



Recife 4 a 6 de Novembro 2015

VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção

Edificações, Infra-estrutura e Cidade: Do BIM ao CIM

ufpe.br/tic2015



PLATAFORMA BIM, RETROFIT E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO¹

BIM PLATFORM, RETROFIT AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY: A CASE STUDY IN RIO DE JANEIRO CITY

Fabiana Dias da Silva

PROARQ/FAU - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
e PETROBRAS

fabyds@gmail.com

Mônica Santos Salgado

PROARQ/FAU - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

monicassalgado@ufrj.br

Carolina Mendonça da Silva

PROARQ/FAU - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

carol.donca@gmail.com

Resumo

Os benefícios da modelagem digital na produção de novas edificações já tem sido objeto de estudo e discussão entre os pesquisadores da área. Entretanto, considerando a grande quantidade de edificações existentes que necessitam de modernização, torna-se necessário avaliar o potencial da plataforma BIM (*Building Information Modeling*) para este uso. Nesse sentido, este artigo apresenta a experiência de utilização da plataforma BIM na modelagem de uma edificação existente visando à sua modernização (*retrofit*), incorporando os requisitos de qualidade ambiental definidos pela certificação AQUA (Alta Qualidade Ambiental - certificação brasileira baseada no método francês HQE). Realizou-se um estudo de caso junto à equipe que está modelando o edifício-sede de uma importante empresa brasileira sediada na Cidade do Rio de Janeiro, cujo projeto foi o resultado de concurso nacional realizado através do Instituto de Arquitetos do Brasil (IAB) em 1967. A modelagem da edificação existente criará um banco de dados que poderá auxiliar na gestão da manutenção (*facilities*) daquele empreendimento. Os resultados obtidos até o momento junto à equipe coordenadora indicam a necessidade de rever o sistema de gestão de informações adotado, de forma a tornar eficiente a troca de informações entre os membros da equipe, viabilizando a compatibilização entre as decisões de projeto. De qualquer forma, evidenciou-se o potencial da plataforma na gestão da manutenção e operação.

Palavras-chave: Plataforma BIM. Gestão de projetos. Sustentabilidade. Gestão de utilidades.

Abstract

The benefits of digital modeling in the production of new buildings has been studied and discussed among researchers. However, considering the large number of existing buildings in need of modernization, it is appropriate to evaluate the potential of BIM platform (*Building Information Modeling*) for this use. In this sense, this paper presents an experience where BIM platform is being used to model an existing building aimed at its modernization (*retrofit*), incorporating the environmental quality requirements set by AQUA certification (HighQuality Environmental - Brazilian certification based on the French method HQE). A case study has been

¹ SILVA, F.; SALGADO, M.; SILVA, C. Plataforma BIM, Retrofit e Sustentabilidade Ambiental: Estudo de Caso no Rio de Janeiro. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2015.



conducted with the design team that is modeling the headquarters of a major Brazilian company, located at Rio de Janeiro City, whose project was the result of a national competition held by the Institute of Architects of Brazil (IAB) in 1967. The modeling of the existing building creates a database that can aid in facilities management. The results obtained so far through the coordinating team indicate the need to review the current information management system in order to guarantee efficiency during the process of exchanging information among team members, enabling compatibility between design decisions. Anyway, it showed the potential of the platform in the facilities management.

Keywords: BIM Platform. Design management. Sustainability. Facilities management.

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil enfrenta, desde a década de 90 do século passado, diferentes desafios referentes à inovação no processo de projeto e execução de obras. Neste período, observou-se o incremento das discussões voltadas à sustentabilidade na produção de edificações e a propagação de diferentes sistemas de certificação para as edificações “verdes”. De maneira geral esses sistemas visam: promover uma melhoria contínua para otimizar o desempenho do edifício e minimizar o impacto ambiental; fornecer uma medida de efeito de um edifício sobre o ambiente; e estabelecer padrões confiáveis por meio dos quais os edifícios possam ser avaliados objetivamente (REED et al., 2009).

A busca pela produção de edificações que considerem as variáveis de desempenho interno e externo (ou seja, conforto ambiental para os usuários e baixo impacto ambiental na região) tem levado os profissionais da área de gestão e desenvolvimento de projetos à discussão sobre a incorporação desses requisitos não apenas nos novos projetos, mas também nos projetos das edificações existentes. Nesse sentido, é necessário avaliar o desempenho da edificação existente identificando as oportunidades de melhoria e também viabilizando a garantia do desempenho na fase de uso-operação e manutenção.

