



## COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: IMPORTÂNCIA, MÉTODOS E FERRAMENTAS

Ana Caroline Nogueira Monteiro (Unipê)  
Antônio da Silva Sobrinho Júnior (Unipê)  
David Stewart Crispim Cavalcanti (Unipê)  
[davidstcc@gmail.com](mailto:davidstcc@gmail.com)  
Evelyne Emanuelle Pereira (Unipê)

### RESUMO

Um empreendimento em sua contemplação conta com projetistas, construtores, investidores e outros, podendo haver possíveis falhas em sua execução. A necessidade de melhorar os processos faz da compatibilização de projetos uma ferramenta essencial no intuito de detectar interferências entre as diversas especialidades de projetos que compõem a obra aperfeiçoando o desenvolvimento do produto final. A pesquisa objetiva mostrar a importância da compatibilização de projetos na construção civil e os problemas futuros que podem ser evitados ainda na etapa de planejamento da obra, ainda, mostrando tecnologias, softwares e métodos que podem ser aplicados no processo de compatibilização de projetos, sendo a plataforma BIM a tecnologia mais avançada que existe atualmente. O trabalho foi pautado em pesquisas bibliográficas e estudo de casos, a fim de uma absorção de conhecimento da área de compatibilização de projetos e atingir todos os objetivos propostos. Foram realizadas entrevistas com profissionais da construção civil pretendendo saber se existe o uso da compatibilização projetos e quais os benefícios que ela trouxe. Foram levantadas diversas maneiras de praticar a compatibilização, algumas mais eficientes e outras mais ultrapassadas. Com isso, percebeu-se que a compatibilização de projetos se faz necessária para qualquer empreendimento, seja qual for o método que será utilizado, contanto que sejam suficientes para antecipar todas as interferências das diversas especialidades.

**Palavras-chave:** Compatibilização de projetos. BIM. Planejamento.

### ABSTRACT

An enterprise in its contemplation has designers, builders, investors and others, and there may be possible failures in its execution. The need to improve the processes makes the compatibility of projects an essential tool in order to detect interferences between the different specialties of projects that compose the work, improving the development of the final product. The research aims to show the importance of the compatibility of projects in civil construction and the future problems that can still be avoided in the planning stage of the work, also showing technologies, software and methods that can be applied in the process of project compatibilization, being the BIM platform the most advanced technology that currently exists. The work was based on bibliographical research and case studies, in order to absorb knowledge of the area of project compatibility and achieve all the objectives proposed. Interviews were conducted with civil construction professionals intending to know if there is the use of compatibilization of projects and what benefits it has brought. Several ways of practicing compatibilization were raised, some more efficient and others more outdated. With this, it was realized that the compatibilization of projects is necessary for any project, regardless of the method that will be used, as long as they are sufficient to anticipate all the interferences of the various specialties.

**Keywords:** Compatibility of projects. BIM. Planning.



## 1 INTRODUÇÃO

A fim de tornar mais eficaz o processo de construção, vem surgindo a problemática de desprezar a importância da fase de projetos e planejamento da obra que serve para evitar retrabalho e gastos desnecessários.

Apesar de pouco utilizado, a compatibilização de projetos de engenharia é uma tendência na construção civil. A **construção** de qualquer empreendimento necessita de uma série de **projetos** – estrutural, instalações hidrossanitárias, instalações elétricas, arquitetônico, entre outros.

Os projetos que irão compor a obra, geralmente são feitos por diversos projetistas isoladamente, aumentando muito a probabilidade de interferências durante a fase executiva da construção. Para solucionar, as providências são geralmente tomadas de forma breve, sem um devido estudo do caso e podendo não ser a solução mais adequada. Essa prática do uso da compatibilização de projeto, que é a análise de interferências físicas na edificação entre as várias especialidades, faz-se necessária para qualquer construção.

Para Nascimento (2014), a ausência dessa compatibilização acarreta perda na construção civil que acontece com frequência e é em sua maioria ligada ao desperdício de materiais. Entretanto, a questão não está atrelada apenas a perda de material, devendo ser considerada, ainda, máquinas, equipamentos, mão de obra e capital gasto além do necessário para a construção do empreendimento. Neste caso, as perdas incluem tanto a incidência de gasto de material quanto à realização de trabalhos inúteis que acarretam em custos extras e não oferecem valor final. Essas perdas são decorrência de um processo de baixa qualidade, que apresenta como resultado não só um aumento de custos, como também uma peça final de má qualidade. Às vezes causados por processos que poderiam ser evitados fosse um estudo mais vasto na formação dos projetos e fossem seguidos de uma compatibilização correta.

Apesar do construtor não querer investir em uma compatibilização para não “ter gastos”, isso representaria apenas um pequeno percentual do que ele iria a vir a desembolsar futuramente com os reparos dos erros de projetos.

A finalidade deste trabalho de conclusão de curso é apresentar a partir de uma revisão de literatura, os motivos que levam os engenheiros, arquitetos e as empresas atuantes no ramo de construção civil a optar por projetar suas edificações utilizando as ferramentas de compatibilização de projetos.

Assim, este trabalho se justifica pela necessidade de conhecimento dos profissionais da área da construção a adotar a metodologia de compatibilização levando a um melhor modelo de projeto. Logo, será de grande relevância para a área de engenharia civil, onde ainda há profissionais que utilizam métodos simples, porém defasados para projetarem.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### ***2.1 Relevância da compatibilização de projeto no planejamento da obra***

Cada vez mais a construção civil avança tecnologicamente na busca por um sistema onde forneça alta qualidade por um baixo custo de capital. Por isso, é necessário um bom planejamento da obra para que isso possa ser realizado.

Um planejamento é constituído de uma fase onde serão estudados previamente todas as etapas da obra, incluindo início, prazo, custo e possíveis problemas que poderão ocorrer em cada etapa do empreendimento.

Segundo Fabricio (2002, p.76), planejamento de obra é “responsável pela definição e acompanhamento do cronograma das etapas de obra e pelo fluxo de caixa do empreendimento, a fim de cumprir prazos da obra”. O autor ainda fala que planejamento é baseado em experiências práticas, o pensamento e ação são praticadas de maneira experimental e empírica e fazem parte de um mesmo sentido.

O prazo da obra pode ser afetado por vários fatores, dentre eles: clima da região, topografia, geologia, disponibilidade de materiais, disponibilidade de equipamentos e, sobretudo, problemas causados por incompatibilidade de projeto.

Melhado (1994) destaca que a associação de planejamento e projeto retrata muitas falhas, assim como entre projeto e fabricantes, distribuidores, materiais e até mesmo execução de obras.

