

A tecnologia BIM aplicada à compatibilização de projetos: uma análise do caso do Centro de Convenções do UNIPAM

*The BIM technology applied to the compatibility of projects:
an analysis of the case of the Center of Conventions of UNIPAM*



Laís Cristina Pádua de Andrade

Aluna de graduação do curso de Arquitetura e Urbanismo do UNIPAM.
e-mail: laispadua@unipam.edu.br

Renata Aparecida Vaz Rodrigues

Mestre em Arquitetura e Urbanismo. Professora do UNIPAM.
e-mail: renatavr@unipam.edu.br

RESUMO: A compatibilização de projetos é capaz de evitar erros e interferências em uma edificação, além de diminuir retrabalhos, desperdícios de tempo e de materiais. Com o avanço da tecnologia, os métodos de compatibilização tornaram-se mais eficazes e podem ser feitos com *softwares* que geram imagens em três dimensões, facilitando o trabalho dos profissionais, como é o caso da tecnologia BIM (*Building Information Modeling*). Este estudo tomou como base os projetos do Centro de Convenções e Eventos do UNIPAM, e a compatibilização da arquitetura e da estrutura foi realizada concomitantemente à execução dessa obra. Desse modo, foi possível indicar as interferências por meio de relatórios gerados pelo *software* Autodesk Revit Architecture 2016, bem como conhecer de que forma elas foram resolvidas. Sendo assim, esta pesquisa mostrou como os recursos vantajosos da tecnologia BIM foram úteis na identificação de incompatibilidades entre projeto arquitetônico e projeto estrutural.

PALAVRAS-CHAVE: Compatibilização de projetos. Interferências. BIM. Revit.

ABSTRACT: The compatibility of projects is able to avoid errors and interference in a building, besides reducing rework, waste of time and materials. With the advancement of technology, the methods of reconciling became more effective and can be made with software that generate images in three dimensions, facilitating the work of professionals, as is the case of the Building Information Modeling (BIM) technology. This study took as a basis the projects of the Center for Conventions and Events of UNIPAM, and the compatibility of the architecture and structure was performed concomitantly with the implementation of this work. In this way, it was possible to indicate the interference through reports generated by

the software Autodesk Revit Architecture 2016, as well as knowing how they were resolved. Thus, this research showed how the advantageous features of BIM technology were useful in the identification of incompatibilities between architectural design and structural design.

KEYWORDS: Compatibilization of projects. Interferences. BIM. Revit.

1. INTRODUÇÃO

As edificações contemporâneas possuem um elevado grau de concepção projetual e de execução de obra, principalmente pelas novas tecnologias construtivas adotadas. Sendo assim, o projeto deve incluir de forma clara todas as informações indispensáveis ao sucesso de uma obra. Para isso, fazem-se necessários dois aspectos essenciais: a integração entre as diversas disciplinas envolvidas no projeto, como a arquitetura e as engenharias, e a utilização de softwares para detalhar as informações necessárias ao entendimento da obra.

O planejamento de uma edificação deve incluir um conjunto de projetos específicos compatíveis, e essa união precisa ser harmoniosa, coesa, coerente e principalmente proporcionar eficiência às diversas áreas envolvidas. Conforme afirma Araújo (2016), a integração de todos os projetos de uma edificação não deve ser considerada uma mera compatibilização, mas uma metodologia para a solução de possíveis problemas. Compatibilizar principalmente os projetos arquitetônico e estrutural mostra-se desafiador, pois muitas vezes surgem ao longo do planejamento algumas situações conflitantes, devido às especificidades de cada um. Além disso, essa compatibilização comumente é feita com a sobreposição dos projetos bidimensionais, tornando o processo demorado e não muito eficaz para identificar possíveis problemas.

De acordo com Araújo (2016), a técnica de sobrepor projetos, sejam eles representados em papel vegetal à mão ou em arquivos digitais de softwares de desenho em duas dimensões, impossibilita a identificação de alguns elementos que por ventura estejam conflitando, já que não há uma forma de evidenciar as interferências entre os projetos. Araújo (2016) ressalta também que os projetos complementares estão subordinados ao projeto arquitetônico, entretanto, comumente o arquiteto reconhece a necessidade de adequar seu projeto à estrutura, às exigências do projeto de combate a incêndio e pânico ou às instalações prediais, por exemplo. E essa sequência de alterações em função das disciplinas complementares atrasa o desenvolvimento projetual e o início da execução, e por isso, às vezes, a compatibilização nem é realizada e os problemas são resolvidos durante a obra.

No caso deste estudo, foram analisados apenas os projetos arquitetônico e estrutural, que são os primeiros a serem desenvolvidos. Esses projetos se embatem de tal modo que é preciso buscar um equilíbrio entre a liberdade de criação concebida no projeto arquitetônico e a adequação das estruturas. Se a compatibilização é feita antes do início da construção, a possibilidade de retrabalhos é reduzida,

pois quando se chega à fase do canteiro de obras, os problemas já foram antecipados e corrigidos. Além de prever eventuais inconformidades e analisar os projetos compatibilizados antes da execução, a compatibilização permite que a obra transcorra de forma rápida e com a maior possibilidade de cumprir o orçamento proposto, sem onerar a obra.