Com relação a esse aspecto, Hensen (2010) prevê, para a próxima década, o aumento do uso das simulações de desempenho ambiental no desenvolvimento dos projetos das edificações. As duas principais razões para isso são: (1) a discrepância entre consumo de energia previsto e o consumo real nos edifícios, e (2) o surgimento de novos modelos de negócio impulsionados pelo desempenho energético durante o ciclo de vida da edificação.

Esse trabalho apresenta um estudo de caso onde a plataforma BIM está sendo utilizada na modelagem de uma edificação existente, visando a facilitar o processo de incorporação das características de projeto que permitirão a adequação do edifício às exigências do processo AQUA (adaptação do método francês HQE – Alta Qualidade Ambiental) e da etiquetagem energética das edificações conforme selo PROCEL-EDIFICA. Apresentam-se as oportunidades oferecidas pelo método, bem como as principais dificuldades enfrentadas pelas equipes envolvidas no desenvolvimento do modelo.

Entende-se que a construção de um banco de dados sobre as edificações existentes pode auxiliar na manutenção e operação facilitando o processo de gestão de utilidades por todo ciclo de vida da edificação.

2. PROJETOS SUSTENTÁVEIS E O PROCESSO AQUA

As ferramentas de apoio ao desenvolvimento de projetos sustentáveis foram desenvolvidas em diferentes países, acompanhando as especificidades de cada região. No Brasil, considerando a realidade atual, cabe citar o Programa de Etiquetagem de Eficiência Energética de Edificações, uma proposta que se diferencia das demais por não constituir, especificamente, um método para auxílio ao projeto com qualidade ambiental, mas uma proposta de certificação das edificações que apresentem desempenho energético



satisfatório, considerando requisitos pré-estabelecidos (ELETROBRAS-PROCEL, 2010).

Entre os métodos estrangeiros que chegaram ao país, o método francês HQE (*Haute Qualité Environnementale*) foi adaptado originando o processo AQUA brasileiro. Entende-se que o principal mérito das propostas está no fato de auxiliarem arquitetos e engenheiros a repensar o processo de projeto visando à incorporação de soluções que possam contribuir positivamente para a qualidade ambiental das edificações produzidas.

O processo AQUA tem início antes do desenvolvimento do projeto da edificação, e ocorre em duas fases: definição de parâmetros e concepção projetual. Nesta primeira fase dá-se o estudo do potencial ambiental do terreno – com o auxílio dos parâmetros definidos pelo método - e, na sequência, a hierarquização dos 14 alvos definidos pela metodologia (SALGADO et al., 2012). O processo se baseia em dois documentos:

- O Sistema de Gestão do Empreendimento – informando as características ambientais a serem perseguidas pelo projeto;
- O Perfil de Qualidade Ambiental da Edificação (QAE), com a definição das categorias ambientais a serem priorizadas no desenvolvimento do projeto da edificação.

Entretanto, cabe ressaltar que em 26 de maio de 2015 a Associação HQE apresentou o novo Quadro de Referência para Construções Sustentáveis. De acordo com seus desenvolvedores, o novo quadro pretende substituir de forma gradativa o antigo método HQE e seus 14 alvos, para que o setor da construção civil possa se adaptar às novas exigências. Partindo do princípio de que o conhecimento, as habilidades e práticas evoluíram ao longo desses 20 anos da certificação, este novo quadro de referência para a construção sustentável, como agora deve ser chamado, vai além dos termos de qualidade ambiental, levando em consideração as diferentes dimensões do desenvolvimento sustentável, estando diretamente relacionado a todos os tipos de construção e todas as fases da vida do edifício (Association HQE, 2015).

A distinção do antigo HQE se dará primeiramente pela substituição dos 14 alvos por uma nova abordagem global, envolvendo quatro compromissos apresentados a seguir, que se desdobram em doze objetivos (adaptado de Association HQE, 2015):

1- Qualidade de vida – envolve aspectos ligados à saúde e segurança dos usuários a partir das características dos ambientes construídos, conforto e ambiência, propiciando espaços que promovam a convivência humana;

2- Desempenho Econômico – relacionado com a otimização de despesas e custos, com a valorização financeira e de uso do patrimônio e com ao desenvolvimento econômico do entorno imediato;

3- Respeito ao meio ambiente – destacando aspectos tais como o uso racional de energia e recursos naturais, a limitação da poluição e preocupação com as mudanças climáticas, envolvendo todas as ações que considerem o respeito à natureza e a biodiversidade;

4-Gestão Responsável – com destaque para a organização de empresas atendendo aos requisitos de qualidade e avaliação periódica do sistema de gestão visando à melhoria contínua, considerando as ações para adequada coordenação do processo de projeto;

Apesar das alterações que estão sendo realizadas no método Frances HQE, até o final dessa pesquisa ainda não existia nenhuma informação sobre possíveis alterações no processo AQUA brasileiro. Entretanto considerando a parceria entre os dois organismos e a equivalência entre as certificações AQUA-HQE, acredita-se que o processo brasileiro poderá sofrer alterações a partir do próximo ano.