Para ter uma construção racionalizada, deve-se focar na fase de elaboração de projeto, fazendo com que o grau de coordenação dos processos seja otimizado. O uso de tecnologias pode auxiliar nessa fase, visando a interação entre os vários projetos existentes na obra.

### ***2.2 Compatibilização de projetos***

Compatibilização de projetos pode ser compreendida como uma forma de interação dos diversos tipos de projetos da obra, tendo, como objetivo, identificar as interferências que possam



existir na etapa de execução. A proposta é eliminar essas interferências entre os elementos construtivos ajustando cada projeto, a fim de diminuir o retrabalho, tempo e desperdício de material.

Segundo Tavares Junior (2001) a “compatibilização de projetos torna-se uma ferramenta necessária para a melhoria da qualidade do projeto pela eliminação das não-conformidades apresentadas pelos mesmos”.

Picchi (1993), afirma que a compatibilização de projetos está baseada na prática de detectar interferências através da sobreposição, além de organizar reuniões com os projetistas e a coordenação envolvida, com o propósito de resolver as contrariedades.

Já Callegari (2007) explana que a compatibilização consiste na ação do gerenciamento e integração dos projetos, tendo como objetivo a sincronização entre os mesmos, eliminando os conflitos entre os projetos relacionados a determinada obra, simplificando a execução, otimização e utilização de materiais, tempo e mão de obra, bem como as posteriores manutenções.

Para enfatizar, Mikaldo (2008) define a compatibilização de projetos como sendo uma ação que os tornam compatíveis, levando a soluções integradas, tornando o empreendimento executável.

Na definição da NBR 5674 (ABNT, 1999), o projeto é conceituado como “a descrição gráfica e escrita das características de um serviço ou obra de Engenharia ou de Arquitetura, definindo seus atributos técnicos, econômicos, financeiros e legais”.

Partindo-se dessa premissa, tem-se que a compatibilização de projetos é essencial para averiguar as interferências físicas e tecnológicas, debatendo informações que associam as características de cada projeto que integrarão o processo de construção.

Fruet; Formoso (1993) apontaram os principais problemas que surgem ainda na etapa de projeto mal planejada em empresas da construção civil de pequeno porte. Para tal, foi realizada uma pesquisa com diversas construtoras da Região Metropolitana de Porto Alegre. Foram identificados que as principais falhas de projetos são:

- Incompatibilidades entre diferentes projetos;
- Erros ou diferenças de cotas, níveis, alturas;
- Falta de detalhamento dos projetos;
- Detalhamento inadequado dos projetos;
- Falta de especificação de materiais e componentes.

As compatibilizações podem ser feitas de diversas formas. A mais simples é geralmente através de uma sobreposição dos desenhos, de maneira manual ou com a utilização de desenhos CAD 2D. Apesar de ser uma prática que sempre foi muito usada, pode ser muito improvável analisar as interferências da diversidade de projetos da obra com precisão.

Sabe-se que a compatibilização de projetos é uma ferramenta para buscar uma execução eficiente e econômica, mas apesar disso ela ainda pode vir a enfrentar desafios. Com a corrida cada vez mais rápida das construções, os cronogramas e prazos estão sendo mais reduzidos, deixando a compatibilização de lado, por ser um processo de análise minucioso e lento.

### **2.3 Plataforma BIM (Building Information Modeling)**

Com a necessidade de novas ferramentas de compatibilização de projetos, a criação da tecnologia BIM pode ser considerada de suma importância para um grande avanço na resolução de diversos problemas na construção civil.

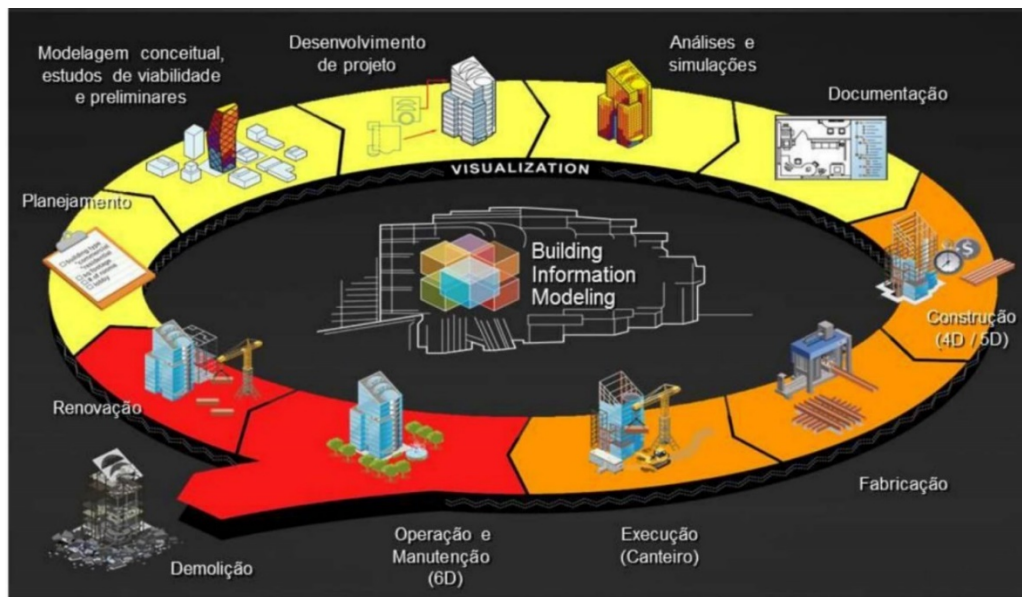
Essa tecnologia vem crescendo e de acordo com Eastman *et al.* (2014, p. 1) BIM “é um dos mais promissores desenvolvimentos na indústria relacionada à arquitetura, engenharia e construção (AEC). Com a tecnologia BIM, um modelo virtual preciso de uma edificação é construído de forma digital.”

A plataforma BIM permite a interação de diversos projetos, analisa-os tridimensionalmente e organiza-os, fazendo com que não haja um elemento no mesmo espaço que outro. Esse é seu diferencial da plataforma CAD, que desenvolve apenas uma representação em linhas do desenho.

Segundo Freitas (2014) a principal característica do BIM é a combinação do seu sistema de modelação 3D com uma gestão, partilha e troca de dados durante a vida útil do edifício tendo como resultado um modelo com imagens gráficas tridimensionais em tempo real, onde cada linha e cada objeto apresentam dados físicos reais.

Campestrini (2015) fixa que na fase de orçamentação da obra, os profissionais precisam de informações dos materiais e o quantitativo que será utilizado, para posteriormente, dar continuidade ao orçamento. Se a tecnologia BIM estiver sendo aplicada, automaticamente o orçamentista terá acesso ao quantitativo preciso dos materiais através de componentes BIM.