Esse panorama é possível pela tecnologia BIM (*Building Information Modeling*), que facilita a identificação de discordâncias projetuais na etapa de planejamento. Entretanto, existem algumas desvantagens na utilização da tecnologia BIM que precisam ser consideradas, e que também foram abordadas neste estudo. Desse modo, a pesquisa objetivou desenvolver uma análise da aplicação da tecnologia BIM na compatibilização de projetos, tomando como base de aplicação o projeto arquitetônico e estrutural da obra do Centro de Convenções e Eventos (CCE) do UNIPAM. Tais projetos foram desenvolvidos utilizando-se o software de desenho digital AutoCAD, mas para atingir os objetivos propostos nesta pesquisa, eles foram redesenhados utilizando-se o software Revit, que tem como base a tecnologia BIM.

Esta pesquisa teve como objetivo principal analisar a utilização da tecnologia BIM na compatibilização de projetos, por meio da representação do projeto do CCE, utilizando o *software* Autodesk Revit Architecture 2016. Com isso, pretendeu-se provar que o BIM é mais eficiente que o CAD na detecção de discordâncias entre os projetos arquitetônico e estrutural. Além disso, objetivou-se também compreender quão importante é fazer a compatibilização de projetos, analisar as vantagens e desvantagens da tecnologia BIM nessa compatibilização e verificar possíveis interferências no projeto do Centro de Convenções e Eventos do UNIPAM.

A compatibilização é uma forte solução para os problemas de erros e interferências nos projetos de edificações, visto que ela é mais eficiente na diminuição de retrabalhos e no cumprimento dos prazos de execução e de custos, reduzindo desperdícios. Entretanto, observa-se que essa não é uma prática muito utilizada, pois cada vez mais o planejamento é feito individualmente pelos profissionais envolvidos, dada a dificuldade de haver, em uma mesma empresa, técnicos de áreas diversas. Pressupõe-se que isso ocorra devido a questões econômicas ou ao perfil da empresa. Araújo (2016) destaca que a tecnologia BIM consegue integrar as disciplinas envolvidas no projeto global, mudar o método de trabalho atual, que consiste em cada especialista trabalhar de forma independente e individualmente, e suprir falhas de comunicação entre os profissionais.

A integração dos projetos de uma obra pode ser dificultada também pelo método tradicional de sobrepor projetos feitos em duas dimensões. Essa utilização não é eficaz, porque alguns erros podem não ser percebidos, além de que demora um tempo considerável, em razão de a compatibilização ser feita combinando dois projetos por vez. Se não há eficácia nesse processo de identificação durante o planejamento, na fase de execução, os problemas tendem a surgir e haverá desperdício de tempo e dinheiro para resolvê-los. De acordo com Martins (2018), a tecnologia BIM permite trabalhar com dados integrados, por meio dos quais é feita a modelagem das informações para todos os envolvidos no projeto. Isto resulta em um

banco de dados unificado, produzido pela própria equipe de profissionais e com a certeza de que o conteúdo das informações está atualizado e de que não há interferências.

O CCE está sendo implantado em um terreno de 40.000 m², localizado no entroncamento que liga as rodovias MGC-354 com a Rodovia Patos/Sumaré, em Patos de Minas, conforme mostra a figura 1. A edificação terá cerca de 6.000 m² de construção, para receber eventos como, por exemplo, as refeições de grau do UNIPAM e congressos acadêmicos. Dentre os diferenciais do CCE, menciona-se o sistema de divisórias móveis, com capacidade para acolher até oito eventos simultâneos. A expectativa para conclusão da obra é o fim do ano de 2018.

FIGURA 1. Terreno do Centro de Convenções do UNIPAM



Fonte: Elaborado pelo autor, com auxílio do *software* Google Earth Pro, 2017.

O projeto foi desenvolvido por professores e alunos de quatro cursos do UNIPAM, na área de engenharias e arquitetura, com a participação do Laboratório de Aprendizado e Desenvolvimento de Projetos, o LARE. Quando este projeto de pesquisa se iniciou, o terreno já estava sendo preparado para o início das obras e, até o fim deste estudo, a obra já se encontrava conforme se observa na figura 2.

O Centro de Convenções do UNIPAM trará grandes benefícios não só à comunidade acadêmica, mas também a toda população de Patos de Minas. A edificação se encontra na fase de execução, portanto, a compatibilização será feita concomitantemente à construção. Desse modo, a pesquisa teve como aplicação prática a contribuição da compatibilização dos projetos, utilizando-se a tecnologia BIM, para verificar se há inconsistências, de modo a principalmente contribuir para o sucesso da execução da obra.

