que os dados essenciais a serem preservados para a fase de operação e manutenção das edificações sejam identificados e armazenados no modelo, servindo como um extenso repositório de dados para os sistemas de gestão de *facilities.* Entretanto, a configuração ótima para o seu desenvolvimento não é definida pela norma, podendo variar de acordo com a alta gestão dos empreendimentos, das necessidades cotidianas de operação, da criticidade dos ativos e de outros fatores específicos de cada instituição.
Assim, o estabelecimento de um metamodelo referencial que sirva de base para a elaboração do AIR específico para a operação e manutenção hospitalar é fundamental para que se consiga mapear e selecionar os dados essenciais ao seu gerenciamento. De acordo com Lima [6], o metamodelo é o delineamento de um processo que incorpora a construção de um modelo de avaliação multicritério como recurso para compatibilizar multidesempenhos.
O objetivo deste artigo é a demonstração de um metamodelo criado para servir de orientação para elaboração do AIR com o foco em unidades hospitalares, utilizando-se de uma demanda de uma instituição específica como fonte de dados, geradora do estabelecimento de requisitos e indutora da motivação para a pesquisa ora apresentada.

2. Metodologia

A metodologia adotada e adaptada para a criação do metamodelo do AIR possuiu caráter exploratório, no qual foram aplicadas as seguintes etapas: (i) levantamento bibliográfico; (ii) pesquisa documental em base de dados hospitalares; (iii) entrevistas com agentes envolvidos no processo de operação e manutenção; (iv) determinação do recorte de objetos que representem ativos de manutenção predial e de equipamentos clínicos; (v) organização dos

dados, e (vi) análise e interpretação dos dados [7]. Para a etapa (i), o levantamento bibliográfico foi buscado em fontes em livros, dissertações, teses e normas técnicas como as desenvolvidas pela Organização Internacional de Normalização e a *British Standards Institution*. Os principais artigos e normas técnicas usados como referência neste artigo foram: [1], [2], [3], [5], [6], [8] e [9]. Já na etapa (ii), a base de dados analisada foi do novo Hospital Sabará, da Fundação José Luis Setúbal, em São Paulo - Brasil, sendo disponibilizado pela equipe de manutenção do próprio hospital. Na etapa (iii) ocorreram as entrevistas no qual foram feitas remotamente, através de reuniões pela plataforma Microsoft Teams e envolveu o departamento de manutenção predial e equipamentos clínicos, gerência do hospital, arquitetos e gerentes BIM. Na etapa (iv), o recorte foi feito junto com a equipe do hospital e resultou na lista final de ativos a serem geridos. Por fim, as etapas (v) e (vi) serviram de base para desenvolver e validar um metamodelo orientador para a definição do AIR no contexto da operação e manutenção hospitalar.

3. Desenvolvimento

O fluxo a seguir, apresentado na Figura1, mostra as atividades executadas para o desenvolvimento do metamodelo do AIR, focado especialmente das etapas (v) e (vi) das etapas da metodologia.

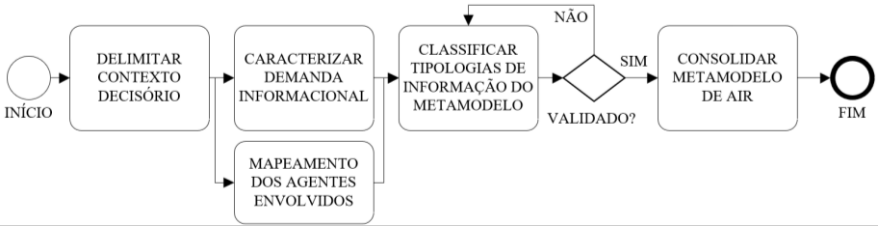


Figura 1: Fluxo de atividades desenvolvidas.