Após se instalar no Brasil, o BIM ficou conhecido como “compatibilização de projetos”, mas essa ferramenta não resume apenas nisso. Essa tecnologia está presente desde levantamento topográfico até a pós-entrega (Figura 1).

**Figura 1 - Utilização da plataforma BIM na indústria da AEC.**

Fonte: Mello (2012).

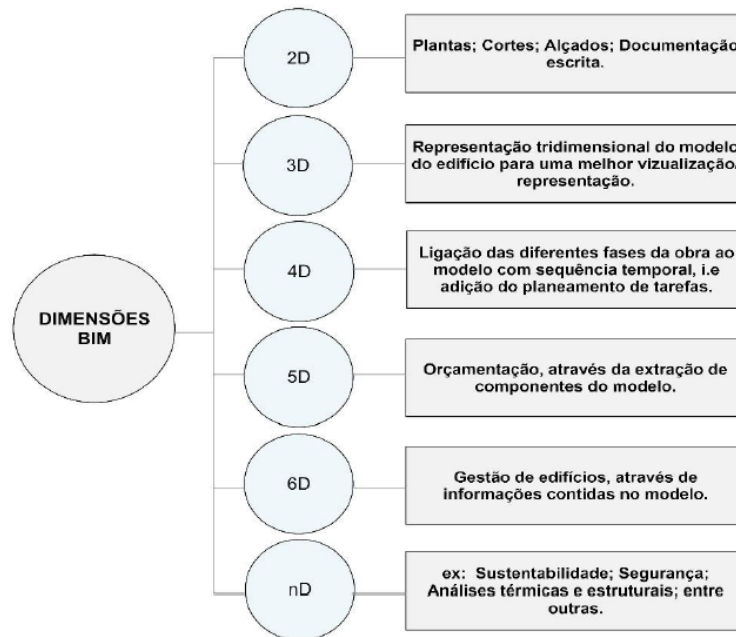
A plataforma BIM permite trabalhar em diferentes dimensões, o que vai diferenciá-las são as informações que poderão ser extraídas das mesmas. De acordo com Campestrini (2015), um modelo 3D é capaz de fornecer ao usuário uma compatibilização espacial do projeto, informações sobre os materiais, acabamentos, quantitativos de materiais, entre outros.

Já o modelo 4D, possibilita o acesso a informações de prazo como: produtividade da equipe, número de equipes necessárias e melhor sequência executiva. É possível extrair o cronograma da obra, obtendo datas de início e término de cada atividade.

De acordo com VICOSOFTWARES – 5D BIM (2013), com modelo 5D-BIM é possível mostrar ao proprietário o que acontece com a programação e o orçamento se houver alguma modificação no projeto como também organizar seu próprio banco de dados com informações sobre custos e preços, taxas de produtividade do trabalho.

Campestrini (2015) explana que o modelo BIM 6D é usado quando se deseja obter informações sobre o uso da edificação. E, AIA (2007) ainda comenta de uma próxima dimensão que poderia surgir futuramente: a modelagem 7D. E seria responsável por melhorar o ciclo de vida operacional.

Com isso, verifica-se que ao aumentar o nível de dimensão, mais detalhes e informações sobre a edificação serão obtidas (Figura 2).

**Figura 2 - Dimensões do BIM.**

Fonte: Almeida (2015).

### 2.3.1 Softwares de modelação BIM

Com o avanço tecnológico voltado para a Indústria da construção, cada vez mais surgem novas ferramentas da plataforma BIM. Atualmente existem diversos *softwares* de variadas empresas divididas nas demais especialidades com objetivos de modelação semelhantes. Nesta seção serão contemplados apenas os *softwares* BIM com diferentes aplicabilidades mais utilizados pelo mundo no setor da construção.

Logo, dividiu-se os *softwares* BIM em dois grupos: Modelação e Gestão BIM. O primeiro grupo é responsável pela modelagem da construção, seja arquitetura, estrutura ou instalações. O segundo grupo é responsável por reunir as informações geradas pelo modelo BIM dos softwares do primeiro grupo e, então, fornece análise de gestão da construção, como orçamento, quantitativos de matérias, planeamento do tempo, entre outros.

#### 2.3.1.1 Autodesk Revit®

O Autodesk Revit® pode ser considerado um dos principais *softwares* BIM do mercado, sendo o mais popular entre as demais ferramentas BIM. O software fornece recursos para todas as especialidades envolvidas em um projeto.

Anteriormente, era conhecido apenas por Revit Architecture® por se tratar de uma ferramenta voltada apenas para arquitetura. Entretanto, rapidamente foi se tornando o mais utilizado no universo BIM e, ao longo de anos de desenvolvimento, o pacote do programa avançou e surgiu mais ferramentas que hoje conhecemos por Revit MEP (voltado para redes e instalações) e Revit Structures® (voltado para engenharia estrutural) (JIANG, 2011).

Segundo Autodesk (s.d.), conforme citado por Marinho (2014), com o software é possível criar componentes paramétricos, extrair quantidades dos materiais, vistas 3D e sombreado instantâneo e, fazer a verificação de interferências.

A informação em Revit® pode ser visualizada através de vistas 2D (planta, elevação, corte e de detalhe), 3D e tabelas. Nas tabelas é possível visualizar e modificar informações das propriedades dos elementos, principalmente de quantidades e de composição de materiais, mas existem outras que também podem ser acessadas (GIL, 2011).

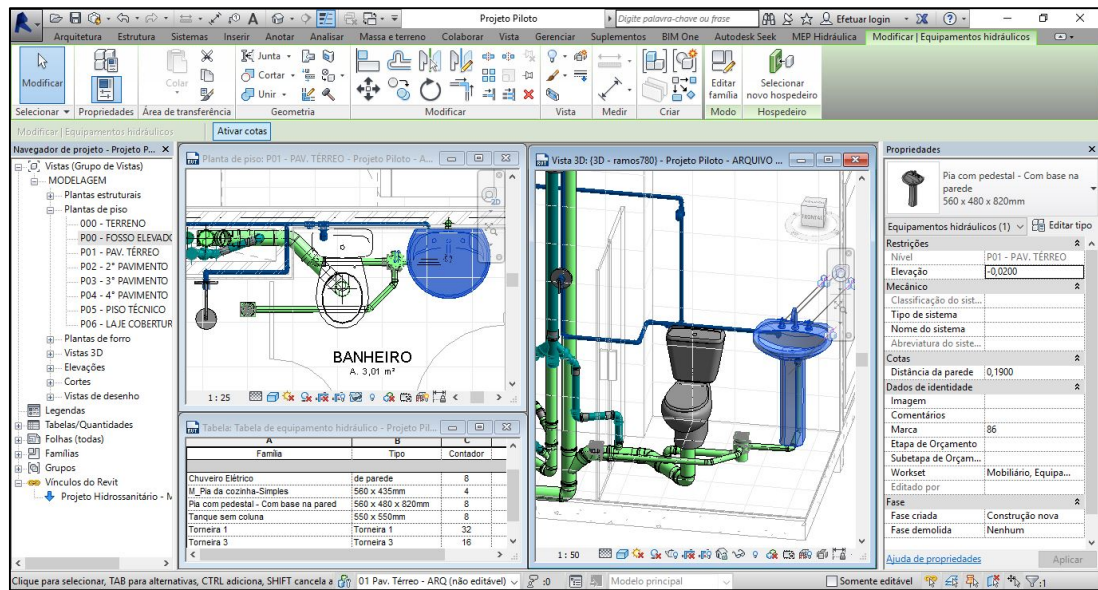
**Quadro 1** – Tabela de levantamento de material.