FIGURA 2. Obra do CCE atualmente (março de 2018)



Fonte: Acervo da autora, 2018

2. COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Compatibilizar projetos de uma edificação é uma etapa que deve preceder à execução dela, para evitar situações desagradáveis no canteiro de obras, as quais podem até comprometer o conforto dos usuários. Essa prática é de responsabilidade do coordenador técnico de projeto e serve para analisar, verificar e corrigir interferências físicas entre as diferentes exigências de um projeto (RODRÍGUEZ, 2005).

A compatibilização também pode ser vista de forma sistêmica, acontecendo em todas as etapas de projeto, inclusive nos estudos preliminares. Rodríguez (2005) exemplifica quais problemas podem ser identificados:

[...] A compatibilização deve resolver as seguintes interferências entre um sistema estrutural e outros sistemas: interferência como o layout de arquitetura (circulações, espaços, possíveis modificações), interferência da malha estrutural com espaços para garagens e circulações de veículos ou interferência com caminhos horizontais e verticais das instalações (RODRÍGUEZ, 2005, p. 19).

No final dos anos 1980 e início dos anos 1990, iniciou-se a ideia de compatibilizar projetos. O planejamento das edificações era feito por construtoras grandes que possuíam profissionais de várias áreas trabalhando em uma mesma sede. Os escritórios eram de arquitetos, engenheiros, projetistas, calculistas e outros técnicos que colaboravam nos projetos. Nesse período, ocorreram mudanças econômicas e políticas que enfraqueceram o mercado da indústria da construção. Sendo

assim, as empresas precisaram demitir boa parte do seu número variado de profissionais e eles começaram a constituir escritórios menores ou a trabalhar de forma independente. Já nos anos 1990 e início dos anos 2000, as construtoras se renovaram gerenciando projetos e terceirizando alguns deles; desse modo, surgiram profissionais para compatibilizar grandes projetos (NASCIMENTO, 2015).

Conforme afirmam Eastman *et al.* (2014), a análise de interferências no projeto é feita manualmente com a sobreposição de sistemas individuais sobre uma mesa de luz. Outra forma similar utiliza ferramentas do CAD 2D para sobrepor as camadas de desenho, tornando-se assim possível identificar visual e manualmente conflitos de incompatibilidades. A forma de desenvolver um projeto transformou-se ao longo dos anos, devido a fatores culturais e tecnológicos. Os profissionais vão se adequando à medida que surgem novas tecnologias de informação e novos métodos e materiais construtivos. Com a compatibilização de projetos deveria ser da mesma forma, mas percebe-se que o método tradicional de sobrepor projetos em duas dimensões ainda é o mais utilizado.

De acordo com Nascimento (2014), o Brasil nos últimos anos teve um aumento considerável na indústria da construção civil e, por isso, as políticas de crédito e os financiamentos fizeram o setor crescer acima do PIB do país. Esse progresso incentivou a criação de novas tecnologias, de novos materiais e equipamentos atingindo de forma direta as obras. Algayer (2014) afirma que os projetos se tornaram mais complexos devido à vida moderna e às novas tecnologias, além de as etapas de planejamento da edificação terem visivelmente se segmentado, prejudicando o envolvimento da equipe em termos de integração e comunicação. Nesse contexto, “justifica-se que a compatibilização é fundamental para que seja possível proporcionar soluções racionais” (ALGAYER, 2014, p. 28).

Entretanto, percebe-se que a compatibilização atualmente não é feita ou é mal realizada, tamanha a quantidade de edificações que apresentam falhas e conflitos durante a execução. Quando se ajustam a geometria e as dimensões dos projetos, as interferências são identificadas e solucionadas conjuntamente, de maneira a resultar em uma obra racionalizada, satisfatória ao cliente, sem aumento nos custos e sem entrega com atraso devido a retrabalhos. Em suma, as vantagens da compatibilização de projetos são descritas por Horostecki (2014):

Compatibilizar projetos requer investimentos que podem representar de 1% a 1,5% do custo da obra, mas gera diminuição de despesas que varia de 5% a 10% desse mesmo custo. Além de reduzir o tempo gasto no canteiro de obras, os ganhos são garantidos pela redução do desperdício e eliminação do retrabalho. A previsibilidade também garante diminuição do desperdício de material e conquista de tempo durante as obras. No projeto em análise, verificar, dentre as várias possibilidades para problema, a que possibilite uma menor interferência com os demais projetos, diminuindo assim os custos em obra. Após a compatibilização, todos os projetos são detalhados com uma maior consistência, tornando o orçamento mais próximo do real. Garantir a fidedignidade ao projeto arquitetônico, não exigindo alterações durante a obra. Possibilitar a interferência do incorporador nas decisões de cada

projeto, que influenciarão diretamente o custo da obra e, assim, seu lucro. Controlar os prazos de uma obra de forma mais eficaz (HOROSTECKI, 2014, p. 36-37).

