

## **MODELAGEM DA INFORMAÇÃO E MELHORIA CONTÍNUA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO: OPORTUNIDADES E DESAFIOS<sup>1</sup>**

**FRANÇA, Ana Judite Galbiatti Limongi (1); ORNSTEIN, Sheila Walbe (2)**

(1) FAUUSP, e-mail: alimongi@usp.br; (2) FAUUSP, e-mail: sheilawo@usp.br

### **RESUMO**

Embora as tecnologias para a modelagem da informação da construção venham se difundindo, entre os atores da indústria da construção civil, a prática da gestão da informação, ao longo do ciclo de vida de uma edificação, tem se mostrado desafiadora, particularmente, no caso brasileiro. Com base na análise dos resultados obtidos, em uma pesquisa de doutorado, desenvolvida no âmbito do grupo de pesquisa CNPq Qualidade e Desempenho no Ambiente Construído, foi proposto um processo de gestão do conhecimento em edificações de tipologia construtiva semelhante, com vistas à melhoria contínua do desempenho do ambiente construído. A solução apresentada incluiu a consolidação de um Banco de Dados para um portfólio de ativos imobiliários, cujas informações modeladas pudessem ser continuamente gerenciadas. Assim, resultados referentes ao desempenho das edificações em uso podem estar disponíveis aos responsáveis pela tomada de decisões de projeto, de construção e de gestão de facilidades, promovendo o aprendizado organizacional. Dentre os aspectos críticos identificados para o proposto, destacaram-se restrições relacionadas à interoperabilidade entre programas computacionais, inclusive considerando os efeitos das alterações de versões, promovidas durante o período que durou a pesquisa (2011-2015). O presente artigo pretende discutir a viabilidade da aplicação do modelo proposto, bem como destacar os aspectos necessários para tal.

**Palavras-chave:** Desempenho do ambiente construído, Modelagem da informação, Gestão do conhecimento.

### **ABSTRACT**

*Despite of technologies for information modeling are becoming more often among the service providers for the construction industry, the practice of information management, throughout the life cycle of a building, has proven challenging, especially in the Brazilian case. Based on the analysis of the results from a doctoral research developed under the CNPq research group Quality and Performance in the Built Environment, it was proposed a knowledge management process applicable for buildings with similar typologies, considering the continuous improvement of the building performance. The presented solution included the consolidation of a Database for a portfolio of real estate assets, whose modeled information could be continuously managed. Therefore, results regarding performance of buildings in use may be available for the stakeholders engaged in the building design and facility management. This approach is important because it helps to promote organizational learning. Among the critical issues identified for the proposed, there were restrictions related*

---

<sup>1</sup> FRANÇA, Ana Judite Galbiatti Limongi, ORNSTEIN, Sheila Walbe. Modelagem da informação e melhoria contínua do ambiente construído: oportunidades e desafios. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

*to interoperability between computer programs, considering the effects of the versions of changes promoted to these tools, during the period that lasted for research (2011-2015). This paper aims to discuss the feasibility of implementing the proposed model, as well as highlighting the aspects necessary to do so.*

**Keywords:** *Building performance. Information modeling. Knowledge management.*

## 1 INTRODUÇÃO

Organizações públicas e privadas, muitas vezes, sejam responsáveis por gerir edificações com usos e perfis de operação semelhantes. Entretanto, observa-se com frequência que não há um processo para a avaliação de seu desempenho. Tampouco, verifica-se a proposição sistematizada de melhorias, baseadas em um aprendizado organizacional, quando estas edificações são submetidas a processos para avaliação de desempenho, e os respectivos resultados são divulgados às partes responsáveis (FRANÇA, ORNSTEIN, 2014; FRANÇA, 2016).

Desta forma, o presente artigo apresenta resultados de uma tese de doutorado, que se propôs a discutir os processos de projeto, de construção e de gestão de uma edificação, considerando o compromisso com seu desempenho quando em uso. Desta forma, se pretende subsidiar a consolidação de um ciclo de melhoria contínua, aplicável a edificações de tipologia construtiva e usos semelhantes, tais como: escolas, sedes corporativas, hospitais, redes metroferroviárias, e hotéis.

A discussão proposta aborda o planejamento de edificações, com base em informações completas, organizadas e atuais. Além disso, permite gerir a qualidade do projeto e da construção. Por meio da verificação do desempenho do ambiente construído em uso e sistematizar as informações quanto aos resultados obtidos, de modo que esteja acessível a novo planejamento (seja nova edificação ou requalificada de uma antiga).

## 2 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

Por meio de uma reflexão feita, quanto aos resultados de Avaliações Pós-Ocupação (APOs) aplicadas a escolas públicas paulistas, voltadas ao ensino fundamental e médio, no período entre 2008 e 2011 (FRANÇA, 2011), foi verificado ser pertinente a revisão das orientações de projeto e dos procedimentos de manutenção. Estas edificações, que compartilham de programas de necessidades e de especificações para componentes e sistemas construtivos, não apresentavam, à época, um processo para a gestão do conhecimento formalizado, de modo a tornar eficiente o aprendizado organizacional (FRANÇA; ORNSTEIN, 2014). Por esse motivo, observou-se a incidência de aspectos críticos recorrentes (tais como desempenho de materiais especificados e níveis de conforto ambiental inadequados) (FRANÇA, 2011; 2016).