<Levantamento do material de parede>				
A	B	C	D	E
Família e tipo	Material: Nome	Material: Descrição	Material: Volume	Material: Área
Parede básica: SIP 202mm Wall - conc clad	Finishes - Interior - Plasterboard	12.5mm Plasterboard fixed to OSB	0.29 m <sup>3</sup>	22 m <sup>2</sup>
Parede básica: SIP 202mm Wall - conc clad	Wood - Stud Layer		0.56 m <sup>3</sup>	22 m <sup>2</sup>
Parede básica: SIP 202mm Wall - conc clad	Structure - Timber Insulated Panel - Insulation	112mm Urethane Insulation Layer	2.50 m <sup>3</sup>	22 m <sup>2</sup>
Parede básica: SIP 202mm Wall - conc clad	Structure - Timber Insulated Panel - OSB	15mm Oriented Strand Board	0.67 m <sup>3</sup>	45 m <sup>2</sup>
Parede básica: SIP 202mm Wall - conc clad	Concrete, Sand/Cement Screed	Concrete slab topping	0.49 m <sup>3</sup>	22 m <sup>2</sup>
Parede básica: Wall - Timber Clad	Finishes - Interior - Plasterboard	12.5mm Plasterboard fixed to OSB	0.08 m <sup>3</sup>	6 m <sup>2</sup>
Parede básica: Wall - Timber Clad	Wood - Stud Layer		0.15 m <sup>3</sup>	6 m <sup>2</sup>
Parede básica: Wall - Timber Clad	Structure - Timber Insulated Panel - Insulation	112mm Urethane Insulation Layer	0.67 m <sup>3</sup>	6 m <sup>2</sup>
Parede básica: Wall - Timber Clad	Structure - Timber Insulated Panel - OSB	15mm Oriented Strand Board	0.18 m <sup>3</sup>	12 m <sup>2</sup>
Parede básica: Wall - Timber Clad	Finishes - Exterior - Timber Cladding	22mm Kiln Dried Timber Cladding	0.13 m <sup>3</sup>	6 m <sup>2</sup>

Fonte: PET/ECV (2016).

Pode-se observar o nível de detalhamento dos elementos que o Revit proporciona, gerando praticidade na hora da montagem, como também em possíveis reformas solicitadas por clientes (Figura 3).



**Figura 3 - Tela do Revit® mostrando os detalhes de montagem das instalações.**

Fonte: Sienge (2016).

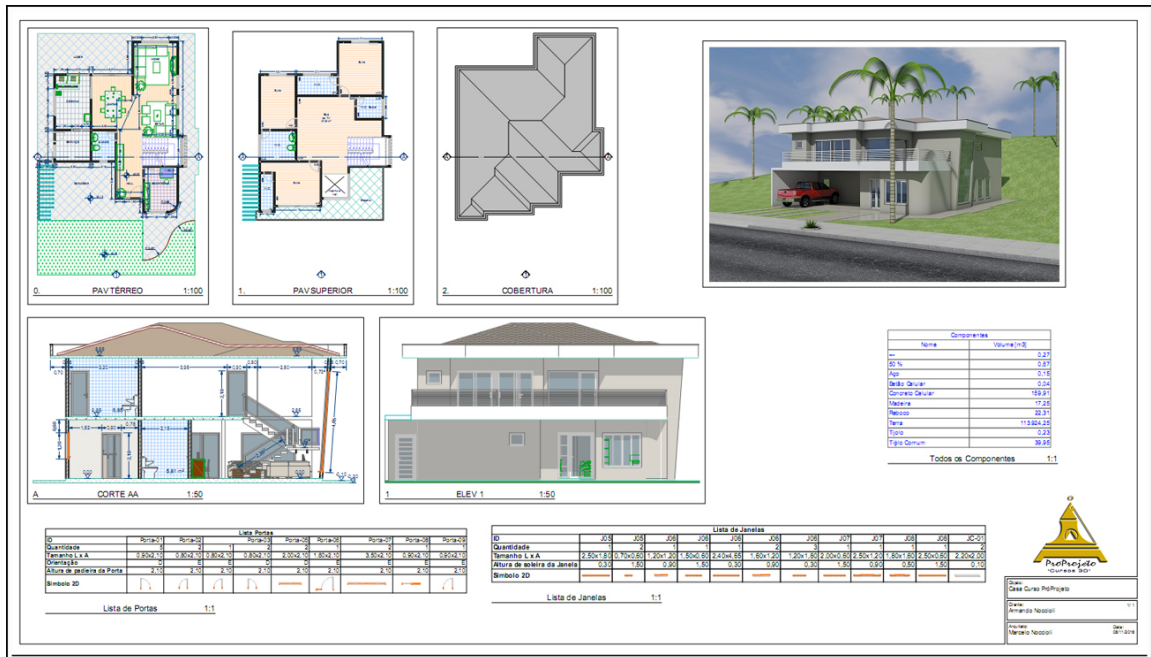
### 2.3.1.2 ArchiCAD®

O ArchiCAD® é uma ferramenta BIM desenvolvido pela Graphisoft Virtual Building Explorer (VBE), como função a modelagem de informações de construção (BIM). É o software BIM de arquitetura mais antigo no mercado. Atualmente, está na versão 20 e pode ser instalado nos sistemas operativos Mac ou Windows (GRAPHISOFT, s.d.).

Segundo Marcos (2009), o ArchiCAD® possui funcionalidades únicas como:

- Edifício Virtual;
- Objetos Inteligentes;
- Trabalhar em 3 Dimensões;
- Visualização Instantânea;
- Documentação eficiente;
- Trabalho em grupo.