Dessa forma, incompatibilidades nos projetos resultam em situações desagradáveis como sistemas subdimensionados ou superdimensionados, atrasos por causa de reconstruções e desperdício de materiais e de mão de obra. No Brasil, há o errôneo costume de visualizar soluções imediatamente dentro do canteiro de obras, no momento da execução, e com isso, observa-se na construção civil o sentimento de que economizar no projeto diminuirá gastos ao final da obra (HOROSTECKI, 2014). Assim, ressalta-se que o projeto de uma edificação é um instrumento que norteia a construção.

3. TECNOLOGIAS DE DESENHO

Antes do surgimento das tecnologias de desenho, os projetos eram todos feitos manualmente com o auxílio das pranchetas. Porém, ainda hoje, mesmo com os novos recursos computacionais, ocorrem situações em que se faz necessário “voltar ao papel ou aos desenhos feitos em CAD 2D para que todos os membros de uma equipe ou empreendimento sejam capazes de se comunicar [...]” (EASTMAN *et al.*, 2014, p. 10). Talvez seja por esta dificuldade que a compatibilização de projetos seja tão ineficaz ou nem é realizada.

O CAD (*Computer Aided Design*) é a tecnologia por meio da qual se representa graficamente o projeto por plantas, cortes, elevações e outros desenhos, em duas dimensões. Por meio dessas representações bidimensionais, o projetista analisa formas e detalhes da edificação, e essa tecnologia é muito parecida com o desenho manual (FERRREIRA, 2007).

No começo dos anos 1950, surgiram os primeiros protótipos de máquinas para desenvolver redes elétricas e elas se tornaram *softwares* CAD, até que em 1982 surgiu a empresa Autodesk, que produziu o *software* AutoCAD em 2D. Com a evolução da internet, ao fim dos anos 1990, alguns programas de tecnologia CAD funcionavam online graças à empresa Dassault Systèmes (DIETRICH, 2014). Eastman *et al.* (2014) descrevem algumas ferramentas e atributos do CAD:

Os sistemas CAD mais antigos produzem desenhos plotados. Eles geram arquivos que consistem principalmente em vetores, tipos de linha associados e identificação de camadas (*layers*). À medida que esses sistemas foram se desenvolvendo, informações adicionais foram sendo acrescentadas a esses arquivos para permitir blocos de dados e textos associados (EASTMAN *et al.*, 2014, p. 12).

À medida que a tecnologia CAD foi evoluindo, a vontade de compartilhar mais informações do projeto cresceu e, por isso, o foco deixou de ser nos desenhos e nas imagens tridimensionais para serem as informações. Dessa forma, a tecnologia BIM começou a ganhar destaque porque modela a construção enquanto produz

diferentes vistas do projeto com informações e ainda gera imagens em 2D e 3D. A modelagem 3D surgiu no fim dos anos 1960, com a possibilidade de modificar formas simples, e somente em 1973 três universidades diferentes desenvolveram uma forma mais fácil de criar e editar sólidos tridimensionais (EASTMAN et al., 2014).

De acordo com Eastman *et al.* (2014), o *Building Information Modeling* (Modelagem da Construção através da Informação, em português) representa um grande avanço na Arquitetura, na Engenharia e na construção, pelo fato de oferecer virtualmente o modelo da edificação com a geometria exata e os dados importantes para dar suporte à construção e à obtenção de insumos. Assim, o BIM reúne características que contribuem em todas as fases de desenvolvimento da obra e proporciona uma maior integração entre os profissionais, possibilitando a redução de custos e prazos além de maior controle de qualidade projetual e de execução.

Desse modo, podem ser enumerados os seguintes benefícios da tecnologia BIM para a compatibilização de projetos: a visão tridimensional antecipada, facilitada e precisa do projeto; a possibilidade de pequenas correções automáticas quando feitas no projeto; a produção de desenhos bidimensionais precisos e consistentes em qualquer etapa do planejamento; a colaboração antecipada entre múltiplas disciplinas de projeto; a detecção de interferências; e a reação rápida a problemas detectados no projeto (EASTMAN et al., 2014).

Os modelos de construção do BIM oferecem esses benefícios por meio dos seus objetos inteligentes, que podem ser parametrizados, dos componentes importantes para análises e dos dados consistentes, não redundantes e coordenados. O que diferencia bastante o BIM do CAD é que os dados e as regras são associados, as regras são alteradas automaticamente nas geometrias associadas, os objetos podem receber níveis de agregação diferentes, as regras são capazes de identificar quando o objeto não é viável e os objetos podem vincular, receber, divulgar ou exportar atributos.