Inicialmente, realizou-se a delimitação do contexto decisório, considerando as particularidades da gestão de ativos em ambientes hospitalares. Nesta etapa, buscou-se compreender o papel do BIM enquanto repositório central de informações dos ativos, bem como sua interface com os processos de manutenção e operação ao longo do ciclo de vida da edificação.
Na sequência, procedeu-se à caracterização da demanda informacional, a partir da identificação das informações quantitativas, como a listagem de ativos a serem geridos, e qualitativas, como os dados essenciais de especificidades dos ativos listados na quantificação prévia, necessárias para apoiar a tomada de decisão na fase operacional. Para isso, foram analisadas as necessidades típicas associadas à manutenção predial e à gestão de equipamentos médicos, considerando critérios técnicos, funcionais e de rastreabilidade da informação. Essa atividade permitiu estabelecer as bases para a construção de uma avaliação multicritério, orientada ao registro e à organização sistemática dos dados dos ativos. Paralelamente, foi realizado o mapeamento dos agentes envolvidos na definição e no uso das informações dos ativos. A partir dessa identificação, buscou-se compreender as diferentes responsabilidades, níveis de decisão e expectativas informacionais, de modo a assegurar que o metamodelo proposto contemplasse múltiplos requisitos ao longo da operação hospitalar. Com base nas atividades anteriores, desenvolveu-se a classificação das tipologias de informação que comporiam o metamodelo de

AIR, organizando-as segundo categorias coerentes com a gestão de ativos hospitalares. Essa estruturação considerou aspectos como natureza da informação, responsáveis pela inserção dos dados e relação com os sistemas físicos e equipamentos modelados em BIM. Por fim, os resultados obtidos foram analisados de forma crítica, permitindo a consolidação de uma proposta estruturada, sustentável e replicável.

4. Resultados

A determinação do recorte de objetos que representassem os ativos de manutenção predial e os equipamentos clínicos hospitalares resultou em uma lista estruturada e representativa da complexidade operacional da unidade assistencial. Esse processo considerou critérios técnicos relacionados à criticidade assistencial, à recorrência de manutenção, ao impacto na continuidade dos serviços de saúde e à diversidade funcional dos ativos, abrangendo desde equipamentos de alta complexidade tecnológica até itens de suporte clínico e operacional. A consolidação desse recorte permitiu identificar um conjunto heterogêneo de ativos, com diferentes classificações de requisitos de manutenção. Equipamentos classificados como "Ativo" são considerados de manutenção urgente e, portanto, ativos a serem monitorados pelo modelo FM. Já equipamentos classificados como "Manutenção esporádica" não representam urgência e podem seguir na escala de manutenções programadas pelo sistema ordinário do setor de manutenção. A Figura 2 apresentada ilustra um trecho dessa listagem no âmbito da disciplina de equipamentos clínicos hospitalares, evidenciando a variedade de tipologias, quantidades e características funcionais consideradas, as quais fundamentaram a construção do metamodelo de AIR ao garantir aderência às demandas reais da gestão de operação e manutenção.

ATIVO	MANUTENÇÃO ESPORÁDICA	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE
Sim	Não	Aparelho de Anestesia - Alta Complexidade	19
Sim	Não	Aparelho de Hemodinâmica Detector 30x39	1
Sim	Não	Aparelho de Raio-X Fixo Digital	2
Sim	Não	Aparelho de Raio-X Móvel	83
Sim	Não	Aparelho de Raio-X Telecomandado	1
Sim	Não	Arco Cirúrgico - Parte 1	7
Sim	Não	Arco Cirúrgico - Parte 2	7
Sim	Não	Armário para Guarda de Endoscópios Seis Tubos	2
Sim	Não	Autoclave Peróxido	2
Sim	Não	Autoclave Steelco VS8-2	4
Sim	Não	Balão Intraórtico	2
Sim	Não	Bisturi Elétrico Padrão	25
Sim	Não	Bisturi Ultrassônico	2
Sim	Não	Bomba Injetora de Contraste Para Hemodinâmica Cabeça Única	3
Sim	Não	Cabine de Segurança Biológica Classe II A1	2
Sim	Não	Cabine de Segurança Biológica Classe II B2	7
Sim	Não	Cama Hospitalar Elétrica	64
Não	Sim	Agitador de plaquetas	1
Não	Sim	Aquecedor de gel	3
Não	Sim	Aquecedor de soluções	22
Não	Sim	Balança de Piso	1
Não	Sim	Banco de baterias	3
Não	Sim	Banho maria	2
Não	Sim	Cabine audiométrica padrão	1
Não	Sim	Cama Acompanhante	57
Não	Sim	Carrinho Beira Leito	80
Não	Sim	Carro Termodesinfectante	14
Não	Sim	Filtros dos Cilindros da Osmose Reversa	5
Não	Sim	Monitor de Óxido Nitrico	80

Figura 2: Exemplo da lista de ativos de equipamentos clínicos hospitalares.