A sistematização dos processos que incluem a documentação e da comunicação dos resultados obtidos por meio das avaliações aplicadas a

edificações em uso é importante, pois a comunicação eficiente de aspectos críticos contribui para a promoção de um desejado ciclo de melhoria contínua da qualidade do ambiente construído. Para tanto, deve estar apresentada, de forma estruturada e acessível, aos atores envolvidos nos processos de construção e de gerenciamento do edifício (FRANÇA; ORNSTEIN; ONO; 2011).

A proposição de um Modelo que embase a desejada realimentação de diretrizes para edificações semelhantes, aplicável a todo o ciclo de vida da edificação, os seguintes materiais e métodos foram adotados para a pesquisa: avaliação do estado da arte, quanto aos conceitos adotados para embasamento da pesquisa; proposição de um sistema de processos com vistas à realimentação de diretrizes de projeto; aplicação do proposto a uma edificação existente, para a validação da pertinência das soluções formuladas.

Para a alimentação do Banco de Dados, foram incorporados os resultados de levantamentos de campo, obtidos por meio da aplicação de um processo de Avaliação Pós-Ocupação (FRANÇA, 2016).

### **3 DISCUSSÃO**

Com vistas à reestruturação do processo, de modo a permitir a gestão da informação da edificação, torna-se necessário que sejam alterados os produtos de projeto pretendidos (ou entregáveis). Deste modo, o resultado do processo passa a ser um Banco de Dados (LISBOA FILHO, 2001), que permite a armazenagem controlada das informações, bem como a elaboração de pesquisas e a impressão de desenhos e de tabelas, conforme a necessidade.

Portanto, ao invés de um jogo de pranchas e memoriais descritivos, ao final do processo de projeto, tem-se um conjunto de informações modeladas, geométricas e não geométricas, que podem ser combinadas para aplicações complexas.

Nesse contexto, a integração precoce entre os processos de modelagem da informação e de simulação de desempenho possibilitam às equipes de projeto a adoção de estratégias para atingir os níveis de desempenho pretendidos (AUGENBROE; SANGUINETTI; EASTMAN, 2009).

Para que a informação possa ser gerenciada de modo a abranger as diferentes fases do ciclo de vida do empreendimento, deve-se trabalhar em equipe. Também é necessária a utilização de diversos programas computacionais e versões, escolhidos em função das especificidades de cada disciplina envolvida, de modo que sua integração é crítica para o processo de projeto. Por isso, é preciso que seja determinado um padrão que permita a troca de informações, entre disciplinas e entre aplicações técnicas (LIEBICH, 2009).

Essa integração, porém, consiste em um desafio, devido à quantidade e à

complexidade das informações, necessárias aos processos inerentes ao ciclo de vida do empreendimento. Para tanto, é necessária a formalização de um processo para suporte à transferência eficiente de informações entre etapas de seu ciclo de vida (JACOSKI; LAMBERTS, 2003).

Também deve ser levado em conta que as necessidades das equipes envolvidas nas tarefas relacionadas às etapas de planejamento, projeto, produção e operação são distintas e, por conseguinte, embasadas por informações de diferentes naturezas (FABRICIO; MELHADO, 2002; NASCIMENTO; SANTOS, 2003; SCHEER et al., 2009). Por exemplo, a informação geométrica, apesar de fundamental durante o projeto e a construção, tem sua importância reduzida durante as etapas de planejamento e de operação (TEICHOLZ, 2013).

A tarefa de gerir, de modo estruturado, essa grande quantidade de informações é facilitada, por meio da adoção de recursos tecnológicos, que possibilitem sua automatização (JACOSKI; LAMBERTS, 2003).

Scheer, Bollmann e Stumm (2005) destacam que a interoperabilidade proporcionada pela integração de profissionais de múltiplas competências específicas, por meio do uso simultâneo de diferentes programas computacionais, são aspectos fundamentais para potencializar reduções de custos e de prazos, relacionados ao projeto e à construção de uma edificação.

Os aspectos relacionados à interoperabilidade apresentam um grande impacto para o processo de gestão das informações. Como referência, o National Institute of Standards and Technology (NIST) sua relevância para o mercado da construção civil e da gestão de facilidades dos Estados Unidos da América. Foi aferido na ocasião que os custos correspondentes a perdas de oportunidades, em razão de aspectos de interoperabilidade, correspondiam a US\$ 15,8 bilhões (quinze bilhões e oitocentos milhões de dólares dos Estados Unidos da América). Ainda segundo o NIST, a fase mais relevante quanto aos custos gerados corresponde ao período de uso da edificação, responsável por 2/3 (dois terços) deste montante, relacionados a atividades de operação e de manutenção (NIST, 2004).

#### **4 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS PROGRAMAS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS**

Os programas computacionais utilizados para a pesquisa são apresentados no Quadro 1. Observa-se que, durante o período que a modelagem foi desenvolvida (2012-2015) houve alterações nos recursos tecnológicos (FRANÇA, 2016).