Com relação à Arquitetura, a tecnologia BIM mostra-se vantajosa porque permite explorar os parâmetros e características dos objetos. Por exemplo, as portas podem ser editadas e receber diferentes tipos de materiais e as paredes podem ser configuradas para receber pinturas e revestimentos de qualquer natureza. Essas possibilidades referem-se à chamada parametrização, descrita por Eastman et al. (2014):

No projeto paramétrico, em vez de projetar uma instância de um elemento de construção como uma parede ou uma porta, um projetista define uma família de modelos ou uma classe de elementos, que é um conjunto de relações e regras para controlar os parâmetros pelos quais as instâncias dos elementos podem ser geradas, mas cada uma irá variar conforme seu contexto. Objetos são definidos usando parâmetros envolvendo distâncias, ângulos e regras como *vinculado a, paralelo a e distante de* (EASTMAN et al., 2014, p. 29).

Essas aplicações possuem aspecto muito próximo da realidade, e as imagens modeladas e renderizadas em 3D possibilitam ao arquiteto garantir maior

qualidade do projeto, além de permitir que o cliente visualize como será a edificação. Logo, o BIM representa também uma inovação da arte de projetar em Arquitetura. Paiva (2016) afirma que as ferramentas BIM são eficientes porque impossibilitam incompatibilidades projetuais por meio da elaboração do empreendimento em três dimensões. Além disso, essa tecnologia detecta interferências automaticamente nos projetos de diferentes disciplinas (PAIVA, 2016).

É necessário que o BIM seja utilizado de forma inteligente, ou algumas barreiras poderão surgir e comprometer o sucesso da edificação. Uma das condições para isso não ocorrer é que as equipes envolvidas devem entrar em consenso com relação ao modo como irão compartilhar as informações. Além disso, a implantação do BIM exige que o modelo de construção seja compartilhado entre os envolvidos e que haja aquisição do *software*, treinamentos, atualização dos computadores e principalmente forte entendimento e planejamento antes de se implantá-lo.

Detectar interferências no projeto com BIM oferece mais vantagens que o método tradicional em duas dimensões. A mesa de luz utilizada no processo manual é demorada, está suscetível a erros e necessita que todos os projetos estejam atualizados. Desse modo, o uso do BIM nos escritórios vem aumentando cada vez mais, tanto que uma pesquisa nos Estados Unidos, realizada em 2007, apontou que 74% dos escritórios de arquitetura americanos estavam utilizando modelagem em 3D e ferramentas BIM (EASTMAN *et al.*, 2014).

A tendência dessa tecnologia é se difundir no mundo todo, principalmente porque as empresas de *softwares* ao longo dos anos estão desenvolvendo verificações de conformidade e construtibilidade automatizadas, além de mais ferramentas específicas para cada disciplina. Espera-se que o BIM integre equipes, permita a flexibilidade e a variação das tecnologias construtivas, uma redução do número de documentos, dos erros de projeto e dos desperdícios e aumente a produtividade (EASTMAN *et al.*, 2014).

Um estudo de caso apresentado por Eastman *et al.* (2014), do Edifício Federal de San Francisco, nos Estados Unidos, mostra um exemplo do começo da Modelagem da Informação da Construção. O planejamento foi feito entre 2001 e 2004, e a construção se deu logo depois, sendo que o projeto arquitetônico, o detalhamento arquitetônico e o projeto estrutural foram feitos com o BIM por empresas diferentes. Ainda assim, os projetistas conseguiram identificar e resolver problemas antes do detalhamento e da construção. O resultado foi uma obra de qualidade dentro do orçamento e executada no prazo proposto. Portanto, grandes construtoras e escritórios utilizam BIM tanto pelos benefícios diretos quanto pela possibilidade de realizar projetos e construções enxutas.

4. METODOLOGIA

O processo metodológico do presente artigo baseou-se, primeiramente, no desenvolvimento de uma ampla pesquisa bibliográfica sobre a compatibilização de projetos, sobre a tecnologia BIM e sobre como a associação desses aspectos pode

melhorar a qualidade das obras de construção civil. As principais informações foram obtidas em livros, artigos especializados, dissertações, teses e artigos de autores que buscaram objetivos semelhantes ao que vem sendo realizado neste estudo.

Após a transformação de todas as informações em conhecimentos imprescindíveis, o passo seguinte foi buscar os documentos e outros dados necessários à compatibilização dos projetos do Centro de Convenções e Eventos do UNIPAM. Neste caso, foram solicitados à equipe desenvolvedora da referida edificação os projetos arquitetônico e estrutural, os quais foram confeccionados no *software* AutoCAD e se encontram anexados ao fim deste projeto de pesquisa. Além disso, foram realizadas visitas de campo no local onde a obra está sendo executada, para coleta de mais informações. Tal acompanhamento tornou-se diário graças a uma oportunidade de estágio no CCE que surgiu no mês de junho de 2017. Por isso, foi possível a proximidade não só dos projetos, mas também do desenvolvimento e evolução da obra.