Acrescendo ainda que o ArchiCAD proporciona controle sobre o projeto conservando a precisão e a eficiência na documentação. O banco de dados centralizado está diretamente ligado às construções de cada projeto como paredes, andares, portas, janelas e coberturas. Os projetos em geral (cortes, plantas, listas de componentes, tabelas de esquadrias, maquetes eletrônicas, animações e cenas em realidade virtual) são gerados automaticamente (Figura 4).

**Figura 4 - Modelagem de uma casa utilizando o ArchiCAD®.**

Fonte: PróProjeto (2017).

### 2.3.1.3 Tekla Structures®

O Tekla Structures® é um software desenvolvido pela empresa Tekla Corp., uma companhia finlandesa fundada em 1966, tendo escritórios espalhados pelo mundo. A empresa começou com seu trabalho com o desenvolvimento do Xsteel em 1990, crescendo e tornando-se o aplicativo de detalhamento de aço mais utilizado com mundo. Com o avanço na indústria da construção, este precisou se aprimorar mais e atender a demanda da fabricação do concreto armado e pré-moldado, além das estruturas em aço. Como consequência, em 2004, o software ampliado foi renomeado para Tekla Structures®, sendo suporte para concreto armado, pré-moldado, madeira, aço e para engenharia estrutural (EASTMAN *et al.*, 2014).

De acordo com Eastman et al. (2014), os principais benefícios do Tekla Structures são:

- Sua capacidade de modelar estruturas que incorporam todos os tipos de materiais estruturais e detalhamento;
- Sua habilidade em dar suporte a modelos muito grandes e operações simultâneas no mesmo projeto, com múltiplos usuários, ao mesmo tempo.

### 2.3.2 Softwares de gestão BIM

Nesta seção serão levantados alguns dos principais sistemas BIM direcionados para a gestão e utilização da construção, principalmente os voltados para o BIM 4D e 5D. Vale salientar que as funções aqui relatadas não condizem à totalidade da capacidade dos mesmos, mas, sim, àquelas com maior destaque no âmbito da gestão da construção.

#### 2.3.2.1 Autodesk Navisworks®

O Autodesk® Navisworks® é um software que contribui a arquitetura, a engenharia e a construção profissional que diz respeito a apresentar gestão dos resultados de cada projeto. Integra, partilha e prepara modelos gravados em diversos formatos com todos os detalhes do projeto. Compreende um extenso grupo de ferramentas de integração, análise e comunicação que auxiliam melhor as equipes na coordenação de disciplinas, solucionar interferências, e projetar planos antes da construção ou iniciação de renovação (ALVES *et al.*, 2012).

De acordo com Limeira; Ayres (2015), o Navisworks® é capaz de identificar interferências de um modelo federado (modelo central usado na análise de interferências) devendo ser estabelecidos previamente os critérios de interferências, como as disciplinas que serão analisadas e a tolerância entre os conflitos.

Segundo Antunes (2013) a função mais popular do Navisworks® é a detectar falhas e omissões. O programa é preparado para identificar todos os pontos em que partes do modelo se chocam (ocupam o mesmo espaço no modelo). Para um projeto de uma construção essa ferramenta vem a ser de grande importância.

#### 2.3.2.2 Solibri Model Checker®

O *software* Solibri Model Checker (SMC) encontra falhas potenciais antes de um único tijolo ser colocado. Ele realiza a detecção avançada de interferências, detecção de deficiência. Oferece controle de qualidade na concepção, construção e manutenção de espaços. Ao usar o SMC, custos, prazos de entrega e trabalhos de manutenção podem ser gerenciado (SOLIBRI, s.d.).

O Solibri coloca em um único ambiente os arquivos BIM dos mais diversos *softwares* compatíveis com o formato IFC, facilitando a visualização do projeto, trabalha como um verificador que analisa os componentes de construção dos modelos BIM, evidencia potenciais erros e

incompatibilidades no projeto e constata se o modelo está em conformidade com os códigos de construção e as melhores práticas da organização construtivas. (ANTUNES, 2013).

### **3 METODOLOGIA**

A metodologia desse trabalho está basicamente ligada às pesquisas bibliográficas e estudo de casos, a fim de uma absorção de conhecimento da área de compatibilização de projetos e atingir todos os objetivos propostos no trabalho. Com isso, a pesquisa será de caráter exploratório.

Estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições. (GIL, 2002, p.41).

Será feito, também, estudos de caso com o objetivo de aplicar os conhecimentos adquiridos na pesquisa, avaliar e observar a relevância que o processo de compatibilização pode ter nos mesmos, apontando possíveis soluções para cada caso.

Com o estudo concluído, ainda serão realizadas entrevistas em escritórios de projetistas, pretendendo saber se existe a utilização da plataforma BIM, a sua importância e quais os benefícios que ela trouxe. Se não utilizada, quais os impedimentos que ainda ocorrem para a implantação dessa tecnologia que é a mais avançada atualmente quando se trata em compatibilização de projetos. O questionário que será utilizado na entrevista foi adaptado de uma versão elaborada por Antunes (2013).

A pesquisa terá comportamento de caráter qualiquantitativo, por ter, como base, entrevistas em obras e escritórios de projetos, onde serão quantificados e qualificados com os dados obtidos na pesquisa.

### **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

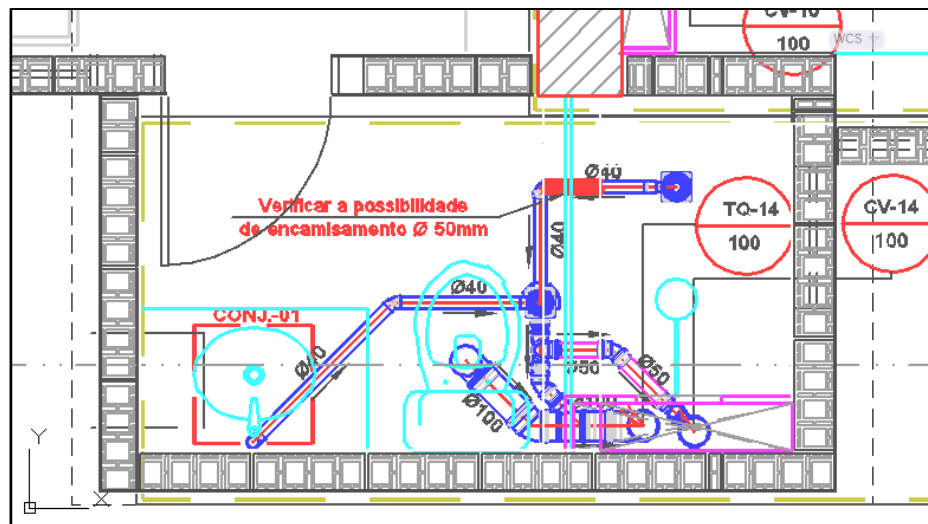
#### ***4.1 Estudo de casos – falhas devido à falta de compatibilização de projetos em obras.***

##### *4.1.1 Caso 1: Problema de interferência entre estrutura e instalação sanitária.*

O projeto em estudo se trata de uma edificação residencial que, atualmente está em execução, sendo esta, localizada na cidade de João Pessoa. A mesma possui uma estrutura com 3 subsolos, 1 térreo e 49 pavimentos tipo. Os primeiros 44 pavimentos são constituídos de 4 apartamentos e, os 4 últimos pavimentos têm 2 apenas 2 apartamentos.