Quadro 1 – Programas computacionais utilizados para a pesquisa

Início da pesquisa (2012)		Término da pesquisa (2015)	
Programas computacionais	Uso	Programas computacionais	Uso
Mozilla Fire Fox (navegador de internet)	Captura da lista de endereços das escolas objeto de análise.	Mozilla Fire Fox (navegador de internet)	Captura da lista de endereços das escolas objeto de análise. Acesso ao Banco de Dados e compilação de relatórios.
Google Earth	Localização de endereços e visualização de imagens aéreas – localização de endereços nas imagens aéreas.	Google Earth	Localização de endereços e visualização de imagens aéreas – localização de endereços nas imagens aéreas.
Terraview V. 4.2.2	Geoprocessamento.	Terraview V. 4.2.2	Geoprocessamento.
Microsoft Access 2007	Configuração e edição de tabelas. Configuração de colunas para compatibilização com o programa Terraview.	Autodesk Revit 2014	Modelagem tridimensional e configuração paramétrica.
Autodesk Revit 2012	Modelagem tridimensional e configuração paramétrica.	dRofus v. 1.8	Plataforma de Banco de Dados MySQL.
DB Link v. 2012 ( <i>plug-in</i> )	Exportação e importação de informações entre os programas Revit e Access.	Solibri Model Checker	Verificação e validação do modelo.
Microsoft Excel 2007	Elaboração de planilhas e tratamento de dados.	Excel 2007	Elaboração de planilhas e tratamento de dados.
Microsoft Access 2007	Configuração e edição de tabelas. Configuração de colunas para compatibilização com o programa Terraview.		

Fonte: FRANÇA (2016), pp. 483-484.

Ao longo do desenvolvimento da pesquisa, foi necessário adaptar e atualizar a lista de programas computacionais utilizados. O modelo tridimensional começou a ser elaborado no programa Autodesk Revit, versão 2012. Por ocasião da conclusão da pesquisa, para garantir a interoperabilidade com o Banco de dados, a versão adotada foi a 2014.

Essas atualizações geraram consequências para os demais programas utilizados. Por exemplo, a versão 2014 do programa Revit não apresentou compatibilidade com o sistema operacional Windows XP que inicialmente era utilizado, o que obrigou que fosse feita sua atualização para o Windows 7.

Inicialmente, planejou-se a importação entre o programa de modelagem tridimensional e o Banco de Dados. Porém, a opção nativa do programa Revit, v. 2014 para a exportação do Banco de Dados (em formato ODBC - *Open Database Connectivity*), não permite a edição de informações e de tabelas fora do ambiente do programa. Portanto, informações exportadas

deste programa para um Sistema de Banco de Dados não podem ser alteradas e importadas novamente. Isso é crítico, pois não possibilita a retroalimentação com vistas à melhoria contínua, proposta para a pesquisa.

Como se pretendia incorporar à modelagem da informação os resultados aferidos, referentes ao desempenho em uso da edificação, foi avaliada a possibilidade da utilização de um programa a ser instalado no Revit, v. 2014, o *plug-in* DB Link, desenvolvido para a instalação no programa computacional Revit. Entretanto, esse recurso também apresentava limitações quanto aos dados que poderiam ser importados, tais como tabelas de luminárias e de quantitativos de materiais, denominadas, respectivamente, *LightingFixtureOnCeiling*, *LightingFixtureOnWall* e *MaterialQuantities*. Além disso, o suporte educacional para o *plug-in* foi descontinuado durante a pesquisa, de modo que não foi possível testar versões posteriores a 2014.

Para a solução destes aspectos, foi adotada a plataforma de Banco de Dados SQL dRofus v. 1.8, que se mostrou eficiente para o gerenciamento das informações necessárias ao projeto proposto.

## **5 APLICAÇÕES AO MODELO PROPOSTO**

Para a consolidação de um processo de gestão da informação ao longo do ciclo de vida do ambiente construído, é necessário determinar quais os usos são pertinentes as informações modeladas.

No âmbito do presente artigo, serão apresentadas análises relacionadas ao georreferenciamento da informação, especificações para diretrizes de projeto e simulações para a avaliação dos níveis de conforto ambiental.

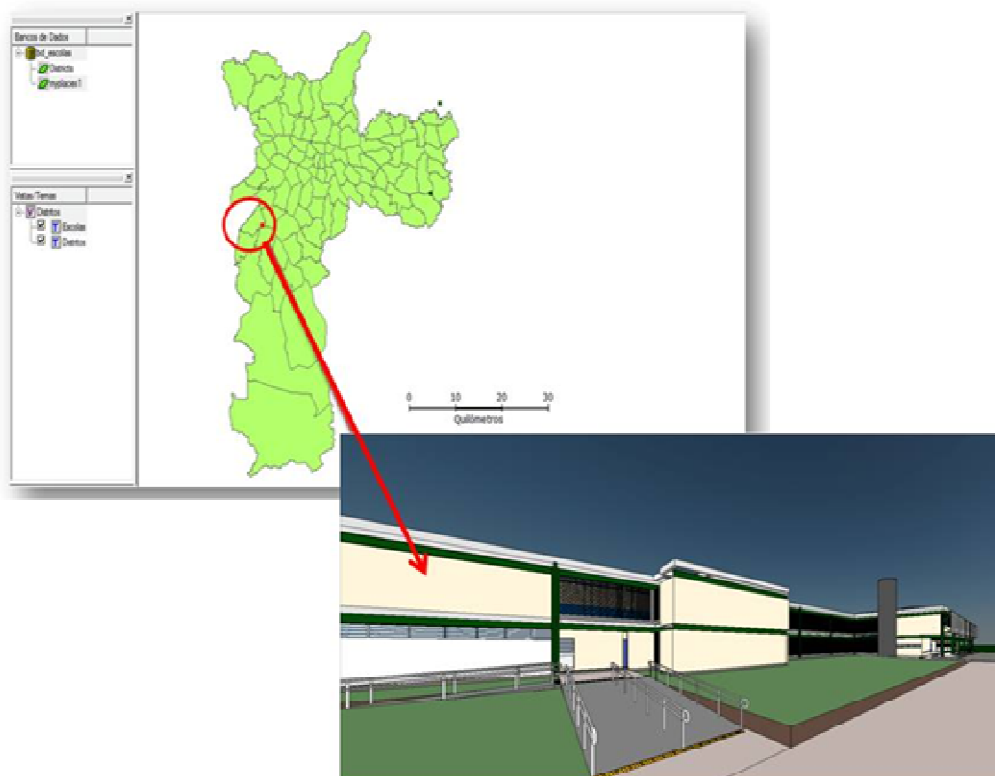
### **5.1 Georreferenciamento da informação**

Nesse contexto, é possível que os dados geográficos sejam armazenados, manipulados e consultados, por meio do uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Isso pode ser feito pela utilização de programas, equipamentos, metodologias, dados e indivíduos que permitam a realização de análises, considerando sua localização geográfica (LISBOA FILHO, IOCHPE, 1996).

