Fluxo de modelagem para gestão de ativos energéticos em edificações certificadas com IPTU Verde

Modeling workflow for energy asset management in buildings certified with IPTU Verde.

Mariana Henry Pereira
Universidade Federal da Bahia | Salvador | Brasil | mari.henry@hotmail.com
Elaine Pinto Varela Alberte
Universidade Federal da Bahia | Salvador | Brasil | elaine.varela@ufba.br
Fernanda Almeida Machado
Autodesk | São Paulo | Brasil | fernanda.machado@autodesk.com

Resumo

A demanda por empreendimentos de alta eficiência energética e que atendam a requisitos de certificação ambiental tem sido recorrente na indústria da Construção Civil. Entretanto, os setores de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação carecem de processos consolidados que auxiliem na elaboração de projetos com este perfil. Este artigo propõe um macrofluxo BIM que compreende concepção, modelagem e gerenciamento de facilities, tendo em vista o atendimento à certificação IPTU Verde. A aplicabilidade da proposta foi avaliada através de simulação, praticada no escopo de áreas comuns de uma edificação vertical. O potencial do macrofluxo foi validado através de indicadores quantitativos e qualitativos.

Palavras-chave: BIM. Gestão de *facilities*. Ativos energéticos. Certificação ambiental. IPTU Verde.

Abstract

The demand for buildings with high energy efficiency and environmental certification has been frequent in construction industry. However, the Architecture, Engineering, Construction and Operation sector (AECO) still lacks processes to assist in the development of projects with this profile. This article proposes a BIM workflow (conception, modeling and plan for facilities management) to support energy efficiency and the environmental certification IPTU Verde. Simulations applied in a residential project evaluated the applicability and efficiency of the process. The analysis of indicators demonstrates the potential of the workflow towards the proposed objective.

Keywords: BIM. Facilities management. Energy assets. Environmental certification. IPTU Verde.

INTRODUÇÃO

O Gerenciamento de *Facilities* tornou-se cada vez mais necessário para aprimorar a relação entre o desempenho de um edifício e o seu valor agregado, devido à crescente valorização de estado da edificação [1].

Como citar:
PEREIRA, M. H. .; ALBERTE , E. P. V. .; MACHADO , F. A. . Fluxo de modelagem para gestão de ativos energéticos em edificações certificadas com IPTU Verde. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 3., 2021, Uberlândia. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1-12. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/601. Acesso em: 3 ago. 2021.

Teicholz [2] aborda que as documentações reunidas durante o ciclo de vida das edificações, em sua maioria, são armazenadas em depósitos desorganizados, que dificultam o acesso por gerentes de *facilities*. Além do desperdício de tempo para encontrar as informações necessárias, há a desatualização dos componentes gráficos de projeto, que prejudicam o uso e a operação da edificação. Eastman *et. al*. [3] afirmam que, neste cenário, observa-se a oportunidade de adoção de um conjunto de tecnologias e processos inovadores, a exemplo da Modelagem da Informação da Construção (BIM), com o objetivo de tornar a gestão de ativos eficiente e produtiva durante seu uso e operação.

De acordo com Fuzil [4], é possível associar a vanguarda tecnológica presente nos setores de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO), com ênfase no BIM, a processos inerentes a FM, como no âmbito da gestão de ativos. Rodas [5] considera que modelos BIM podem subsidiar as atividades e papéis do gerente de *facilities*, visto que suas informações geométricas e não-geométricas são indispensáveis à gestão eficiente do edifício. Moreira e Ruschel [6] indicam que o interesse dos setores de AECO na adoção do BIM para FM tem mostrado crescimento, uma vez que o processo permite agregar informações do projeto desde as fases de concepção e execução, até Operação e Manutenção (O&M), resultando em economia de tempo e redução de custos. Segundo Eastman *et. al.* [3], o valor dessas informações reduz abruptamente caso não sejam atualizadas para refletir o que de fato foi executado no ativo físico *(as-built e/ou as-is),* ou caso estejam em um formato inacessível e/ou dificilmente gerenciável. Em contrapartida, e se bem planejado, os proprietários podem utilizar as informações embarcadas nos modelos de forma estratégica, mediados por soluções que os permitam aproveitar-se de uma base de dados do edifício para gerenciar ativos e avaliar o impacto de intervenções ou manutenção nas instalações.