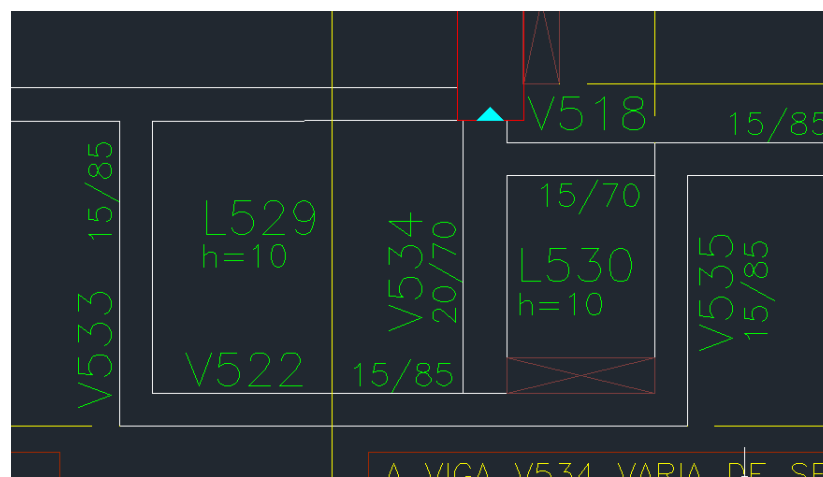
Sabe-se que normalmente um especialista em sua elaboração de projeto, toma como referência o projeto arquitetônico. Nesta obra, existe um banheiro de cada apartamento locado em cima de uma laje em balanço com vigas de bordo, o projeto sanitário dos apartamentos foram padronizados para os primeiros 44 pavimentos (Figura 5).

**Figura 5 - Projeto Sanitário da edificação em estudo.**

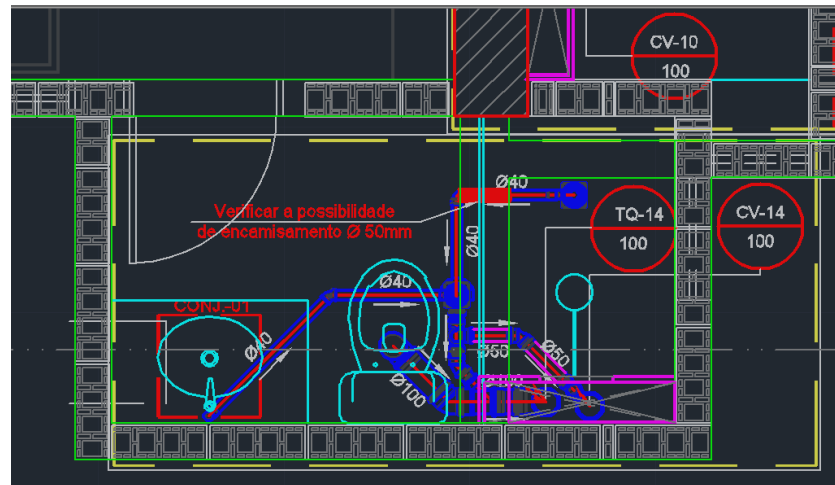


O problema começa quando essa laje em balanço possui uma viga (V534) que passa dividindo-a em duas (Figura 6). Projeto de forma de um dos banheiros em estudo.

**Figura 6 - Projeto de forma de um dos banheiros em estudo.**



Como havia essa viga no local, constatou-se que seria impossível executar o projeto sanitário sem ter que furá-la e não foram previstos no projeto estrutural esses furos, pois a tubulação da bacia sanitária estava em intersecção com viga (layer verde) com mostra a figura 7.

**Figura 7 - Sobreposição do projeto estrutural com o projeto sanitário.**

Uma das soluções mais comuns em obras para esse tipo de caso é furar as vigas para a passagem da tubulação. Para furar a viga precisou de uma análise do Engenheiro estrutural e o mesmo afirmou que o procedimento não poderia ser executado já que se tratava de uma viga que tinha como principal função o auxílio na sustentação daquela laje em balanço e, a furação naquela região da viga causaria grandes danos a estrutura. Logo, a decisão tomada foi a passagem da tubulação por baixo da viga como mostra a figura 8.

**Figura 8 - Tubulação da bacia sanitária sendo passada por baixo da viga.**

A mesma solução foi atribuída para todos os outros banheiros iguais, totalizando 176, o que poderia ser evitado se houvesse uma compatibilização de projetos. Segundo o engenheiro gestor da obra, é comum os projetos serem contemplados e entregues com atraso.

Com as instalações concluídas, a colocação do forro de gesso foi feita com um detalhe a fim de esconder a tubulação que está abaixo da viga, tornando o serviço mais trabalhoso e resultando em um banheiro não tão atraente visualmente (figura 9).

**Figura 9 - Banheiro com o forro de gesso colocado.**



Apesar de não ter sido a solução ideal pelo fato que o resultado não ficou com uma estética agradável, o problema foi resolvido, fazendo com que sirva de exemplo para as demais construções que ainda serão idealizadas, levantando a questão da importância da compatibilização de projetos na etapa de planejamento da obra.

#### **4.1.2 Caso 2: Falhas por incompatibilização em uma obra pública.**

O caso em estudo foi baseado na análise da compatibilização de projetos que foi realizada em uma obra pública. O empreendimento trata-se da Câmara Municipal em uma cidade do interior de Minas Gerais, que está localizada a aproximadamente 60 km de Belo Horizonte. (SANTOS; BRANCO; ABREU FILHO, 2013).

A concepção dos projetos complementares foi realizada em locais diferentes e teve seu início simultâneo a execução do projeto legal de arquitetura. O projeto estrutural foi contemplado em Belo Horizonte e os demais projetos, elétrico, hidráulico e de incêndio, foram designados a

projetistas locais. Não houve compatibilização de projetos durante essa etapa devido à pressão para rápida execução e entrega da obra (SANTOS; BRANCO; ABREU FILHO, 2013).