A construção do metamodelo de AIR foi realizada com base na Norma Britânica BS PAS 8210:2020 [8] e Mota, 2017 [9], articulando referenciais teóricos consolidados com evidências empíricas extraídas da experiência de profissionais das áreas operação e manutenção hospitalar. Inicialmente, procedeu-se à definição das propriedades informacionais a serem consideradas, conforme apresentado no Quadro 1, contemplando atributos técnicos, funcionais, espaciais, administrativos e operacionais dos ativos. Esse conjunto de propriedades foi estruturado de modo a assegurar a rastreabilidade dos ativos ao longo de seu ciclo de vida, bem como indicar a importância das informações a serem mapeadas desde a elaboração do modelo BIM.

Quadro 1: Propriedades informacionais a serem mapeadas no metamodelo

Id	Propriedades informacionais a serem mapeadas no metamodelo	Tipo
01	Alerta de estado de condição	Funcional
02	Ambiente localizado	Espacial
03	Ativo crítico para a organização	Operacional
04	Ativo próprio	Administrativo
05	Codificação completa do item objeto	Administrativo
06	Codificação do tipo do objeto	Administrativo
07	Data de aquisição	Administrativo
08	Data de comissionamento	Administrativo
09	Dimensão	Técnico
10	Discriminação	Técnico
11	Expectativa de vida útil	Técnico
12	Fabricante	Técnico
13	Fotografia	Técnico
14	Modelo	Técnico
15	Número de série	Administrativo
16	Pavimento localizado	Espacial
17	Processos e procedimentos (POP)	Operacional
18	Tipo do objeto	Técnico

Na sequência, foi elaborada a caracterização dessas propriedades informacionais por meio de uma matriz de informação, apresentada no Quadro 2, na qual cada propriedade foi detalhada quanto à sua aplicabilidade, natureza (tipo ou instância), tipo de dado, fase e responsabilidade de inserção, além de sua correspondência com as tabelas e colunas do padrão COBie. O COBie (*Construction-Operations Building Information Exchange*) é uma especificação que organiza de forma padronizada os dados necessários para a gestão, operação e manutenção de ativos, reunindo informações de espaços, produtos, equipamentos, *as-built* e comissionamento. Essa

etapa permitiu estruturar o metamodelo de forma coerente, interoperável e alinhada às práticas de gestão de ativos baseadas em BIM, garantindo consistência semântica, clareza na governança da informação e viabilidade de integração com sistemas de gestão da manutenção e operação hospitalar.

Quadro 2: Detalhamento das características de cada propriedade inseridas no modelo BIM

Id	Características das propriedades informacionais	Exemplo de Informação resposta do metamodelo
01	Propriedade informacional a ser mapeada	TIPO DO OBJETO
02	Aplicável para ativo	NÃO
03	Aplicável manutenção esporádica	SIM
04	Nome da propriedade	FM_TIPOLOGIA_OBJETO
05	Propriedade de tipo ou instância	TIPO
06	Tipo do dado da informação da propriedade	TEXTO
07	Fase de inserção da propriedade	CONSTRUÇÃO
08	Responsável pela inserção da propriedade	CONSTRUTORA
09	Fase de inserção da informação	CONSTRUÇÃO
10	Responsável pela inserção da informação	CONSTRUTORA
11	Tabela COBie de exportação da informação	TYPE
12	Coluna da Tabela COBie de exportação	NAME
13	Denominação do ativo	AGITADOR_DE_PLAQUETAS

As Figuras 3 e 4 apresentam o metamodelo do AIR consolidado, estruturado na forma de uma matriz informacional. Para fins de legibilidade e melhor compreensão no contexto do artigo, o metamodelo foi dividido em duas figuras complementares, sem prejuízo de sua integridade conceitual ou funcional. Essa representação permite visualizar de maneira organizada as propriedades informacionais, suas características e relações, evidenciando a lógica de estruturação do metamodelo e sua aplicabilidade ao suporte à gestão da operação e manutenção hospitalar. Já a Figura 5 apresenta um exemplo da inserção das propriedades em um objeto BIM no intuito de exemplificar para os agentes o processo de aplicação do AIR nos modelos hospitalares.