Este recurso pode ser incorporado aos processos de modelagem da informação de edificações, de modo a incrementar o gerenciamento de espaços e seus respectivos usos; inclusive para a elaboração de planos de segurança, como a determinação de áreas de evacuação e avaliação de rotas de fuga; demarcação de rotas acessíveis; condução de avaliações de segurança contra incêndio; bem como para a elaboração de inventários e a identificação da localização de ativos; atividades de manutenção e mapeamento de ocorrências; verificação e monitoramento das condições de operação e de uso da edificação; modelagem dos resultados de alterações propostas em reformas e ampliações (TEICHOLZ, 2013).

Uma vez que se buscou promover o conhecimento organizacional, por meio da modelagem das informações no contexto de um portfólio de edificações, o georreferenciamento das informações mostrou-se muito relevante. Na Figura 1 é apresentado o modelo da Escola Alpha, modelada para a pesquisa de doutorado, e sua localização referenciada em um SIG. Para tal, foi utilizado o programa computacional Terraview V. 4.2.2.

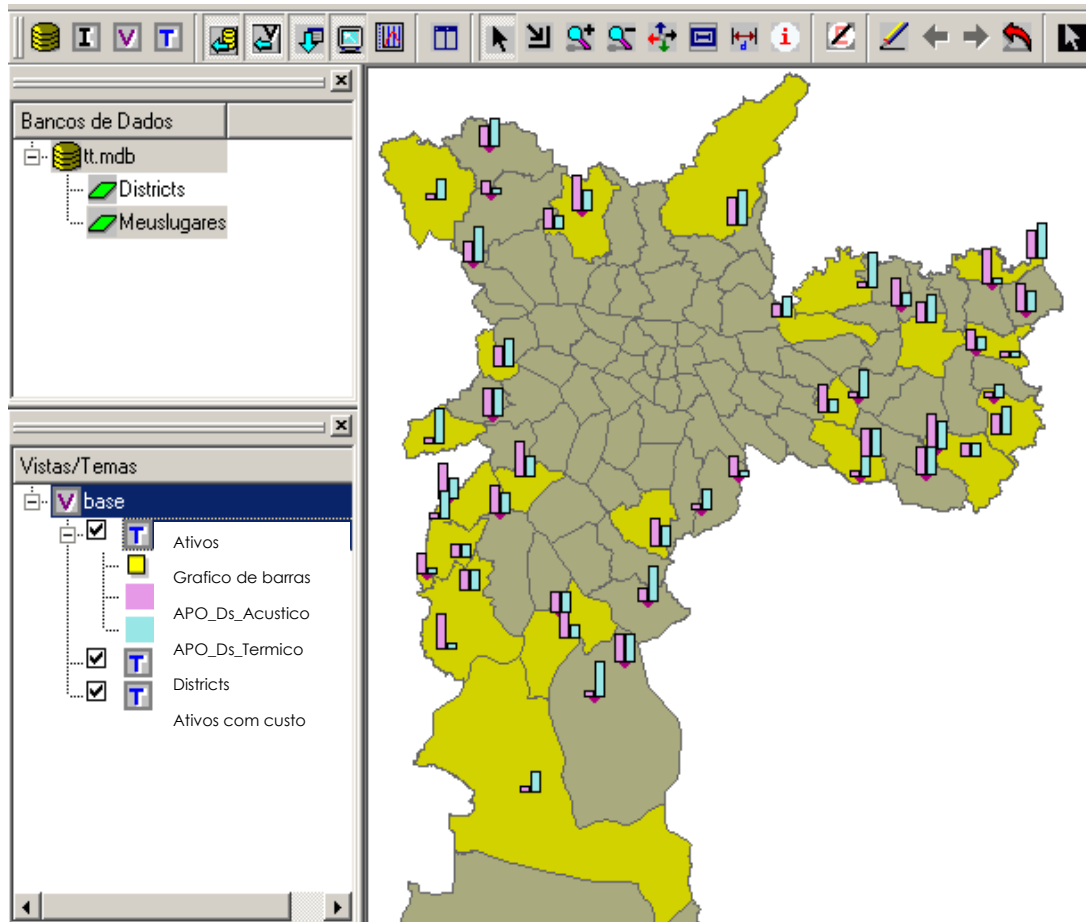
Figura 1 - Escola Alpha: localização geográfica determinada por meio do software Terraview V. 4.2.2 e modelo relacionado



Fonte: FRANÇA(2016), p.271.

Por meio da utilização deste recurso de georreferenciamento, é possível embasar decisões considerando o critério da localização (Figura 2). Por exemplo, pesquisas relacionadas ao desempenho de uma determinada esquadria podem avaliadas considerando sua proximidade do litoral.