Por outro lado, de acordo com a Agência Internacional de Energia [7], o consumo de energia é um dos principais indicadores do desenvolvimento econômico e do nível de qualidade de vida da sociedade. Através dele é possível compreender o ritmo de atividade dos setores industrial, comercial e de serviços, além da possibilidade da população de adquirir bens e serviços tecnologicamente avançados, como automóveis, eletrodomésticos e eletroeletrônicos - que exigem acesso à rede elétrica e fomentam o seu consumo. Essa inter-relação foi o principal motivo do acentuado crescimento no consumo mundial de energia constatado nos últimos anos.

Na indústria de AECO, visando mitigar os impactos de consumo supracitados, observa-se o aumento de projetos que intentam atender a certificações ambientais, como LEED, ACQUA-HQE, Casa Azul CAIXA e PROCEL EDIFICA.

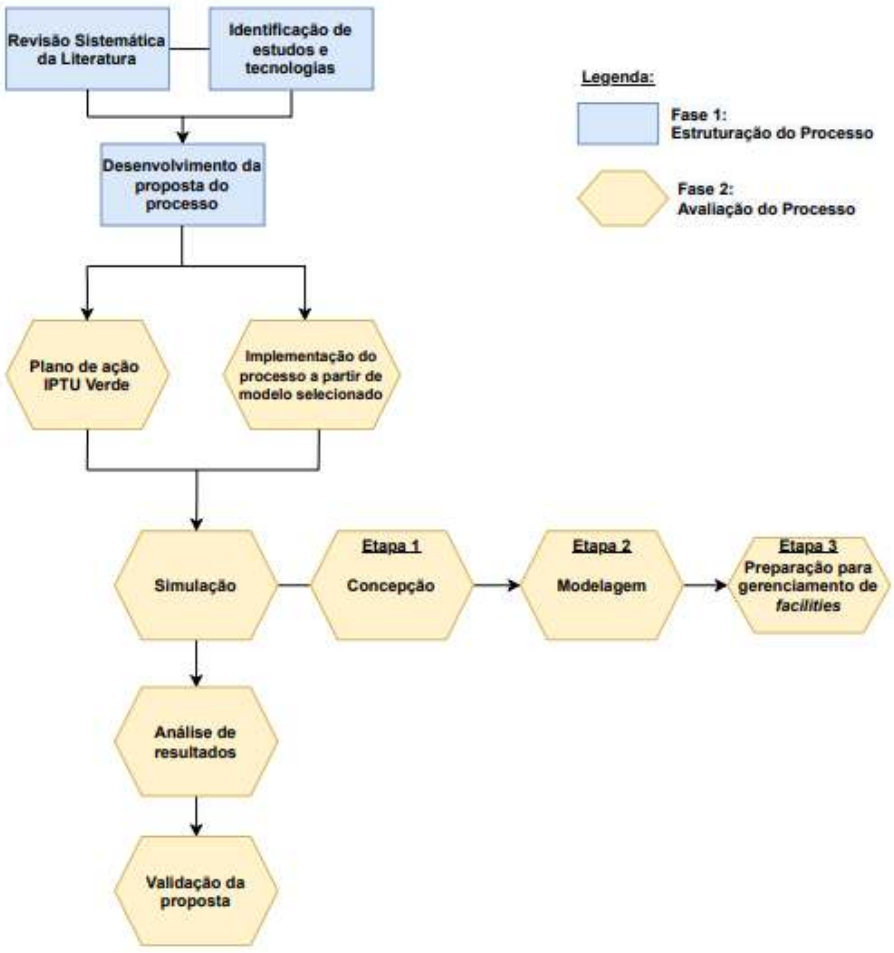
No contexto deste estudo, destaca-se a certificação IPTU Verde, iniciativa da Prefeitura Municipal de Salvador para fomentar as práticas sustentáveis destinadas a redução do consumo de recursos naturais e redução de impactos ambientais em construções, ampliações e reformas de edificações existentes de empreendimentos imobiliários residenciais, comerciais, mistos ou institucionais. Dentre os aspectos contemplados, a certificação prevê pontuação para equipamentos e elementos que otimizem o consumo de energia [8].