Os projetos foram elaborados de forma sequencial, onde era feito e encaminhado para o próximo profissional, não havendo simultaneidade. A comunicação entre os projetistas para troca de informações era através da troca de e-mail e telefonemas. A realização de reuniões foram apenas em duas ocasiões, a primeira para os ajustes de preços e prazo de entrega e, a segunda para licitação da obra (SANTOS; BRANCO; ABREU FILHO, 2013).

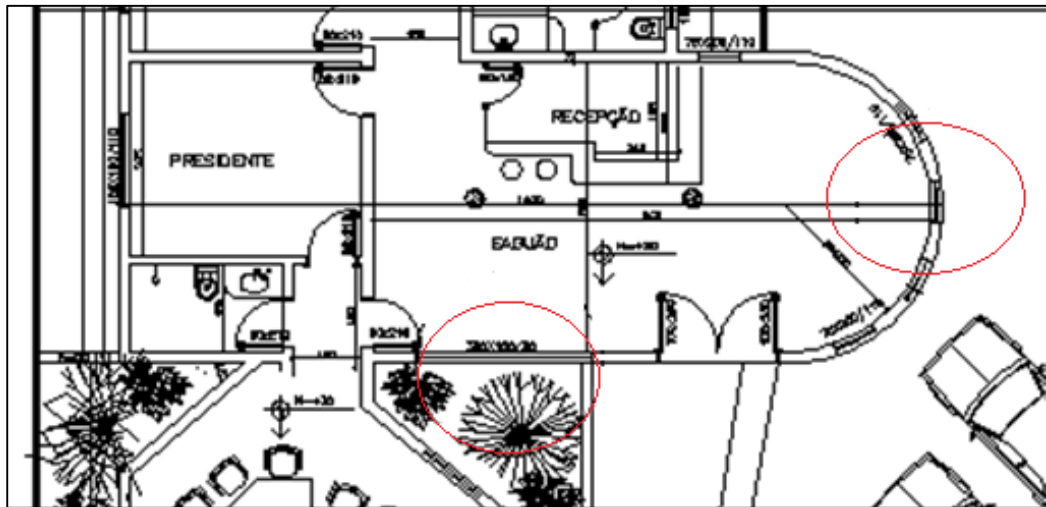
#### *4.1.2.1 Compatibilização entre os projetos estrutural e arquitetônico*

A compatibilização entre os projetos arquitetônico e estrutural assim como as demais foi realizada pelo arquiteto já na fase de execução do empreendimento. Com o auxílio de um software CAD, a planta de fôrma da laje e de arquitetura foram sobrepostos logo após uma equalização dos projetos. Essa equalização aconteceu com o ajuste das escalas das plantas, com a eliminação de dados e detalhes irrelevantes ao objetivo do trabalho e com a configuração dos *layers* dos projetos para melhorar a visualização. (SANTOS; BRANCO; ABREU FILHO, 2013).

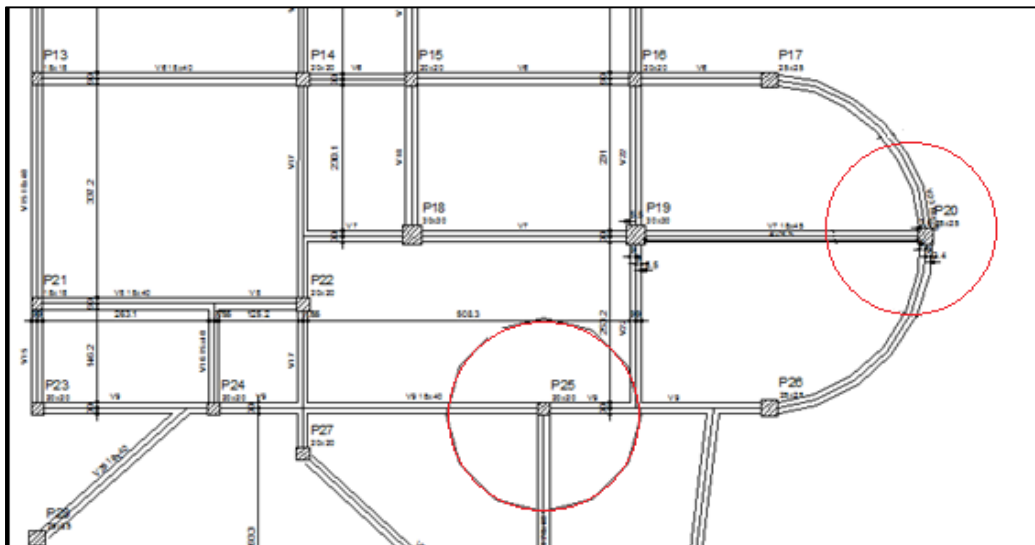
As Figuras 10 e 11 exibem os casos de incompatibilidades entre os projetos arquitetônico e estrutural, as figuras mostram que os pilares foram posicionados sobre as esquadrias do projeto, gerando a interferência dos elementos.

A solução tomada foi o deslocamento das esquadrias para um ponto mais próximo da origem inicial evitando a interferência com o pilar. Solução essa mais viável já que a mudança dos pilares exigiria uma nova verificação estrutural, sendo uma prática de maior complexidade, o que resultaria em custos mais elevados (SANTOS; BRANCO; ABREU FILHO, 2013).



**Figura 10 - Arquitetura com esquadrias em destaque**

Fonte: Santos; Branco; Abreu Filho, (2013).

**Figura 11 - Planta de fôrma dos pilares P20 e P25 em destaque.**

Fonte: Santos; Branco; Abreu Filho, (2013).