Figura 2 - Exemplo de análise comparativa quanto ao desempenho de edificações, considerando a informação geográfica



Fonte: FRANÇA(2016), p.272.

Também áreas sujeitas a vulnerabilidade social podem ser isoladas, por exemplo, de modo a identificar a frequência de quebra de componentes devido a ações de vandalismo.

## 5.2 Modelagem de requisitos de desempenho para os ambientes

Para a modelagem das informações, considerando a necessidade de retroalimentação de especificações, foram adotados os seguintes recursos: Autodesk Revit, para a modelagem da geometria e a plataforma de Banco de dados SQL dRofus v. 1.8. A interoperabilidade entre estas ferramentas computacionais, facilitada por meio de um *plug-in*<sup>2</sup>, se mostrou eficiente para o gerenciamento das informações do projeto.

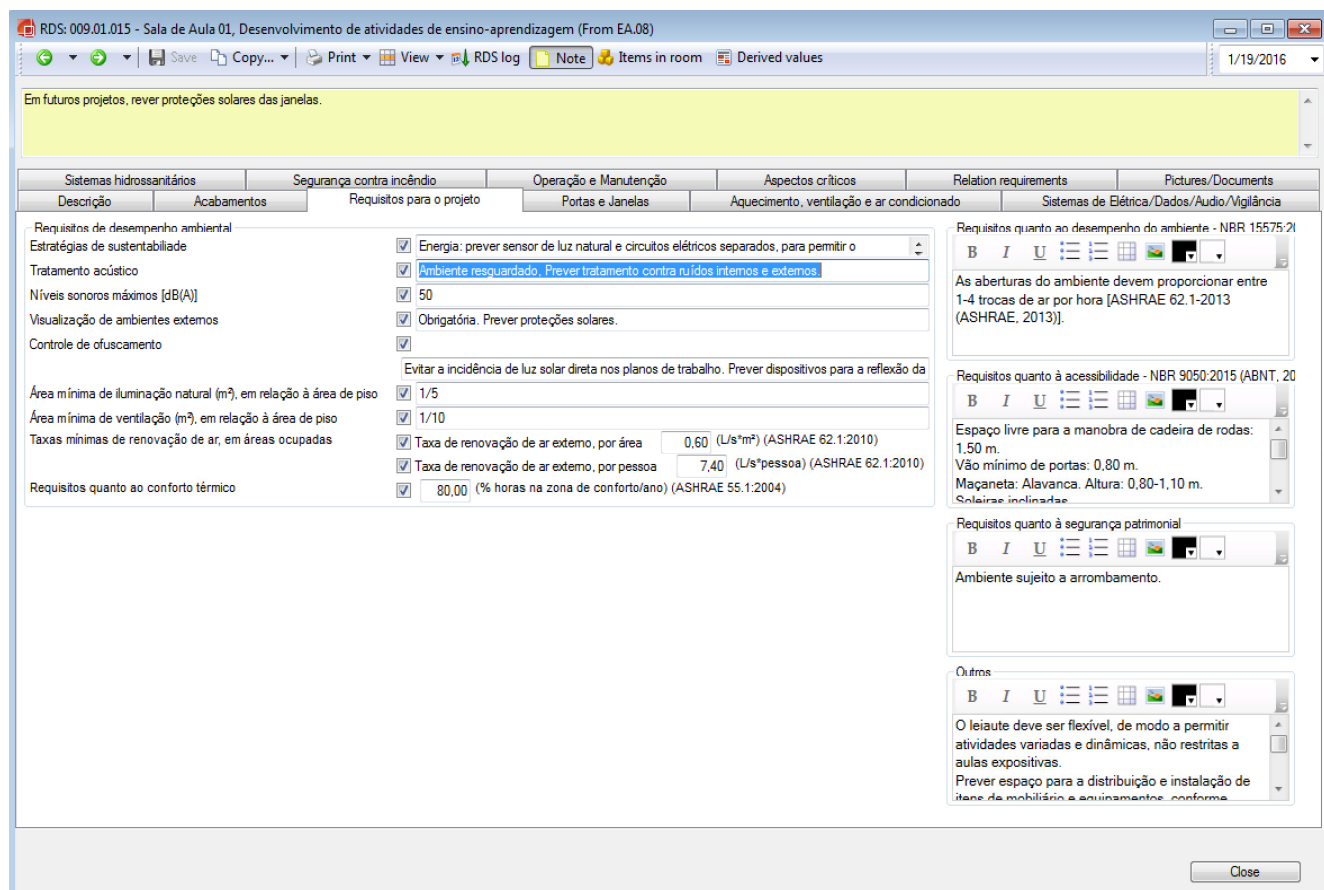
A referida plataforma de Banco de dados permite a personalização das propriedades pertinentes ao projeto, por meio da configuração de telas para a interface com o usuário (NOSYKO AS, 2015).

<sup>2</sup> Programas que podem ser incorporados a outros, de modo a adicionar funções (SCHLEUSNER, 2014).



Deste modo, foram modelados requisitos identificados como pertinentes, com base nos resultados da APO previamente aplicada à edificação modelada (FRANÇA, 2011). Um exemplo de interface gráfica personalizada para ficha técnica de ambiente é apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Exemplo de interface gráfica referente às informações relacionadas ao ambiente



Fonte: FRANÇA (2016), p. 230.

Para cada ambiente, foram configurados os requisitos de desempenho em função do uso pretendido, considerando os aspectos necessários à verificação do desempenho das soluções de projeto (por exemplo, características térmicas de materiais, que são necessárias para a elaboração de simulações de desempenho).