Assim, o presente artigo apresenta uma proposta de desenvolvimento de fluxo de trabalho em BIM para gestão, operação e análise de desempenho de ativos energéticos em edificações, considerando como premissa a eficiência energética e tendo em vista a certificação ambiental IPTU Verde.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo compreendeu uma fase exploratória de pesquisa, definida por revisão sistemática da literatura disponível acerca do problema [9] para caracterizar e relacionar os assuntos principais "BIM" e "Gerenciamento de *Facilities*", bem como as diversas tecnologias associadas. Nesse âmbito, identificou-se uma amostra de 17 artigos nacionais e internacionais, publicados entre 2012 e 2019, para análise. Ademais, visando a instanciação do fluxo de trabalho em BIM, adotou-se o modelo de projeto das áreas comuns de uma edificação vertical típica – segundo a tipologia contemplada para certificação ambiental IPTU Verde. Este modelo foi objeto do estudo de caso, seguindo os procedimentos de investigação empírica de fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto realístico [10]. A Figura 1 apresenta a estratégia adotada.

Figura 1: Procedimentos Metodológicos



Fonte: as autoras.

A estratégia metodológica se divide em fase 1 (Estruturação do processo) e fase 2 (Avaliação do processo). A fase 1 envolveu a revisão sistemática da literatura, correlacionando os assuntos BIM e "Gerenciamento de *Facilities*" para identificar estudos e tecnologias associadas à gestão eficiente de ativos energéticos. Em seguida, elaborou-se um fluxo de modelagem para gestão, operação e análise de desempenho de ativos energéticos de uma edificação. Desenvolveu-se um processo de simulação integrado por três etapas: (i) concepção, (ii) modelagem e (iii) preparação para gerenciamento de *facilities*. As tecnologias adotadas em cada etapa foram definidas a partir do mapeamento de soluções BIM realizado na análise exploratória e na possibilidade de integração entre elas.

A fase 2, por sua vez, compreendeu a seleção de um projeto e a configuração do plano de ação buscando a certificação ambiental. A certificação IPTU Verde foi escolhida por estar em ascensão no município de Salvador/BA, por meio de empresas que buscam adotar práticas sustentáveis destinadas a redução do consumo de recursos naturais e redução dos impactos ambientais em construções. Dessa forma, foram realizadas simulações do fluxo proposto em um projeto de áreas comuns de um edifício residencial, subdividido em 20 ambientes.

Para o projeto, definiu-se o plano de atendimento aos requisitos máximos de 5 itens da certificação associados à eficiência energética da edificação. São eles os: itens 42/43 (utilização da iluminação natural em áreas comuns); o item 16 (distribuição de circuitos independentes e de dispositivos economizadores de energia), o item 35 (estudo de insolação com melhor aproveitamento de iluminação e ventilação natural) e item 48 (utilização de geradores de energia elétrica para emergência). Os itens foram determinados a partir da sua aplicabilidade no modelo de estudo e mediante tecnologias adotadas. Por exemplo, os requisitos solicitam o uso de sistemas de iluminação em 100% das áreas comuns, com distribuição em circuitos independentes e dispositivos economizadores, como sensores de presença.

Após as simulações, analisou-se a aplicabilidade do processo e das tecnologias adotadas e, em seguida, buscou-se avaliar, através de indicadores, se o processo conseguiria alcançar o objetivo almejado de modo eficiente, permitindo a construção virtual e, por consequência, a observação da eficiência das escolhas dos projetistas, incluindo a demanda pela certificação ambiental.

O Quadro 1 apresenta os objetivos de cada etapa, as tecnologias adotadas e os indicadores de desempenho analisados. São eles:

- IAI (Indicador de Armazenamento de Informação): indicador qualitativo que sinaliza a existência ou não de uma estrutura interna de propriedades no objeto ou sistema voltado para o armazenamento de informação, sendo estas aderentes à norma [12] que permita a gestão de ativos energéticos.
- ICE (Indicador de Consumo Energético): indicador qualitativo que sinaliza a existência ou não de potencial da etapa para análise do consumo energético a exemplo da comparação do consumo energético da lâmpada padrão x LED;
- IEP (Indicador de Eficiência em Tempo e Produtividade): indicador qualitativo que avalia o potencial da etapa para gestão do tempo e produtividade para o gerenciamento de *facilities*, a exemplo da utilização do COBie no que tange a

redução de tempo e aumento da produtividade do gerente de *facilities* por meio do acesso facilitando às informações do ativo.