INFORMAÇÃO	APLICÁVEL PARA ATIVO	APLICÁVEL PARA MAN. ESPORÁDICA	NOME PARÂMETRO	PARÂMETRO DE TIPO OU INSTÂNCIA	TIPO DO PARÂMETRO	FASE INSERÇÃO PARÂMETRO	RESPONSÁVEL INSERÇÃO PARÂMETRO
Alerta de estado de condição?	SIM	NÃO	FM_ALERTA_CONDICAO	INSTÂNCIA	SIM/NÃO	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA
Ambiente localizado	SIM	SIM	FM_AMBIENTE	INSTÂNCIA	TEXTO	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA
Ativo crítico para a organização?	SIM	NÃO	FM_CRITICO	TIPO	SIM/NÃO	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA
Ativo é próprio?	SIM	SIM	FM_PROPRIO	INSTÂNCIA	SIM/NÃO	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA
Codificação completa do item objeto	SIM	SIM	FM_IDENTIFICACAO	INSTÂNCIA	TEXTO	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA
Codificação do tipo do objeto	SIM	SIM	KEYNOTE	TIPO	NATIVO	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA
Data de aquisição	SIM	SIM	FM_AQUISICAO	INSTÂNCIA	TEXTO	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA
Data de comissionamento	SIM	SIM	FM_COMISSIONAMENTO	INSTÂNCIA	TEXTO	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA
Dimensão	SIM	SIM	FM_DIMENSAO	TIPO	TEXTO	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA
Discriminação	SIM	SIM	FM_DESCRICAO	TIPO	TEXTO	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA
Expectativa de vida útil	SIM	SIM	FM_VIDA _UTIL	TIPO	TEXTO	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA
Fabricante	SIM	SIM	FM_FABRICANTE	TIPO	TEXTO	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA
Fotografia	SIM	SIM	FM_FOTOGRAFIA	TIPO	IMAGEM	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA
Modelo	SIM	SIM	FM_MODELO	TIPO	TEXTO	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA
Número de série	SIM	SIM	FM_SERIE	INSTÂNCIA	INTEIRO	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA
Pavimento localizado	SIM	SIM	NIVEL	INSTÂNCIA	NATIVO	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA
Processos e procedimentos (POP)	SIM	SIM	FM_POP	TIPO	URL	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA
Tipo do objeto	SIM	SIM	FM_TIPOLOGIA_OBJETO	TIPO	TEXTO	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA

Figura 3: Metamodelo do Requisitos de Informação de Ativos (AIR) – parte 1

INFORMAÇÃO	FASE INSERÇÃO INFORMAÇÃO	RESPONSÁVEL INSERÇÃO INFORMAÇÃO	TABELA COBie	EXPORTAÇÃO COBie	EXEMPLO INFO.
Alerta de estado de condição?	OPERAÇÃO	MANUTENÇÃO	Attributes	AletaCondicao	CHECK BOX
Ambiente localizado	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA	Component	Space	XXXXXXXXXX_XXXXXX | LEITO_01
Ativo crítico para a organização?	AQUISIÇÃO	MANUTENÇÃO	Type	AssetType	CHECK BOX
Ativo é próprio?	AQUISIÇÃO	MANUTENÇÃO	Attributes	AtivoProprio	CHECK BOX
Codificação completa do item objeto	AQUISIÇÃO	MANUTENÇÃO	Component	AssetIdentifier	A SER DEFINIDO PELO CLIENTE POSTERIORMENTE
Codificação do tipo do objeto	AQUISIÇÃO	MANUTENÇÃO	Attributes	CodigoObjeto	A SER DEFINIDO PELO CLIENTE POSTERIORMENTE
Data de aquisição	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA	Attributes	DataAquisicao	AAAA_MM_DD
Data de comissionamento	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA	Component	InstallationDate	AAAA_MM_DD
Dimensão	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA	Type	NominalLength/ NominalWidth/ NominalHeight	00,00x00,00x00,00_M | COMPRIMENTOxPROFUNDIDADExALTURA_UNIDADE DE MEDIDA
Discriminação	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA	Type	Description	XXXXXXXXX
Expectativa de vida útil	AQUISIÇÃO	MANUTENÇÃO	Type	ExpectedLife/ DurationUnity	000_MESES
Fabricante	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA	Type	Manufacturer	XXXXXXXXX
Fotografia	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA	Type	Features	JPG
Modelo	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA	Type	ModelNumber	XXXXXXXXX
Número de série	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA	Component	SerialNumber	0000000000
Pavimento localizado	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA	Attributes	Pavimento	XXXXXXXXX
Processos e procedimentos (POP)	AQUISIÇÃO	MANUTENÇÃO	Type	ModelReference	URL DO ARQUIVO NO REPOSITORIO DO SISTEMA
Tipo do objeto	CONSTRUÇÃO	CONSTRUTORA	Type	Name	XXXXX_XXXXX | AGITADOR_DE_PLAQUETAS