3. PLATAFORMA BIM: UMA EVOLUÇÃO NO PROCESSO DE PROJETO

Nas últimas décadas, o processo projetual tem passado por contínuas transformações. A representação de projetos em desenhos bidimensionais foi sendo substituída pelo desenho em meio eletrônico utilizando *softwares* para CAD – *Computer Aided Design* (AsBEA; 2013). Entre as possibilidades oferecidas pela tecnologia da informação visando a facilitar esse processo, tem destaque a plataforma BIM, que esta permite a conjugação de todos os aspectos envolvidos no processo de projeto e ainda a verificação dos impactos das decisões de projeto identificando as incompatibilidades. O modelo BIM permite a antecipação da realidade que trata da elaboração de um conjunto de representações (modelos) da informação da construção. Desta forma, se constrói uma base de dados da construção que pode ser usada e atualizada durante todo seu ciclo de vida, desde a concepção até a fase de uso-operação e manutenção da edificação (gestão de “*facilities*”)

A plataforma “BIM”, que em português está sendo chamada de Modelagem da Informação da Construção, passou a existir no fim da década de 80 nos Estados Unidos e na Europa, principalmente na Finlândia (MENEZES, 2011 apud RIBEIRO, 2013). A migração para a plataforma “BIM” é relativamente lenta no Brasil, e ainda passa por um processo de aceitação pelos escritórios. Williams (2013) destaca que BIM é uma abordagem orientada para a obtenção e aproveitamento da informação ao longo do processo de projeto.

Dessa forma, o projeto desenvolvido na plataforma BIM pressupõe uma nova forma de trabalho que altera a forma tradicional de desenvolvimento de projetos, substituindo o desenho do projeto a partir de *softwares* para CAD pela construção do modelo parametrizado da construção.

A plataforma BIM requer compartilhamento de informações de projeto através de um modelo digital que pode ser trabalhado de forma integrada por diferentes disciplinas. Neste aspecto reside o potencial da plataforma no atendimento aos requisitos de sustentabilidade, viabilizando a simulação do desempenho ambiental ainda na fase de projeto. Para viabilizar o trabalho interdisciplinar existem *softwares* indicados para cada uma das etapas do ciclo de vida do empreendimento, conforme apresentado no quadro1.

Quadro 1: Softwares BIM e seus usos

Uso	Software
Estudo de viabilidade	<i>TrelligenceAfinnity Programming, Onuma System, dRofusSamrt Planning</i>
Projeto de Arquitetura	<i>Autodesk Revit Architecture, Bentley Architecture, GraphisoftArchiCAD, NemetschekVectorworks Architect</i>
Projeto MEP (instalações)	<i>Autodesk Revit MEP, Bentley Building Mechanical Systems, Graphisoft MEP Modeler</i>
Projeto de Estrutura	<i>Autodesk Revit Structure, Tekla Structures, Bentley Structural Modeler</i>
Coordenação interdisciplinar e <i>clahdetection</i>	<i>Navisworks Manage, Solibri Model Checker</i>
Verificação (codechecking)	<i>SolibriModel Checker</i>

Fonte: BLOOMBERG, M et al (2012).

Embora com características distintas, os projetos desenvolvidos utilizando um desses *softwares* podem ser exportados no formato IFC – um modelo de intercâmbio em 3 dimensões – que permite a leitura e edição em quaisquer *softwares* que trabalhe na plataforma, não havendo, portanto, a necessidade de trabalhar de forma exclusiva com apenas um dos softwares citados. Ou seja, a escolha do *software* mais apropriado dependerá da atividade desenvolvida pela empresa.



No que se refere à produção de edificações sustentáveis, sabe-se que as informações relativas ao processo de projeto das edificações tornaram-se ainda mais complexas com a adoção de metas referentes ao desempenho. Daí a importância de se aprimorar o processo de projeto, viabilizando a interoperabilidade entre os atores que fazem parte dele na realização do projeto completo da edificação. Nesse sentido, as funcionalidades oferecidas pela plataforma BIM podem auxiliar na elaboração de projetos com alta qualidade ambiental. O que se impõe aos profissionais de arquitetura e engenharia é a necessidade de se estabelecer um novo método de organização e gestão do processo de realização do projeto e construção que viabilize a incorporação dos princípios da sustentabilidade (SALGADO et al, 2012).

O potencial da plataforma BIM na fase de concepção do projeto e construção já tem sido reconhecido pelos profissionais. Entretanto, tal como destacam Olin et al (2012), a plataforma pode trazer benefícios também na fase de uso e manutenção, auxiliando na garantia das adequadas condições de funcionamento na fase de uso (desempenho pós-ocupação).