Quadro 1 - Etapas, objetivos, tecnologias adotadas e indicadores de desempenho

Etapa	Objetivo	Tecnologias adotadas	Indicadores de desempenho
Concepção	Estudo preliminar que pressupõe a realização de análises de sensibilidade e avaliações de custo ótimo através de modelo de energia desenvolvido a partir de modelagem de massa do terreno e seu entorno utilizando georreferenciamento. Definição de parâmetros e critérios para a etapa de modelagem de projeto. Definição de propriedades analisáveis para o gerenciamento de *facilities*.	Insight	IAI ICE
Modelagem	Execução de parâmetros e critérios definidos para o modelo, visando a comunicação entre as etapas de concepção e gerenciamento de *facilities.*	*Revit* *COBie*	IAI
Preparação para gerenciamento de *facilities*	Interface de comunicação com o gerente de *facilities* através do gerenciamento de dados acessíveis e integrados ao modelo BIM, além da ferramenta de visualização dos parâmetros em tabelas de formato *XML* extraídas de forma automatizada.	*COBie*	IAI IEP

Fonte: as autoras.

RESULTADOS

Na **Etapa de Concepção**, foram realizadas simulações de eficiência energética em um modelo de energia desenvolvido através de modelagem de massa edilícia do entorno e do projeto, com a geolocalização real do empreendimento. Foram identificadas as informações acerca dos objetos e componentes de instalações elétricas que deveriam estar contempladas no modelo BIM para FM e, assim, foi definido o que seria necessário ser modelado de acordo com informações (i) utilizáveis na etapa de gerenciamento de *facilities* e que (ii) tivessem relação com o critério estabelecido para obtenção da certificação ambiental dentre os itens analisados.

De acordo com Mota [11], com o objetivo de apresentar um modelo *as-built* BIM para O&M e registrar informações relativas aos usos de operação do modelo, é necessário criar propriedades e inserir informações nos objetos BIM quando o uso para gerenciamento de *facilities* não for pensado desde a etapa de concepção.

Dessa forma, foram definidas as propriedades de tipo e instância que deveriam ser preenchidas ou criadas para o modelo de acordo com as principais propriedades dos objetos definidas pela norma britânica BS 8.210:2012 [12]: registro; número de identificação; localização; expectativa de vida útil; modelo; fabricante; data de instalação; custo inicial; consumo de energia; ciclo de substituição. Esses parâmetros foram considerados na análise do indicador IAI.

Nesta etapa também foram consideradas as diretrizes da ABNT NBR 5.410:2004 [13] que estabelecem as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, com o objetivo de garantir o funcionamento adequado das instalações e garantir a segurança das pessoas e do patrimônio.

Após as definições das premissas de projeto, foram iniciadas as simulações de eficiência energética. O *Insight*, como solução integrada a fluxos de projeto em BIM, utiliza o recurso de georreferenciamento para atribuir informações de contexto por meio de dados do Bing. Logo, é possível captar as coordenadas geográficas locais, o gabarito das edificações do entorno, a imagem da rua via satélite e a referência de nível, possibilitando, dessa forma, a análise do consumo energético do modelo.

As informações de contexto são integradas ao Revit, ambiente de modelagem dos componentes básicos da edificação. A integração permite a análise de fatores externos que influenciam o comportamento da edificação, a exemplo do sombreamento e da ventilação, tendo em vista a elaboração e/ou validação de um modelo mais eficiente. A Figura 2 apresenta o modelo de massa analítico decorrente do *Insight* e as condições do entorno.

Figura 2 - Modelo de energia utilizando o conceito de massa e condições de entorno executado através do *Insight (*esquerda) e exportado para o A360 para simulações de propostas energéticas (direita)



Fonte: as autoras.

O *Insight* facilitou a análise de 8 fatores em sua estrutura: iluminação; orientação da construção; sistema HVAC; painel fotovoltaico: análise da superfície adequada e *payback*; controle luz versus ocupação (uso de sensores, janelas automáticas, painéis etc.); energia de carga dos equipamentos e horário de funcionamento por tipo de edificação (residencial ou comercial); escolha dos vidros das janelas e, finalmente, custo da edificação por m² antes e depois do estudo.