Figura 4: Metamodelo do Requisitos de Informação de Ativos (AIR) – parte 2

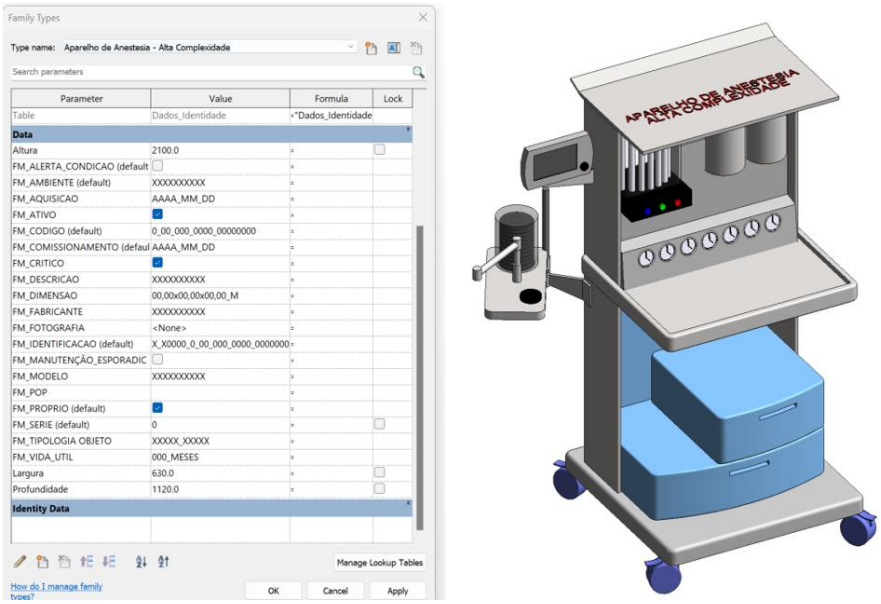


Figura 5: Exemplo de aplicação da matriz de informação solicitada no AIR em um objeto BIM.

5. Discussão

Na construção do metamodelo do AIR, observou-se que existem quatro condicionantes que devem ser considerados ao início de sua proposição, pois impactam na maneira de organizar e caracterizar os dados a serem armazenados para que sua aplicação tenha um bom resultado:

- A identificação do sistema FM que irá receber as informações do modelo, pois existem características específicas dos sistemas que podem impactar no número de caracteres dos parâmetros aplicados aos ativos no modelo.
- A partir da escolha do sistema FM, torna-se necessário estudar-se a forma como as informações serão trocadas, se de maneira direta com a integração entre o modelo e o sistema FM de forma nativa, ou de maneira indireta, por meio de uma interface de programação de aplicações (API) ou utilizando-se do padrão COBie.
- A participação dos usuários na seleção dos ativos a serem geridos, com base na sua criticidade de desempenho dentro da estrutura organizacional e/ou seu valor agregado. Essa seleção é de muita importância para que suas informações qualitativas e quantitativas sejam exatas e suficientes para a fase de operação e manutenção.
- Após a seleção dos ativos, a participação dos usuários na identificação e seleção de seus parâmetros de informação a serem armazenados no modelo é fundamental, para que as informações sejam suficientes para a sua gestão, e não excessivas, evitando-se que quantidade de dados não impacte no tamanho do arquivo a ser gerido em BIM.

O atendimento a esses condicionantes é de grande relevância para que o metamodelo do AIR atenda com eficácia ao seu objetivo final e pode ser entendido como uma boa prática no processo mapeado.