A partir dos projetos obtidos, primeiramente o projeto arquitetônico foi representado no *software* Autodesk Revit Architecture 2016, e posteriormente iniciou-se a representação dos elementos estruturais, começando pelos pilares, depois as vigas e por último as lajes. Concomitantemente à inserção da estrutura foi feita a compatibilização, por meio de prévias dos relatórios de interferências gerados pelo Revit, até chegar a um relatório final, conforme o comando disponível para este fim.

5. RESULTADOS

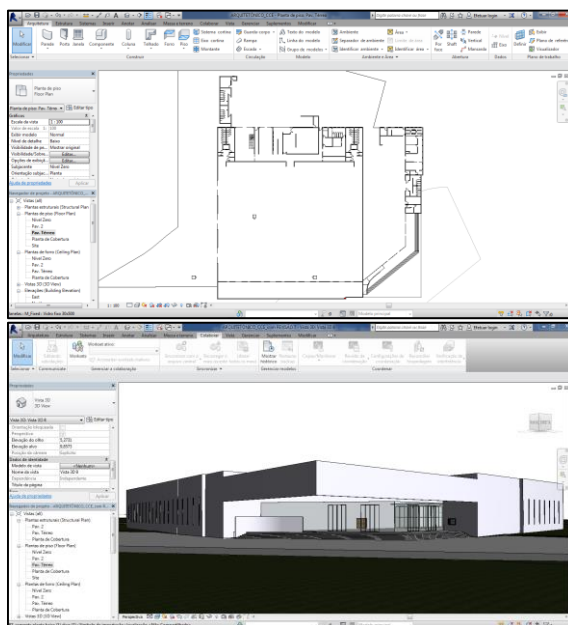
O primeiro resultado obtido com a utilização do Revit foi a representação do Projeto Arquitetônico, utilizando como base o projeto desenvolvido no *software* AutoCAD, como pode ser visto na figura 3. A tecnologia BIM propicia a representação do edifício em planta baixa, fachadas, cortes e três dimensões, sendo que qualquer modificação em cada uma das vistas pode ser visualizada nas outras. Para visualizar, há uma janela chamada “Navegador de Projeto”, no canto inferior esquerdo, na qual é possível selecionar e alternar a vista ou planta que se deseja visualizar, como podemos verificar na figura 3, em que é representada a Planta Baixa à esquerda e, à direita, está a volumetria tridimensional.

Com relação ao projeto estrutural, somente a superestrutura – que fica acima do nível do solo – foi representada, isto é, as fundações da edificação não fizeram parte deste estudo como pode ser visto na figura 4, em que os pilares, as vigas e as lajes podem ser visualizados. Vale ressaltar que o projeto estrutural do CCE compreende laje apenas no bloco administrativo e no bloco de serviços.

Por fim, foram encontradas algumas interferências entre o projeto arquitetônico e o projeto estrutural, ao ser gerado o relatório final no *software*. O acompanhamento da obra comprovou como os problemas foram resolvidos, mas é importante ressaltar que não ocorreram atrasos por causa de retrabalhos nem desperdício de materiais e de mão de obra, visto que as incompatibilizações foram vistas

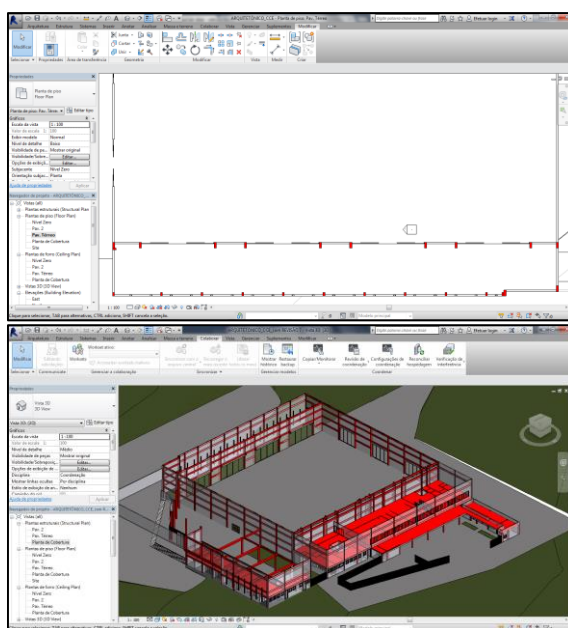
com antecedência. A tabela 1 mostra os relatórios fornecidos pelo Revit, acompanhados da fotografia de como foi solucionada.