Para o recorte proposto neste trabalho, observou-se em detalhes os seguintes pontos potenciais de análise: iluminação; orientação da construção e controle de luz versus ocupação. Dessa forma, durante a etapa de simulação foram definidas as seguintes variáveis de análise: tipo de lâmpada utilizada no projeto (comum, fluorescente ou LED); sua durabilidade; consumo; economia; emissão de calor; sustentabilidade e eficiência; custo relacionando watts/m² da lâmpada utilizada em projeto; índice de luminância nas áreas analisadas e *payback*, através da comparação da redução de custo por m² por ano na escolha da lâmpada.

Constatou-se que o uso de lâmpadas de LED, no lugar de lâmpadas convencionais, representa grande parte da redução de consumo de energia elétrica no projeto, além de *payback* favorável. Os resultados foram tratados considerando os valores

comerciais como custo da lâmpada LED e custo da energia elétrica na cidade de Salvador/BA e são apresentados na Tabela 1.

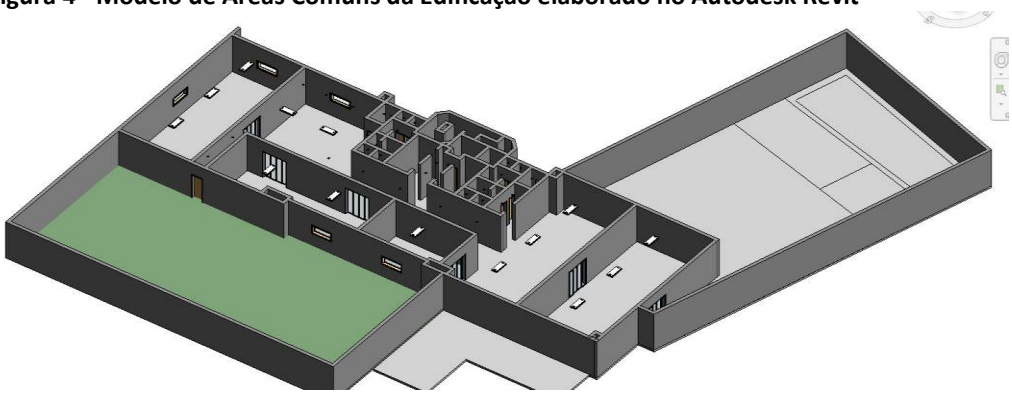
Tabela 1 - Parâmetros de utilização de lâmpadas LED (88 W) em projeto em comparação à lâmpada fluorescente (106 W) equivalente

Parâmetro	LED x Fluorescente
Watts economizados/h	846 W = 0.846 kW
kWh economizados/ano com a substituição das lâmpadas	3079.44 kWh
Redução no custo de energia/ano por kW economizado	R$ 1108.60
Produção reduzida de CO2 /ano (vida útil de 50.000 horas) 36.00 Tons	36.00 Tons
Payback	3.18 anos

Fonte: as autoras.

No que tange ao fluxo de informações, a interface *Insight*/Revit facilitou as tomadas de decisão pela equipe de projeto (indicador ICE). Durante a análise do consumo energético, foi possível executar estudos comparativos de acordo com a escolha do tipo de lâmpada a ser adotada, visando o projeto ótimo com base na busca pela certificação ambiental. Referindo-se à quantidade de dados relevantes, o *Insight* permitiu que o estudo fosse executado por meio da plataforma A360, mediante a configuração média de 5 opções sustentáveis para cada um dos 9 fatores de análise supracitados, possibilitando a ocorrência de 45 simulações em nuvem.
Finalizada a concepção de projeto, iniciou-se a **Etapa de Modelagem** das áreas comuns (Figura 4).

Figura 4 - Modelo de Áreas Comuns da Edificação elaborado no Autodesk Revit



Fonte: as autoras.

Para o projeto, optou-se por utilizar famílias de luminárias e sensores de presença, cujos objetos possuíssem quantidade razoável de informações associadas aos itens em estudo associados à norma [12]. Foram adotadas luminárias dos fabricantes *Delta Light, Lumini, Indelague* e *Electrical Controls.* Além da premissa de informações nos objetos, outros critérios de escolha dos fabricantes consistiram na disponibilidade dos objetos de forma acessível e gratuita para *download*. A Figura 5 apresenta as

propriedades de tipo informadas por cada fabricante em seus objetos (luminárias e sensores de presença) utilizados no modelo de projeto.