### 5.3 Considerações sobre a simulação de desempenho térmico

Uma das vantagens de se elaborar um protótipo digital da edificação é a possibilidade que sejam realizadas, desde as etapas iniciais do projeto, simulações computacionais, para verificar o desempenho das soluções propostas.

São exemplos de aplicação de simulações de desempenho: a avaliação do

impacto da orientação da geometria e do impacto da envoltória, as análises das condições de iluminação natural, as simulações de consumo energético, do desempenho de sistemas de energia renovável e de armazenamento de água das chuvas (AZHAR et al., 2011). Essa boa prática permite que o desempenho das soluções propostas seja simulado desde as etapas iniciais do processo de projeto, inclusive em edificações de geometria complexa, e com maior precisão, quando comparada às análises convencionais (AZHAR; BROWN; FAROOQUI, 2009).

Desta forma, com base no modelo tridimensional da Escola Alpha, foram realizadas verificações dessa possibilidade. Para a simulação, foi utilizada a ferramenta disponível no programa computacional Revit v. 2014, com o objetivo de verificar as condições de conforto previstas para edificação.

Observou-se que os cálculos realizados pelo programa computacional não utilizam as propriedades térmicas específicas dos materiais atribuídos. O menu disponível para a simulação é simplificado e apresenta apenas características genéricas para os componentes da envoltória (Figura 4).

Figura 4 - Menu disponível no programa computacional Revit v. 2014 para a elaboração de análises de desempenho da envoltória

Modelo volumétrico	Características térmicas dos elementos construtivos
Vedos externos	Elemento construtivo de alta densidade - sem isolamento
Vedos internos	Elemento construtivo leve - sem isolamento
Alvenaria – em contato com o solo	Elemento construtivo de alta densidade - sem isolamento
Cobertura	Cobertura clara - pouco isolamento
Pisos	Elemento construtivo leve - sem isolamento
Lajes	Elemento construtivo de baixa densidade - sem isolamento
Vidros	Vidro simples incolor
Elementos de iluminação zenital*	Vidro simples colorido*
Elementos de sombreamento	Sombreamento básico
Aberturas	Air

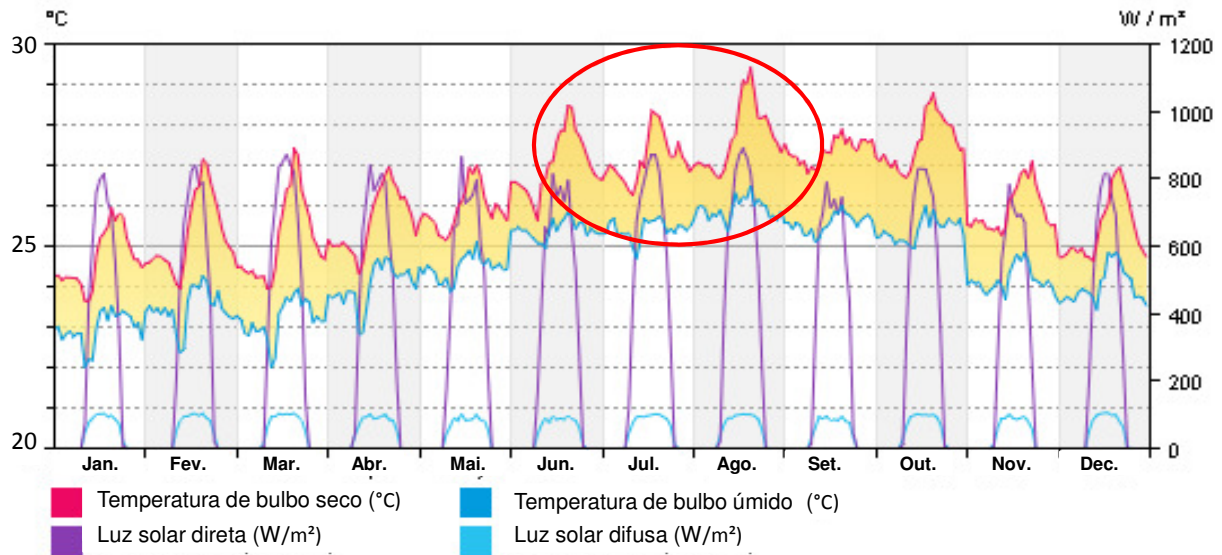
\* não há a opção para remover o item elementos de iluminação zenital, que não existe no projeto da Escola Alpha.

Fonte: FRANÇA (2016), p. 262.

Outro aspecto fundamental para a realização da simulação é a confiabilidade das informações climáticas referentes ao local do projeto. Embora seja possível selecionar a cidade onde o projeto está localizado, não é possível acessar o arquivo climático para validação. Essa característica compromete a confiabilidade dos resultados obtidos. Por exemplo, a análise do relatório de temperaturas médias diurnas, gerado

para a localização "São Paulo", destacam-se as altas temperaturas verificadas durante os meses de inverno, não compatíveis com o perfil climático local (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Temperaturas médias diurnas utilizadas na simulação