FIGURA 3. Planta Baixa do CCE e vista 3D, desenvolvidas no Revit



Fonte: Elaborado pela autora, 2017

FIGURA 4. Detalhe dos pilares, em planta baixa e vista 3D da estrutura



Fonte: Elaborado pela autora, 2017

TABELA 1. Resultados das interferências e suas respectivas soluções

	INTEFERÊNCIAS	SOLUÇÕES
1	<p>Incompatibilidade entre o pilar e a janela realçados.</p> <p>Solução: Mover a janela para a esquerda.</p> 	
2	<p>Incompatibilidade entre o pilar e a janela realçados.</p> <p>Solução: Diminuir o vão da janela.</p> 	
3	<p>Incompatibilidade entre a viga e as janelas verticais.</p> <p>Solução: A viga ficará atrás da esquadria.</p> 	
4	<p>Incompatibilidade entre o pilar e a janela realçados.</p> <p>Solução: Utilizar janelas em fita.</p> 	

Fonte: Elaborado pela autora, 2017

A primeira interferência refere-se a um pilar passando por uma janela do pavimento térreo, em que a solução foi adotada durante a execução da obra com o afastamento da janela alguns centímetros ao lado do pilar, de forma que ficassem um ao lado do outro. A segunda interferência também foi um pilar passando próximo a uma das extremidades da janela entre a cozinha e a copa, em que a solução foi reduzir o tamanho da janela, fazendo com que ela terminasse ao lado do pilar.

A terceira interferência refere-se a uma viga que cruza as janelas estreitas e altas da fachada frontal do CCE, em que a solução adotada para esta situação foi

manter a continuidade das janelas, mesmo com a viga passando por elas. Por fim, a quarta interferência diz respeito aos pilares que passam pelas janelas do depósito, no pavimento superior, e para solucionar, o arquiteto e o engenheiro responsável pela execução decidiram adotar janelas em fita, interrompidas somente onde existem os pilares.

6. CONCLUSÕES

Concluiu-se que a modelagem utilizando o BIM oferece grandes vantagens, principalmente pela visualização tridimensional para verificar as interferências entre os elementos arquitetônicos e estruturais. Além disso, o programa também se mostrou vantajoso porque, ao fazer uma alteração em uma vista, automaticamente todas as outras são modificadas.

Verificou-se também que o software Revit é bastante eficiente na representação do projeto arquitetônico, pois além de gerar automaticamente a edificação em três dimensões, oferece a possibilidade de aplicar materiais aproximando-se da realidade, sendo possível conhecer a edificação virtual e ter uma noção de como ficará a obra edificada. No que diz respeito à representação do projeto estrutural, demandou-se certo tempo para estudo e compreensão dos recursos disponíveis no *software*.

Esta pesquisa apresentou ainda como resultado o aprendizado sobre o projeto estrutural, desde as leituras projetuais até o acompanhamento da execução. Percebeu-se também que a obra estava atenta à compatibilização dos projetos, tanto que alguns dos projetos no decorrer deste estudo passaram por revisões e foram poucas as incompatibilidades relatadas. Ainda que tenham sido encontradas, ressalta-se que nenhuma trouxe prejuízo à obra e para todas as soluções houve conversa entre a equipe de execução e a equipe de projeto.

Por fim, concluiu-se que o Revit mostrou a eficácia da tecnologia BIM na compatibilização de projetos e na detecção de inconsistências projetuais, por meio de seus relatórios e formas de representações.

REFERÊNCIAS

- ALGAYER, T. A. *Compatibilização de projetos na construção civil: um estudo do panorama atual e das interferências entre os principais tipos de projetos*. 2014. 141 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia Civil) - Centro Tecnológico, UFSC, Florianópolis, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/127394>>. Acesso em 9 de fevereiro de 2017.
- ARAÚJO, C. M. de. *Simulação de modelos de edifícios utilizando a tecnologia BIM*. 2016. 185 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2016.

Disponível em < http://www.usjt.br/biblioteca/mono_disser/mono_diss/2017/370.pdf >. Acesso em 29 de agosto de 2018.

DIETRICH, Gustavo Luís Vieira. *A história do CAD*. 2014. Disponível em: <http://blog.render.com.br/cad/a-historia-do-cad/>>. Acesso em 09 de fevereiro de 2017.

EASTMAN, Chuck et al. *Manual de BIM: um guia de Modelagem da Informação da Construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores*. Trad. Cervantes Gonçalves Ayres Filho. São Paulo: Bookman, 2014.

HOROSTECKI, A. R. N. *Compatibilização de projetos de Engenharia/Arquitetura em empresas de pequeno porte*. 2014. 81 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Gestão de Obras e Projetos) – Universidade Cruzeiro do Sul, UNICSUL, Florianópolis, 2014.

MARTINS, L. F. *A análise da representação gráfica de projetos civis com “CAD”, “BIM” e “RA” para identificar as interferências de obra em projetos complementares*. 2018. 127 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018. Disponível em: < https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/22097/3/Analise_representa%C3%A7ao_grafica.pdf > Acesso em 29 de agosto de 2018.