Figura 5– Tabelas de quantitativos e informações básicas de luminárias extraídas do *Revit*

<Tabela de luminárias>					
A	B	C	D	E	F
Quantidade	Fabricante	Tipo	Vida Útil (horas)	Potência	Tipo de Lâmpada
14	INDELAGUE	676x365x82mm - Wide Beam (88W 115lm/W)		88 W	LED
12	Electrical Controls	1452670286273_PIR sensor			-
6	lumini	focus super LED R60 2700K	50.000 hs	15 W	LED
27	Delta Light	Padrão		5 W	1 x LED WHITE 4,1

Fonte: as autoras.

Após a identificação dos objetos, foi praticada uma análise das suas propriedades relacionadas em [12] e definidas no processo de concepção. O objetivo dessa análise foi caracterizar os parâmetros dos objetos em termos de propriedades, preenchidas, não preenchidas ou inexistentes. Diante dos critérios definidos na etapa de concepção em consonância com a norma citada, observou-se que das 10 propriedades analisadas, seria necessário inserir 5 informações de tipo (50%) em propriedades existentes e criar 2 novas propriedades de tipo (20%) nas 4 famílias de objetos utilizadas. Somente 3 propriedades estavam contempladas e já haviam sido preenchidas pelos fabricantes (Indicador IAI).

Logo, adotou-se o COBie para, de acordo com o preconizado por East [1], complementar as informações-chave e agentes responsáveis, visando gerenciamento de *facilities* (Figura 6).