Desta forma, evidencia-se o potencial do modelo BIM na gestão do empreendimento durante toda a sua vida útil. Entretanto, essa abordagem ainda é inédita e enfrenta algumas barreiras. Estudo realizado por Williams (2013) sugere que a indústria de “*Facilities Management*” (FM) não está totalmente pronta para abraçar o BIM e apesar da oportunidade oferecida pela plataforma, existem muitos desafios e obstáculos que podem impedir sua utilização de forma eficaz. De acordo com o autor, para o sucesso do BIM na gestão de “*facilities*” será necessário não só tecnologia e troca de informações, mas também práticas de trabalho colaborativas e processos bem definidos, destacando o fato de que o BIM realmente requer uma fusão de pessoas, processos e tecnologia.

4. ESTUDO DE CASO NO RIO DE JANEIRO

Para dar continuidade à pesquisa sobre o potencial da plataforma BIM na gestão pós-ocupação, realizou-se um estudo de caso, apresentado na Figura 1, numa empresa sediada na cidade do Rio de Janeiro. O projeto original da edificação que abriga a empresa foi escolhido por meio de concurso organizado através do Instituto de Arquitetos do Brasil (IAB-RJ), em 1967. A concepção do edifício incluiu preceitos de arquitetura bioclimática, que deveria seguir os principais requisitos definidos no edital: a ocupação máxima do terreno com o mínimo de circulação vertical; a valorização do convívio social em ambientes agradáveis e o desejo de se tornar um marco na arquitetura da cidade, destacando-se na paisagem, porém integrada com o seu entorno. (GUAISTI, 2008).

A equipe vencedora do concurso, liderada pelo escritório de arquitetura Forte-Gandolffi Associados idealizou um projeto cuja planta de 75 x 75 m se divide em nove módulos de 25 x 25 m, com entrecolúnio de 12,5 m composto por pilares em cruz (SANTOS; ZEIN, 2009). O espaço livre gerado entre o pilar e o revestimento abrigaria as prumadas visitáveis de tubulações de água, esgoto e água gelada para o ar condicionado. O fechamento foi feito com chapas de aço inoxidável dando um formato poligonal (GUAISTI, 2008).

O edifício se divide em: subsolo, embasamento (térreo, 1º e 2º pavimentos), corpo (3º ao 22º pavimentos) e coroamento (23º ao 26º pavimentos). O módulo central abriga a circulação vertical e os serviços (sanitários, escadas de emergência, prumadas de energia elétrica e telefonia, além do poço dos elevadores), sendo este o único núcleo que se repete em todos os pavimentos do edifício. A grande caixa completamente fechada que se forma é aliviada por 17 vazios produzidos pela intercalação de plantas com formatos em “Cruz”, “H” e “I” (Figura 2), onde se formam terraços jardim, que receberam paisagismo de Burle Marx. Esses vazios também servem para que o edifício tenha iluminação natural, captação de ar necessária para a renovação do ar condicionado e para a humanização do edifício



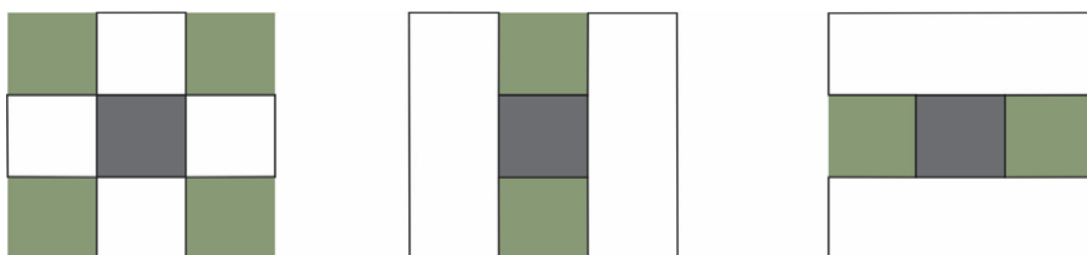
(GUASTI, 2008).

Figura 1 – Edificação em estudo e detalhe das fachadas com tratamento diferenciado



Fonte: Banco de imagens dos autores, 2014.

Figura 2 - Tipos de pavimentos



Fonte: Elaborado pelos autores, 2014.

Por volta do ano de 2008, foram realizadas obras de reforma na área onde estão as máquinas de ar-condicionado visando aumentar a economia de energia. Para verificar a eficiência desses novos sistemas as obras foram realizadas no 6º pavimento, que foi totalmente reconstruído (GUASTI, 2008). As melhorias neste andar orientaram o desenvolvimento do Projeto Básico para os demais pavimentos e, em 2013, teve início o projeto de atualização tecnológica visando à adequação às necessidades atuais e futuras da edificação.