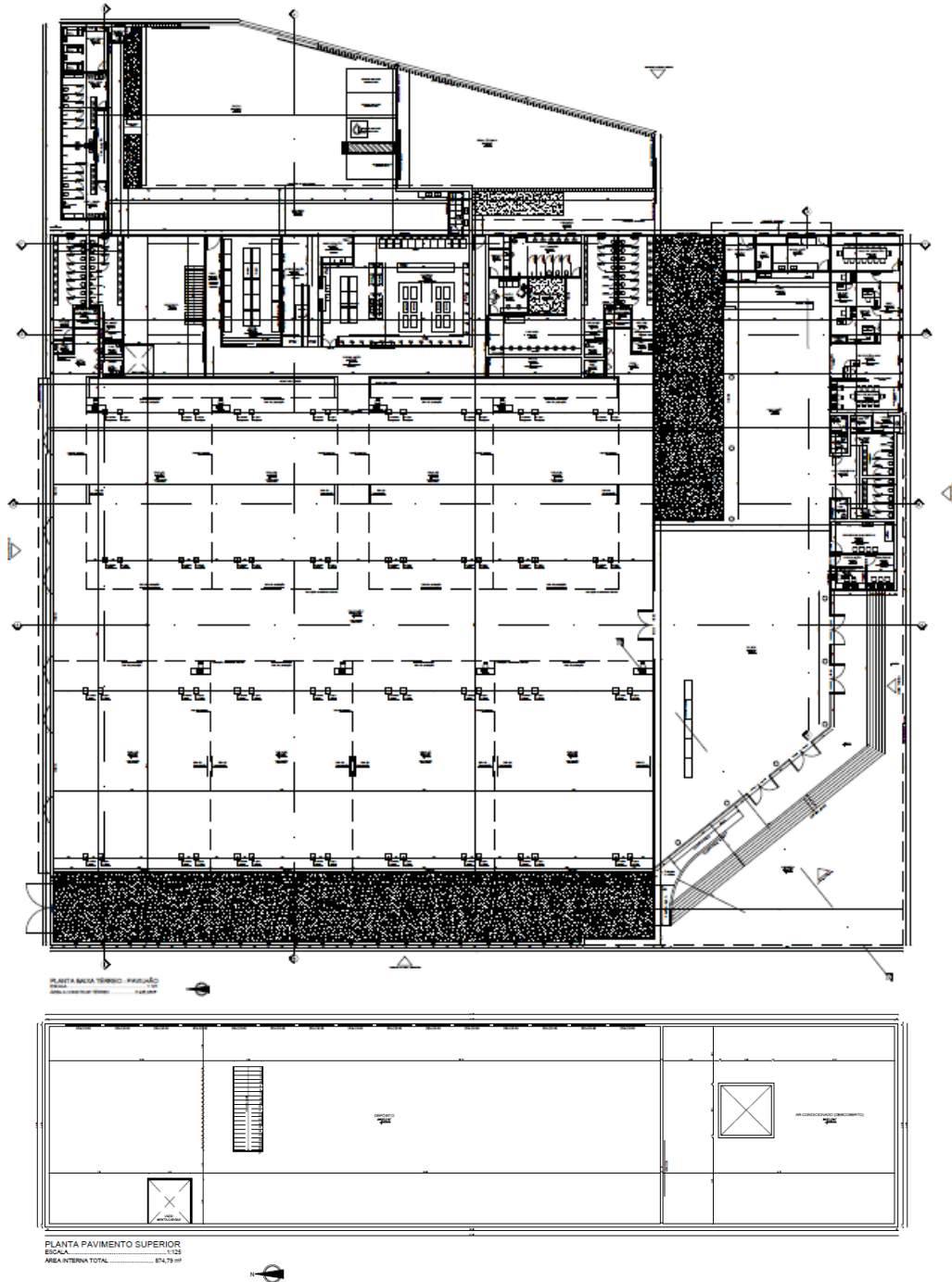
NASCIMENTO, J. M. do. A importância da compatibilização de projetos como fator de redução de custos na construção civil. *Revista Especialize On-line IPOG*, 1(7): 1-11, 2014.

NASCIMENTO, R. L. *Compatibilização de projetos de edificações*. 2015. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, UFRJ, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10015761.pdf>>. Acesso em 26 de dezembro de 2016.

PAIVA, D. C. S. *Uso do BIM para compatibilização de projetos: barreiras e oportunidades em uma empresa construtora*. 2016. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, UFRN, Natal, 2016. Disponível em: <https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/3311/16/BIM-compatibiliza%C3%A7%C3%A3o-projetos-Paiva-Daniel-Artigo.pdf>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2017.

RODRÍGUEZ, M. A. A. *Coordenação técnica de projetos: caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações*. 2005. 186 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/102898/221661.pdf?sequence=1>. Acesso em 9 de fevereiro de 2017.

ANEXO A. Projeto arquitetônico do Centro de Convenções e Eventos do UNIPAM:
planta baixa – pav. térreo e pav. superior



ANEXO B. Projetos estruturais do centro de convenções e eventos do UNIPAM