Figura 6 – Propriedades COBie preenchidas após configuração

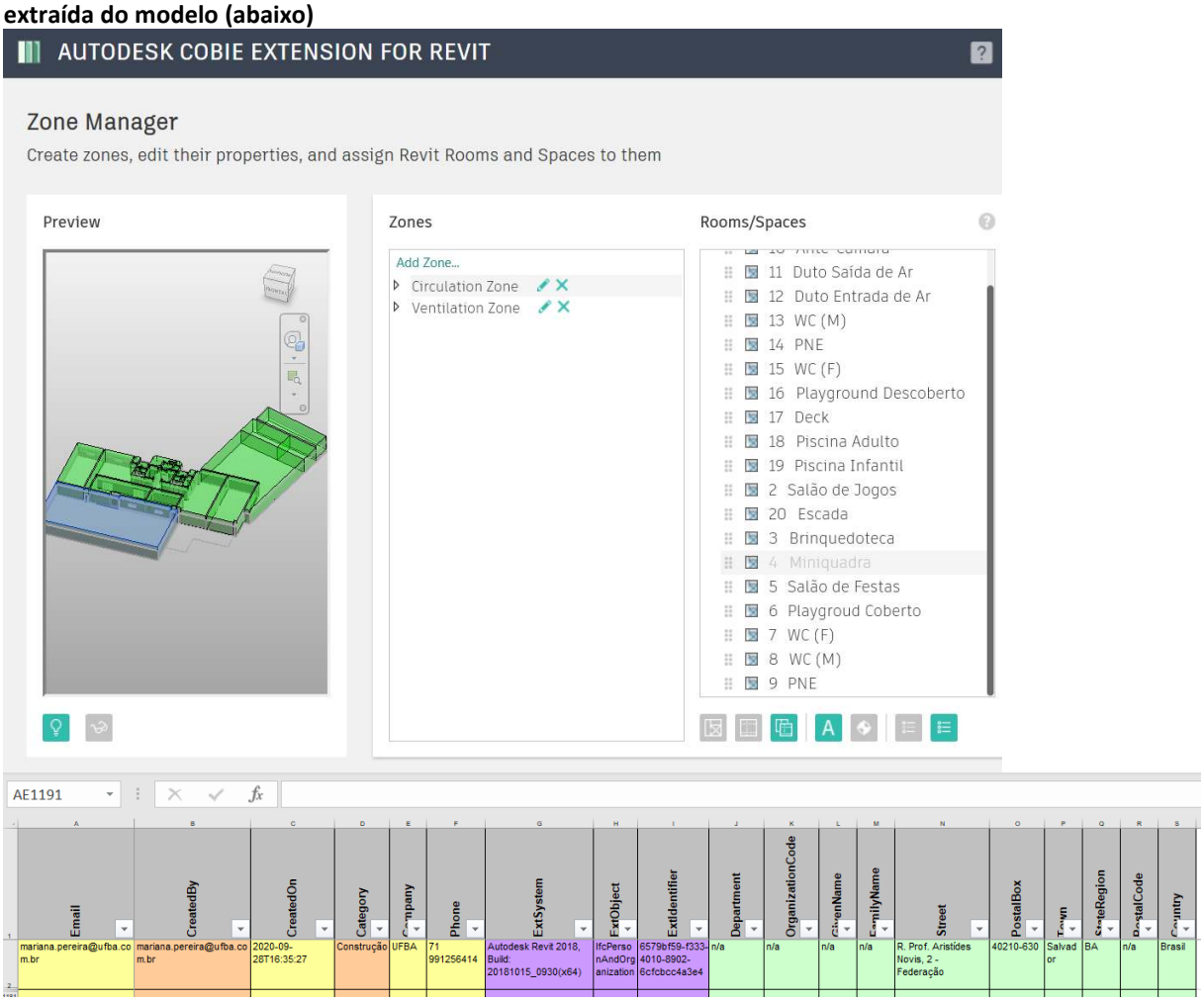


Fonte: as autoras.

De acordo com NIBS [14], o COBie é um padrão internacional de intercâmbio de dados, que facilita o gerenciamento de informações capturadas nas etapas de concepção e construção - gerando entregáveis ao gerente de *facilities* na etapa de operação.

No âmbito da **Etapa de Preparação para Gerenciamento de *Facilities***, é relevante reiterar a importância do COBie. Como se trata de um recurso de padronização, o *schema* pode associar-se a diferentes entregáveis – seja em modelo (IFC), seja em planilha eletrônica. A estruturação de dados (Indicador IAI) pode ser organizada diretamente no modelo, como elucidado na Figura 7, e manipulados por plataformas que recebem .XML. Seus dados estruturados podem ser vinculados às soluções FM do mercado, facilitando a entrada de dados para atuação dos gerentes de *facilities* e subsídio às estratégias de operação dos ativos.

Figura 7 – Definição de ambientes a partir do Autodesk COBie extension for Revit (acima) e planilha XML. extraída do modelo (abaixo)



Fonte: as autoras.

Quanto à eficiência em tempo e produtividade (Indicador IEP), observou-se que não há necessidade de custos adicionais para adotar COBie, uma vez que a classificação e cadastro de dados complementares podem ser realizados diretamente nas soluções de projeto e/ou FM para auxiliar na etapa de uso e operação [15]. Logo, o COBie tem potencial para uso no fluxo de modelagem visando a gestão de ativos energéticos e contribui para a validação e manutenção da certificação ambiental IPTU Verde.

O Quadro 2 sintetiza as informações obtidas a partir do fluxo de modelagem proposto e os requisitos do IPTU Verde considerados no plano de ação.
Os requisitos da certificação ambiental IPTU Verde são fomentados a partir de dados extraídos do fluxo BIM e, dessa forma, evidencia-se o potencial do processo para obtenção e manutenção da certificação ambiental.

Quadro 2 – Dados obtidos a partir do fluxo BIM para obtenção e manutenção da certificação IPTU Verde

Item	Requisitos – IPTU Verde	Dados extraídos do fluxo BIM
35	Estudos de insolação com soluções para sombreamento das edificações e melhor aproveitamento e estratégias de uso da ventilação natural existente	Estudo preliminar de requisitos referentes à iluminação natural
		Interferência da geolocalização na edificação
42/43	Iluminação natural e ventilação em 50% ou 100% das áreas comuns (circulação social e de serviço) dos pavimentos tipos com extensão de até 20m	Estudo preliminar de requisitos referentes à iluminação natural
		Interface de comunicação entre gerente de *facilities* e modelo
48	Utilização de geradores de energia elétrica para emergência	Propriedades analisáveis para gerenciamento de *facilities*
16	Instalação de sistemas de iluminação em 100% das áreas comuns, com distribuição em circuitos independentes e dispositivos economizadores, tais como sensores de presença	Propriedades analisáveis para gerenciamento de *facilities*
		Interface de comunicação entre gerente de *facilities* e modelo

Fonte: as autoras.