Dessa forma, a pesquisa realizada acompanhou a modelagem da edificação que teve início a partir da reforma do sexto pavimento, se estendendo para a criação do modelo digital de todo o conjunto. Essa modelagem permitiu a criação de um banco de dados com todas as informações sobre a edificação, que poderá auxiliar na gestão da manutenção.



Além disso, considerando o interesse da empresa em obter a certificação ambiental AQUA e também a etiquetagem energética através do selo PROCEL nível A, o modelo permitirá a simulação do desempenho da edificação ainda na fase de projeto do *retrofit*, permitindo a opção pelas melhores alternativas projetuais antes da execução da obra.

4.1. Desenvolvimento da modelagem da edificação

O desenvolvimento do projeto de requalificação está sendo elaborado em quatro fases: Projeto Conceitual, Projeto Básico, Projeto Executivo e Construção. Após a elaboração do Projeto Conceitual, com a definição das informações que permitem caracterizar o projeto da reforma, foi desenvolvido o Projeto Básico, utilizando o *software* de desenho convencional. A opção pela realização de maquetes utilizando a plataforma BIM ocorreu na fase de Projeto Executivo em consequência da complexidade do projeto. Além disso, o interesse em adaptar a edificação para atendimento aos requisitos do processo AQUA justificaram ainda mais a produção do modelo em BIM.

Os funcionários da empresa proprietária da edificação responsável pela fiscalização do desenvolvimento do projeto elaboraram um documento intitulado “Especificação Técnica de Modelagem 3D” que foi entregue à empresa contratada para realização do Projeto Executivo.

A equipe de projeto, então, foi composta pelos seguintes profissionais: Um coordenador interno - responsável pelo acompanhamento do trabalho desenvolvido pela empresa externa contratada. E, dois coordenadores externos da empresa contratada: 1) Coordenador de projeto – responsável pelo controle das alterações e da liberação de documentos para a fiscalização, e, 2) Coordenador de modelagem ou BIM – responsável por verificar conflitos e sobreposições entre as disciplinas no modelo e apresentar o modelo nas reuniões de revisão de projeto.

4.2. Desafios da modelagem na Plataforma BIM

De acordo com Williams (2013), BIM é uma abordagem orientada para a obtenção e aproveitamento da informação ao longo do processo de projeto. O mesmo autor identifica que para desenvolvimento do projeto na plataforma BIM é necessário que haja uma centralização do modelo em um computador. Este modelo deve conter informações gráficas em 3D e não-gráficas sobre o projeto, a construção e a operação de um determinado empreendimento. Este conjunto de ferramentas digitais, denominada Plataforma ou Processo BIM permite que o modelo seja projetado e construído diversas vezes virtualmente, ensaiando e otimizando os recursos ao longo do processo projetual e eliminando os possíveis erros, desperdícios e ineficiência.

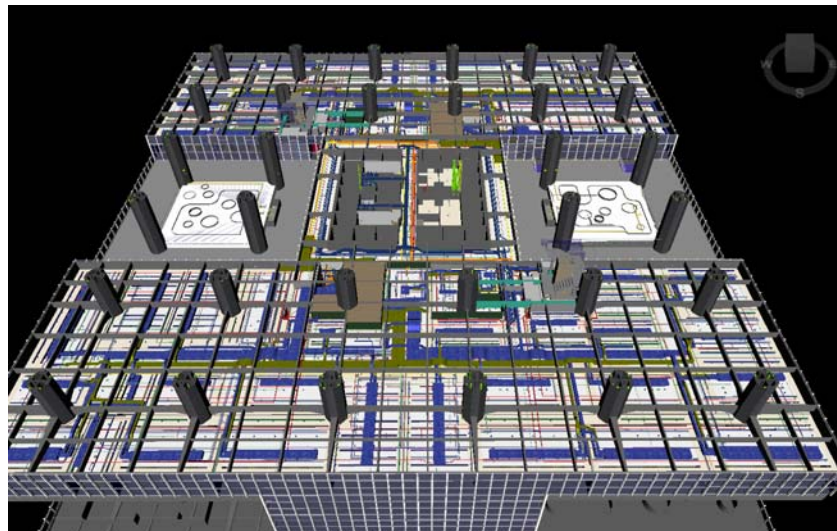
No estudo de caso, o procedimento estabelecido para a verificação das interferências e integração entre as disciplinas na empresa contratada foi a emissão de relatórios diários com as interferências identificadas a partir do próprio modelo BIM do projeto da reforma. Esses relatórios se baseiam nos resultados obtidos a partir do comando “*clash-detection*” através do modelo BIM. Posteriormente, os documentos com a relação das interferências detectadas são encaminhados para as reuniões semanais das equipes de projeto e são revisados pelos líderes das disciplinas envolvidas.