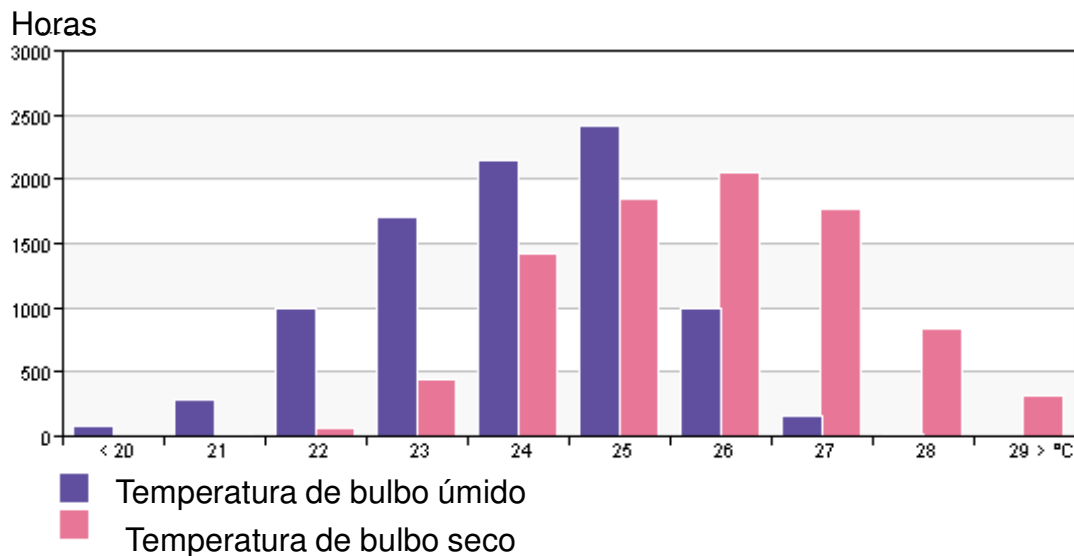


Gerado utilizando o programa computacional Autodesk Revit v. 2014.

Fonte: FRANÇA (2016), P. 263.

Devido ao pouco controle quanto à atribuição de características dos materiais e à informação climática permitido por esse processo de simulação, entende-se que o relatório de temperaturas gerado (Gráfico 2), não apresenta os níveis de precisão necessários para embasar as decisões de projeto.

Gráfico 2 - Exemplo de relatório de temperaturas internas (anual), para o ambiente Sala de Aula 15



Gerado a partir do programa computacional Autodesk Revit v. 2014.

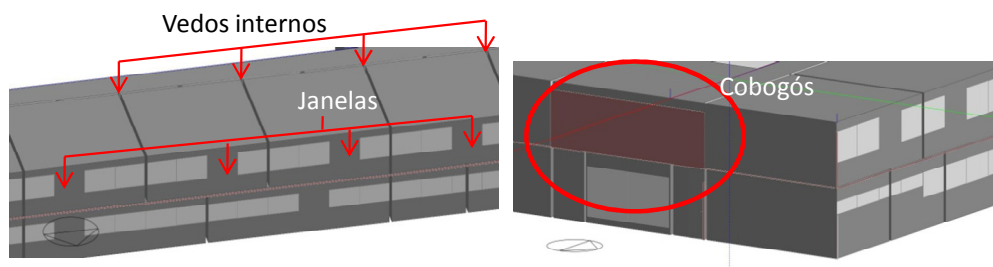
Fonte: FRANÇA (2016), p. 264.

Considerando que o resultado da simulação de desempenho térmico no próprio programa de modelagem geométrica não apresentou resultados considerados satisfatórios, procedeu-se a elaboração de análises referentes às condições de conforto ambiental do modelo em um programa específico de simulação. Para tal, foi adotado o formato aberto para exportação, conforme a norma internacional para o compartilhamento das informações Industry Foundation Class (IFC) (BUILDINGSMART, 2014b).

Porém, esta solução mostrou-se restrita à informação geométrica do modelo. As características dos materiais quanto ao seu comportamento térmico, entretanto, não foram incluídas no arquivo exportado, durante o processo de exportação. Visto que não se encontravam os parâmetros relacionados às propriedades térmicas para a exportação em IFC a partir do Revit (versão 2014), o modelo, elaborado utilizando o programa Revit, v. 2014, foi submetido então ao processo de exportação para o formato gbXML (*Open Green Building eXtensible Markup Language*).

Por meio da importação no DesignBuilder, programa computacional utilizado para a análise das condições de conforto ambiental do projetado, verificou-se a leitura incorreta de elementos construtivos. Na Figura 5 são destacados elementos que não foram reconhecidos corretamente, quando importados.

Figura 5 – Exemplos de informações geométricas que não foram lidas adequadamente pelo programa de simulação energética



Fonte: Adaptato de FRANÇA (2016), p. 267.

Observa-se, porém, que embora haja visualmente um vão entre as zonas térmicas, as áreas dos vedos faltantes são lidas como divisórias internas, estando, deste modo, adequadas às análises de fluxo térmico, embora a geometria esteja incorreta.

Além disso, nota-se, na Figura 5, que elementos de sombreamento do tipo 'cobogó' não tiveram sua geometria exportada, e a área onde estavam localizados foi lida como um conjunto de janelas simples e sem as propriedades térmicas adequadas.

Portanto, o processo de importação das informações para análises de conforto ambiental mostrou-se semiautomatizado, pois exigiu validação das informações importadas, bem como retrabalho de modelagem.

## 6 CONCLUSÕES

O processo de gestão do conhecimento pressupõe o uso de diferentes recursos tecnológicos, necessários às diferentes fases do processo de produção da edificação e da gestão de facilidades. Isso obriga o planejamento da modelagem, para permitir a alimentação de um repositório único de dados. Também foi possível apreender que há importantes desafios a serem vencidos, para a efetiva gestão da informação em ambientes que prevêem a interação entre os muitos *stakeholders*, responsáveis por desempenhar tarefas em diferentes disciplinas.