CONCLUSÃO

O presente artigo propõe um fluxo de modelagem para gestão de ativos energéticos em edificações que compreende (i) Etapa de concepção: com o uso do *Insight*, realizam-se análises de sensibilidade e avaliações de custo ótimo a partir de modelagem de massa do terreno e seu entorno utilizando georreferenciamento; e definem-se parâmetros, critérios e propriedades para as etapas posteriores; (ii) Etapa de modelagem: com o uso de Revit e COBie, realiza-se a modelagem do projeto, executando-se os parâmetros e critérios definidos criando-se a comunicação entre as etapas de concepção e de preparação para gerenciamento de *facilities*; (iii) Preparação para gerenciamento de *facilities*: com o uso do COBie, proporcionam-se dados acessíveis e integrados ao modelo BIM, além da visualização de parâmetros em tabelas XML extraídas de forma automatizada.
Os resultados permitiram identificar: (i) aplicabilidade da proposta de fluxo de modelagem, com o potencial do uso das tecnologias adotadas, já que estas fornecem uma estrutura de armazenagem e fluidez de informações que se comunicam em todas as etapas apresentadas; (ii) relevância da proposta, com a validação da eficiência do *Insight* na concepção de projeto para análise comparativa da economia de energia elétrica, seguindo as boas práticas sugeridas pela certificação ambiental; (iii) capacidade de apoio às tomadas de decisão, devido aos dados estruturados em COBie, que suporta o setor de FM, como sinalizado na planilha que contém informações relevantes - como dados de garantia e data de instalação dos ativos.

O uso do fluxo BIM proposto permitiu a extração de informações relevantes ao gestor de *facilities* para todos os 5 itens da certificação objeto de análise.
Espera-se que, uma vez implementado na dinâmica real de projetos de edificações, o fluxo proposto deve contribuir para a oferta de empreendimentos mais sustentáveis e eficientes ao mercado e à sociedade.
Finalmente, observa-se a necessidade de aplicar os conceitos de gerenciamento de *facilities* para gestão de espaços, tendo em vista o monitoramento eficaz de requisitos de iluminação natural.

REFERÊNCIAS

[1] EAST, Bill. **Construction-Operations Building Information Exchange (COBie)**. National Institute of Building Sciences building SMART alliance, 2014.

[2] TEICHOLZ, Paul. **BIM for Facility Managers**. Hoboken: John Wiley& Sons, 2013.

[3] EASTMAN, Chuck et. al. **Manual de BIM:** Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores, Porto Alegre: Editora Bookman, 2014.

[4] FUZIL, et. al. **FACILITY MANAGEMENT NO BUILDING INFORMATION MODELING**. 2º Congresso Português de Building InformationModelling. Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, 2018.

[5] RODAS, I. **Aplicação da Metodologia BIM a Gestão de Edifícios**. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Dissertação de mestrado, 2015.

[6] MOREIRA, L. C. de S.; RUSCHEL, R. C. Impacto da adoção de BIM em Facility Management: uma classificação. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção.** Campinas, SP, v. 6, n. 4, p. 277–290, 2015. DOI: 10.20396/parc.v6i4.8634982. Disponível em: https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8634982. Acesso em: 31 jul. 2021..

[7] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas ANEL** - Parte I Energia no Brasil e no mundo. 2020. Disponível em: http://www.aneel.gov.brAcesso em: 5 mar. 2020.

[8] SALVADOR, DECRETO Nº 29.100, de 06 de novembro de 2017. **IPTU VERDE**. Disponível em: http://iptuverde.salvador.ba.gov.br Acesso em: 04 de out. de 2019.

[9] GIL, A. C**. Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

[10] YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. Porto Alegre, RS: Bookman, 2005.

[11] MOTA, Paula Pontes. **Modelo BIM para gestão de ativos**. 2017. 1 recurso online (123 p.). Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/331068>. Acesso em: 3 set. 2018..

[12] BSI STANDARDS PUBLICATION. **Guide to facilities maintenance management.** 2 ed. British Standard: England, 2012.

[13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5.410:2004**. Instalações elétricas de baixa tensão – Procedimentos. ABNT: Rio de Janeiro, 2004.

[14] NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES (NIBS). **COBie Challenge for Facility Management,** 2013. Disponível em: https://www.nibs.org/page/bsa_ccfms13?&hhsearchterms=%22iwms%22Acesso em: 20 fev. de 2020.

[15] EAST, B.; CARRASQUILLO-MANGUAL, M. **The COBie Guide: a commentary to the NBIMS-US COBie standard,** 2013. Disponível em: https://www.bimpedia.eu/static/nodes/1010/COBie_Guide_-_Public_Release_3.pdf Acesso em: 10 fev. 2020