Quanto às limitações e desafios de implementação do metamodelo do AIR, observou-se os seguintes aspectos:

- A maioria dos sistemas FM são desenvolvidos para o atendimento de quaisquer tipologias de edificações, e não contam com registros de especificidades características de ativos hospitalares, sendo necessária à sua adaptação. O metamodelo deverá considerar este fator e identificar, à priori, quais serão as potencialidades dos sistemas FM selecionados para a implementação, capazes de atender às informações qualificadas que comporão o AIR.
- A correta alimentação de dados definidos no metamodelo do AIR dependerá da precisão e da cronologia de sua inserção no modelo BIM, a ser seguida pelas partes interessadas. A falha nesse processo poderá comprometer a efetividade do metamodelo do AIR e o desempenho futuro da implementação da gestão dos ativos.

O metamodelo do AIR apresentado ainda está em fase de proposição. A efetivação de aplicação do AIR acontecerá assim que definido o Sistema FM para a gestão de ativos do Hospital Sabará. As métricas para a medição da eficiência da gestão de ativos e da qualidade da informação, bem como evidências sobre o impacto do metamodelo serão objeto de nova investigação e disseminação futura dos resultados apurados.

6. Considerações finais

O metamodelo do AIR desenvolvido baseia-se na seleção de informações definidas pela equipe de manutenção e pela alta gestão do hospital, considerando a experiência administrativa da instituição existente. Ao longo da implantação na nova unidade assistencial, novas necessidades informacionais poderão surgir, implicando ajustes no método proposto. Isso ocorre porque o metamodelo não se configura como um produto fechado, mas como uma estrutura metodológica flexível e passível de evolução.

A implementação do AIR no modelo BIM e sua utilização na operação e manutenção do novo hospital exigirão o treinamento da equipe, de modo a garantir a continuidade e a consistência no registro das informações frente a eventuais alterações nos sistemas geridos.

A metodologia adotada permitiu não apenas a validação conceitual do metamodelo, mas também evidenciou seu potencial como instrumento orientador para aplicações futuras do BIM na operação e manutenção, tanto em unidades hospitalares quanto em outras tipologias de edificações.

Agradecimentos

Agradecimento ao Programa de Pós-graduação da Universidade Federal de Minas Gerais - NPGAU - através do qual o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, e agradecimento à SIPPRO Engenharia e à Fundação José Luis Setúbal pela oportunidade de compartilhamento de pesquisas e experiências aplicadas em cases reais.

Referências

[1] J. Karman, *Manutenção e segurança hospitalar preditivas.* São Paulo: Estação Liberdade, IPH, 2011.

[2] Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução da Diretoria Colegiada – RDC Nº 50, de 21 de fevereiro de 2002.* Dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. - Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2002. 1046 p. : il. Accessed January 15, 2026, https://anvisalegis.datalegis.net/action/UrlPublicasAction.php?acao=abrirAtoPublico&nun_ato=00000050&sgl_tipo=RDC&sgl_orgao=RDC/DC/ANVISA/MS&vlr_ano=2002&sse_ato=002&cod_modulo=310&cod_menu=9434.

[3] Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Manual de tecnovigilância: uma abordagem sob a ótica da vigilância sanitária*. Gerência-Geral de Monitoramento de Produtos Sujeitos à Vigilância Sanitária, Gerência de Tecnovigilância. – Brasília : Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2021. 1046 p. : il, accessed January 15, 2026, http://bibliotecadigital.anvisa.gov.br/jspui/handle/anvisa/1184.

[4] ABECLIN – *Associação Brasileira de Engenharia Clínica,* accessed January 15, 2026, https://abeclin.org.br/.

[5] ABNT NBR ISO 19650-1, "ABNT NBR ISO 19650-1: 2022 Organização e digitalização de informações sobre edificações e engenharia civil incluindo modelagem da informação da construção (BIM) — Gestão da informação usando modelagem da informação da construção — Parte 1: Conceitos e princípios," Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), 2022.

[6] M. M. X., Lima, "Metamodelo para integração de multidesempenhos em projeto de arquitetura," Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, 2016.

[7] A. C. Gil, *Como elaborar projetos de pesquisa*, 4th ed. São Paulo: Atlas, 2002.

[8] BS 8210, "BS 8210:2020 Facilities maintenance management — Code of practice." British Standards Institution (BSI), 2020.

[9] P. P. Mota, "Modelo BIM para gestão de ativos," Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, 2017.