Para facilitar a gestão do processo, o setor responsável pela fiscalização das atividades de projeto elaborou um *check-list* específico para cada uma das disciplinas envolvidas. Desta forma, após a modelagem de cada setor, o profissional realiza a verificação das interferências. As incompatibilidades identificadas são discutidas nas reuniões de revisão, que reúnem os técnicos de todas as disciplinas de projeto. Essas reuniões gerais são realizadas a cada dois meses, ou quando existe alguma situação extraordinária que exige



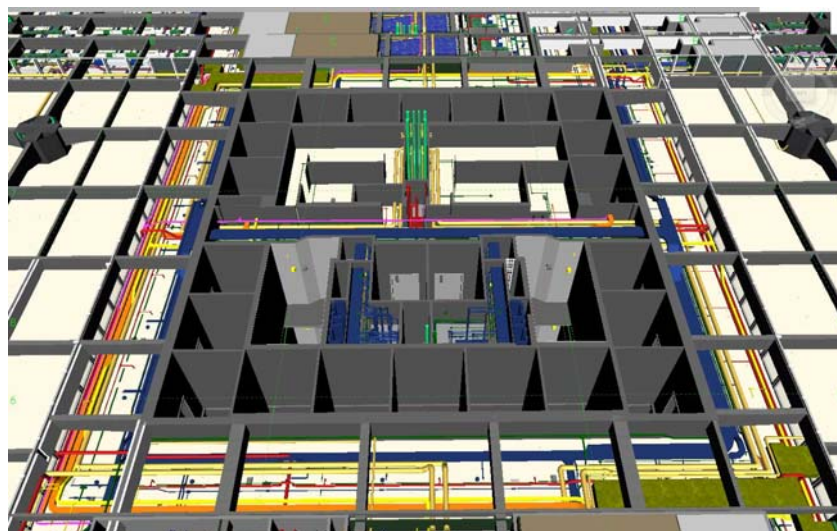
reunião da equipe. As Figuras 3 e 4 mostram o desenvolvimento do projeto a partir do modelo virtual.

Figura 3 – Modelo virtual elaborado no *software* Revit



Fonte: banco de dados da empresa, 2014.

Figura 4 – Projeto interdisciplinar com as diversas utilidades



Fonte: banco de dados da empresa, 2014.

A aprovação dos documentos é feita por meio do Sistema de Gerenciamento do Empreendimento, que permite que os documentos sejam analisados e comentados pelos profissionais internos à empresa envolvidos com a fiscalização do processo. Após a verificação, as informações retornam para empresa contratada para realizar o modelo da reforma, para que possa realizar as alterações necessárias. Este sistema se baseia em procedimentos internos específicos, entre eles, a exigência da troca de documentos em formato “*portable digital format-pdf*”.

Infelizmente nem todos os profissionais internos à empresa estão familiarizados com a plataforma BIM e, por esse motivo, a empresa contratada para realizar o modelo da reforma é orientada a extrair do modelo BIM as plantas do projeto de reforma, que são convertidas



para o formato *dwg* para serem editadas no software *Autocad* (2D).

5. GESTÃO DOS REQUISITOS DE SUSTENTABILIDADE

O escopo do projeto de *retrofit* prevê a inclusão de soluções de sustentabilidade visando à certificação ambiental pelo processo AQUA, bem como medidas de ecoeficiência com objetivo de obtenção do nível A de Etiquetagem de Eficiência Energética do Programa Procel Edifica. Para o projeto de reforma em estudo, o perfil ambiental definido caracteriza-se conforme quadro 2:

Quadro 2: Perfil Ambiental da Edificação estudada

Categoria AQUA	Nível definido	Medidas adotadas
Relação edifício/entorno	Bom	Verificar o atendimento mínimo aceitável.
Escolha integrada de produtos	Superior	Atender à Norma Brasileira de Desempenho nas Edificações, Programas de Qualidade e Avaliações técnicas.
Canteiro com baixo impacto ambiental	Bom	Realizar inventário de resíduos gerados na etapa de demolição de ambientes e substituição de sistemas. A quantificação feita a partir do modelo virtual.
Gestão da energia	Excelente	Realizar cálculos visando à Etiquetagem PROCEL Edifica
Gestão da água	Bom	Atender ao desempenho mínimo aceitável de um empreendimento deste tipo. A comprovação deste critério seria a utilização de equipamentos para redução no consumo de água.
Gestão dos rejeitos das atividades	Superior	Realizar inventário sobre separação de resíduos.
Gestão da manutenção – garantia do desempenho ambiental	Superior	A automação já é uma prática na empresa. Para esta categoria, a plataforma BIM oferece um grande potencial.
Conforto higrotérmico	Excelente	Comprovar através dos cálculos.
Conforto acústico	Bom	Verificar o atendimento mínimo aceitável.
Conforto visual	Superior	Realizar cálculos visando à Etiquetagem PROCEL
Conforto olfativo	Excelente	Atender critérios como tipo de ventilação, materiais com baixa emissão de COV, sistema de exaustão dos sanitários separada do sistema dos escritórios.
Qualidade sanitária dos espaços	Superior	Atender à Norma Brasileira de Desempenho nas Edificações, Programas de Qualidade e Avaliações técnicas. Corresponde ao nível das boas práticas.
Qualidade do ar	Excelente	Realizar cálculos.
Qualidade da água	Bom	Realizar a manutenção programada do sistema de abastecimento de água.

Fonte: elaborado pelos autores, 2014

A opção pela certificação através do Processo AQUA deve-se à possibilidade de se estabelecer o Perfil de Qualidade Ambiental conforme as especificidades do empreendimento. Na definição desse perfil, de acordo com a proposta do processo AQUA, deve-se considerar o atendimento no nível máximo (excelente) de pelo menos três requisitos, e no nível mínimo (bom – correspondente às boas práticas) de no máximo sete.

O perfil estabelecido pela empresa, no entanto, foi além do mínimo indicado para a certificação, indicando quatro requisitos com metas de desempenho classificadas como “excelente” e reduzindo a cinco os requisitos atendidos no nível mínimo. Os demais



requisitos foram atendidos no nível “superior”. Cabe acrescentar que na versão adotada para este *retrofit*, os quatorze alvos estabelecidos pelo método se desdobram em mais de 50 aspectos que se desdobram em cerca de 168 indicadores. Entende-se que seria impossível o atendimento aos requisitos sem a participação de uma equipe multidisciplinar de projeto, atuando de forma colaborativa. No exemplo estudado, a colaboração entre os participantes da equipe de projeto, se baseou na troca de informações propiciada pela plataforma BIM.

Finalmente cabe destacar que para obter a certificação conforme processo AQUA além da definição do perfil de qualidade ambiental do empreendimento, é necessário estabelecer um sistema de gestão do empreendimento. Esse documento deve informar de que forma a se realizará a gestão da operação do empreendimento, sempre visando a manutenção das características ambientais que tornaram possível a certificação.

Esse aspecto do processo AQUA evidencia que a sustentabilidade ambiental depende de ações tanto no nível da concepção projetual, quanto na realização da obra, seu uso e operação e da gestão do empreendimento (PEREIRA; SALGADO, 2013).

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Preferencialmente a adoção da plataforma BIM deve ocorrer desde o início do processo de projeto permitindo a utilização de todas as funcionalidades oferecidas. No exemplo estudado, entretanto, não foram usados todos os recursos disponíveis, pois, a decisão pelo uso da plataforma ocorreu no meio do processo de projeto do *retrofit* uma vez que o Projeto Básico havia sido desenvolvido em 2D (resultado do processo de atualização iniciado em 2008).

Considerando a pouca experiência dos profissionais na utilização de todas as funcionalidades oferecidas pela plataforma BIM, observou-se que o tempo de desenvolvimento do projeto foi mais longo que o de um projeto desenvolvido pelo método tradicional. No entanto, devido às vantagens relacionadas ao uso do BIM, como a solução antecipada de interferências que só poderiam ser identificadas durante a obra, a empresa pretende utilizar a modelagem em projetos futuros.

Nesta experiência, a equipe de projeto definiu um “bloco-piloto” a ser modelado em BIM como estratégia para a realização do trabalho utilizando a plataforma. Essa estratégia permitiu a familiarização dos profissionais com a nova tecnologia e, ao mesmo tempo, viabilizou a identificação dos gargalos técnicos nos trechos da edificação onde se percebe a maior quantidade de tubos e conexões em decorrência do cruzamento de diferentes sistemas prediais.

Por outro lado, observou-se certa sobreposição entre as atribuições dos coordenadores externos. Para evitar que isso ocorra, seria necessário que os participantes compreendessem as alterações inerentes às possibilidades oferecidas pelo uso da plataforma e, desta forma, tivessem se organizado de forma a tirar o máximo proveito da nova tecnologia, ao invés de repetir os esquemas adotados no desenvolvimento de projetos em 2D.