Faz-se, assim, necessário um planejamento prévio, considerando quais as tarefas pertinentes às edificações a serem geridas, de modo a especificar recursos tecnológicos e protocolos adequados para a transferência das informações, de forma confiável.

Também é necessário considerar que o programa computacional adotado para a modelagem da geometria (Revit 2014) não permite que arquivos importados para versões mais recentes possam ser abertos em versões mais antigas. Isso deve ser considerado ao planejar os recursos a serem utilizados, especialmente se há a pretensão que essas informações sejam acessadas

durante a vida útil de uma edificação.

Portanto, é preciso planejar o processo de modelagem, considerando a exportação de modelos para formatos abertos, de modo que as equipes envolvidas não fiquem reféns de atualizações ou de políticas de descontinuidade de programas computacionais.

Isso pressupõe, por tanto, o entendimento de que a modelagem da informação não se restringe ao uso de uma ferramenta ou de um conjunto de ferramentas - ou de aplicativos. Deve, sim, deve ser entendida como uma profunda mudança dos processos relacionados ao ciclo de vida do empreendimento.

## REFERÊNCIAS

AUGENBROE, Godfried; SANGUINETTI, Paola; EASTMAN, Charles. Courthouse energy evaluation: BIM and simulation model interoperability in concept design. In: **International IBPSA Conference 11**. Glasgow, Scotland, 2009. p. 1922-1929.

AZHAR, Salman, et al.. Building information modeling for sustainable design and LEED rating analysis. In: **Automation in Construction** v. 20. London: Elsevier B. V., 2011, pp. 217-224.

AZHAR, Salman; BROWN, Justin; FAROOQUI, Riswan. BIM-based Sustainability Analysis: An Evaluation of Building Performance Analysis Software. In: **Proceedings of the 45th ASC**, 2009. Disponível em: <<http://ascpro.ascweb.org/chair/paper/CPRT125002009.pdf>>. Acesso em 12 jun. 2012.

FRANÇA, Ana Judite Galbiatti Limongi. **Melhoria contínua aplicada a edificações de tipologia padronizada**: a gestão do conhecimento no contexto do portfólio de ativos de uma organização. Tese (Doutorado). FAUUSP, 2016.

FRANÇA, Ana Judite Galbiatti Limongi. **Ambientes contemporâneos para o ensino-aprendizagem**: Avaliação Pós-Ocupação aplicada a três edifícios escolares públicos, situados na Região Metropolitana de São Paulo. Dissertação (Mestrado). FAUUSP, 2011.

FRANÇA, Ana Judite Galbiatti Limongi; ORNSTEIN, Sheila Walbe. Técnicas de gestão da qualidade aplicadas ao diagnóstico de Avaliação Pós-Ocupação (APO). In: **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído- ENTAC**, 2014. v. 1. p. 1814-1823.

FRANÇA, Ana Judite Galbiatti Limongi; ORNSTEIN, Sheila Walbe; ONO, Rosaria. Mapas de diagnóstico: procedimentos de Avaliação Pós-Ocupação (APO) voltados à qualidade de projeto. In: **2o Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído / X Workshop Brasileiro de Gestão do Projeto na Construção de Edifícios, 2011**. Rio de Janeiro: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído / ProArq - FAU - UFRJ, 2011. v. 1. p. 297-307.

JACOSKI, Cláudio Alcides; LAMBERTS, Roberto. Desenvolvimento de protótipo IFC/XML para integração da informação em projetos de edificações. In: **III**

**Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios.**

Anais do III Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. Belo Horizonte: UFMG, 2003.

LIEBICH, Thomas. **IFC model implementation guide**. Version 2.0. buildingSMART Model Support Group, 2009.

LISBOA FILHO, Jugurta. **Estruturação e modelagem de banco de dados** (2a. ed). Curitiba: Fator GIS, 2001.

\_\_\_\_\_; IOCHPE, Cirano. Introdução a sistemas de informações geográficas com ênfase em banco de dados. In: **10ª Escuela de Ciencias Informáticas**. Departamento de Computación, Universidad de Buenos Aires, Argentina. Buenos Aires, UBA: 1996.

NASCIMENTO, Luiz Antonio; SANTOS, Eduardo Toledo. A indústria da construção na era da informação. In: **Ambiente Construído**, v. 3, n. 1. Porto Alegre: ANTAC, 2003, pp. 69-81.

NIST – NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. **Cost Analysis of inadequate interoperability in the U. S. Capital Facilities Industry**. NIST GCR 04-867. Gaithersburg: NIST, 2004.

NOSYKO AS. **Drofus administration guide**. Version 1.8. Oslo: Nosyko AS, 2015.

SCHEER, Sérgio; BOLLMANN, Caroline; STUMM, Silvana B.. Engenharia colaborativa: uma visão para a engenharia simultânea e o uso de ambientes colaborativos para arquitetura e engenharia civil. In: **Seminário de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil**, 2., 2005, SÃO PAULO, SP, 2005, São Paulo, SP, 2005. 1 CD-ROOM.

SCHEER, Sergio et al.. Collaborative CAD modeling process analysis to support teamwork for building design. In: **Gestão e Tecnologia de Projetos**, v. 4, nº 1. Porto Alegre: ANTAC, 2009, pp.124-135.

TEICHOLZ, Eric (Ed.). **Technology for facility managers: the impact of cutting-edge technology on facility management**. IFMA Foundation. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2013.