Uma das questões principais que levou à decisão pela construção do modelo BIM foi a possibilidade de se criar um banco de dados do empreendimento. Isto facilitará as atividades de operação e manutenção do edifício bem como a realização de futuras reformas. Para tanto, é necessário que os profissionais que atuam na manutenção estejam habilitados e familiarizados com o uso desta ferramenta, de forma a manter o banco de dados sempre atualizado.

Entre os resultados dessa experiência, pode-se destacar o estabelecimento de um setor específico na empresa destinado exclusivamente à pesquisa e desenvolvimento de soluções



tecnológicas aplicadas à construção. Esse setor se dedicará à criação de um banco de dados que poderá acrescentar informações para complementar a modelagem paramétrica, tornando-se uma interessante estratégia a ser adotada em projetos futuros.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio à pesquisa (Bolsa de Produtividade, Bolsa de Iniciação Científica e Edital Universal 2012).

REFERÊNCIAS:

AsBEA. **Guia AsBEA Boas Práticas em BIM**. São Paulo: AsBEA, 2013.

Association HQE [Site institucional]. Disponível em: <[www. http://assohqe.org/hqe/](http://assohqe.org/hqe/)>. Acessado em: 01jun. 2015.

FUNDAÇÃO VANZOLINI, [Site institucional]. Disponível em: <[http:// www.vanzolini.org.br/hotsite-aqua.asp](http://www.vanzolini.org.br/hotsite-aqua.asp)>. Acessado em: 01 jun. 2015.

GUASTI, Jacira Maria Gimenez. **Diretrizes de sustentabilidade de edifícios de escritórios: estudo de caso do Edifício Marechal Adhemar de Queiroz**, 2008 Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão) Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2008.

HENSEN J. M. L. Building Performance Simulation for Sustainable Buildings3rd Int Conf. on Technology of Architecture and Structure / ICTAS, 2010, Beijing.**Anais...** Beijing: Beijing University of Technology. Disponível em: <http://www.bwk.tue.nl/bps/hensen/publications/10_ictas_beijing.pdf>Acessadoem: 23 abr. 2014.

BLOOMBERG, M et al. **BIM Guidelines**. Nova Iorque: Department of Design + Construction, 2012. Disponível em: <[http:// www.nyc.gov/html/ddc/downloads/pdf/DDC_BIM_Guidelines.pdf](http://www.nyc.gov/html/ddc/downloads/pdf/DDC_BIM_Guidelines.pdf)>. Acessoem: 10 mar. 2015.

OLIN, J et al. Virtuality: What does it means for FM?. In: CIB W070, W092 & TG72 International Conference on Facilities Management, Procurement Systems And Public Private Partnership, 1, 2012, Cidade do Cabo. **Anais** Cidade do Cabo: UniversityOf Cape Town, 2012. p. 20 - 26. Disponível em: <<http://www.cibworld.nl>>. Acessado em 15 jan. 2014.

PROCEL. **Etiquetagem de Eficiência Energética de Edificações**. 2009. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/elb/data/Pages/LUMISO389BBA8PTBRIE.htm>>. Acessoem: 25 set. 2010.

REED, R. et al. **International Comparison of Sustainable Rating Tools**.Journal of Sustainable Real State, v. 1. n. 1, 2009.Disponível em: <<http://www.costar.com/josre/JournalPdfs/01-Sustainable-Rating-Tools.pdf>>. Acessado em: 23 abr.2014.

PEREIRA, A.S.A.; SALGADO, M.S. **Gestão de Projetos Habitacionais Sustentáveis no Mercado Imobiliário – Estudos de casos**. In: 3º Simpósio Brasileiro da Qualidade do Projeto no Ambiente Construído e 6º Encontro Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção SBQP TIC 2013, 2013, Campinas. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2013. p. 633-644

RIBEIRO, A. B. **O potencial das ferramentas de modelagem digital para a construção sustentável**. IV Colóquio do PROARQ **Anais...** PROARQ/FAU/UFRJ, 2013.

SALGADO, M. S.; CHATELET, A.; FERNANDEZ, P. Produção de edificações sustentáveis: desafios e alternativas. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 4, out./dez. 2012. p. 81-99

SANTOS, Michelle Schneider; ZEIN, Ruth Verde. **A moderna Curitiba dos anos 1960: jovens arquitetos, concurreiros, planejadores**. In: 8º Seminário Docomomo Brasil, 2009, Rio de Janeiro,



Brasil.

WILLIAMS, R. **Using Building Information Modelling for Facilities Management**, 2013, Dissertação (Mestrado em Gestão de Facilidades), Universidade College London, Londres, 2013.

SILVA et al. **The potential of BIM Platform in building modernization aiming to environmental certification** In: World Sustainable Building Congress – WSB-14, Barcelona, 2014, p.1-10.