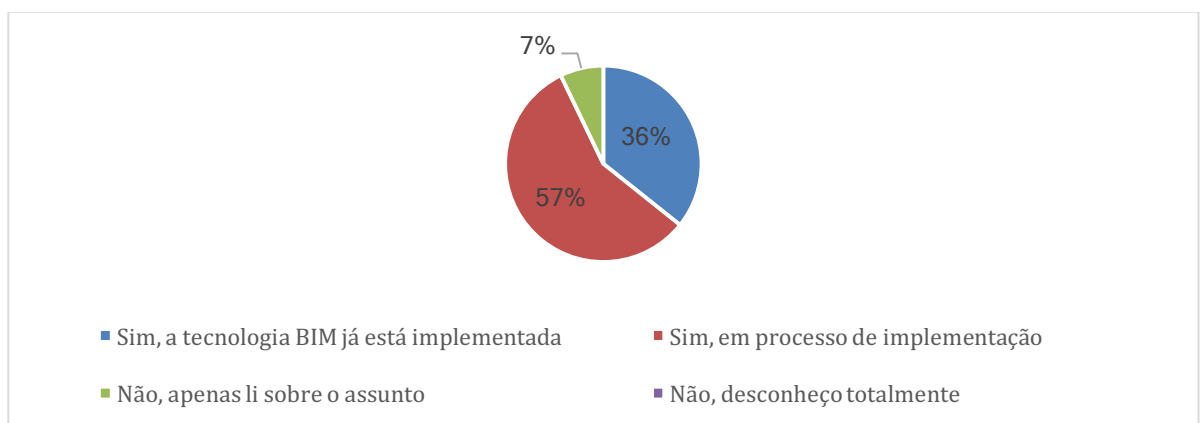
Fica claro o prejuízo que a falta de comunicação entre os projetistas pode causar ao empreendimento. Com um estudo prévio dos projetos utilizando a compatibilização esse tipo de problema poderia ser evitado, diminuindo os custos, prazo, retrabalho, gasto de materiais, entre outros.

#### 4.2 Questionário sobre BIM aplicado a projetistas.

Para dar resposta às questões de investigação relacionadas com o estado atual de implementação e a aplicabilidade dos sistemas BIM seguiu-se uma estratégia de apuração por questionário. No total, foram realizadas 14 entrevistas, dentre eles, arquitetos e engenheiros que trabalham na elaboração de projetos na cidade de João Pessoa. Logo, esse capítulo busca analisar e discutir os resultados obtidos através, principalmente, da análise de gráficos gerados de acordo com as respostas.

O questionário é iniciado com a indagação quanto ao grau de implementação do BIM na empresas em que se encontram os entrevistados, com o objetivo de saber se os mesmos utilizam ou não essa tecnologia.

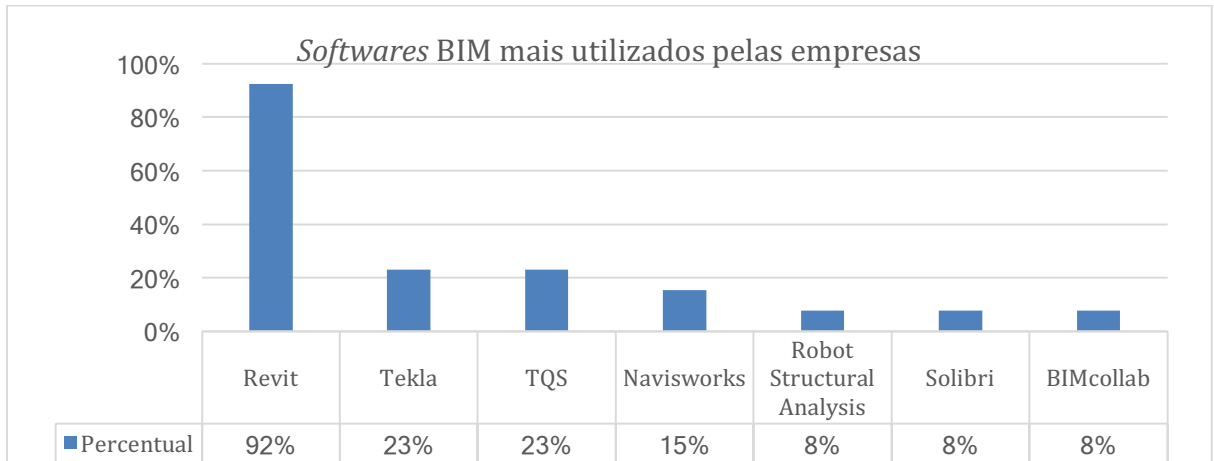
**Figura 12 - Resultado quanto à o grau de implementação BIM nas empresas.**



Com gráfico da figura 12 é possível observar que a maioria das empresas já utilizam a plataforma BIM, mostrando um avanço no setor da construção. Verificou-se que 93% (13 empresas) já utilizam a plataforma BIM, sendo 57% ainda em processo de implementação e 36% já com o BIM implementado no empresa. Apenas 7% (que representa somente 1 empresa) ainda não utiliza a tecnologia, onde a mesma somente leu sobre o assunto. Esta, foi questionada se há uma perspectiva em utilizar o BIM, onde afirmou que sim e o principal motivo por ainda não ter implementado é a necessidade de tempo para assimilação, adaptação e aprendizagem.

Com relação às questões destinadas aos que já utilizam ou estão em processo de implementação do BIM nas suas empresas, a amostra foi de 13 inquiridos (Figura 12).

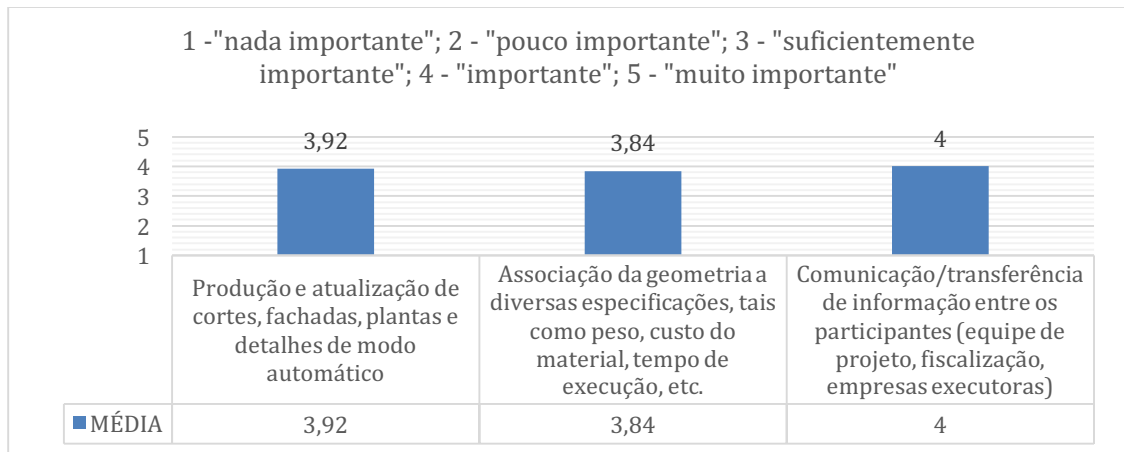
Com isso, foi elaborada uma questão direcionada ao sistema BIM utilizado, com o objetivo de saber qual o *software* mais comum em João Pessoa.

**Figura 13 – Softwares mais utilizados pelas empresas que utilizam BIM.**

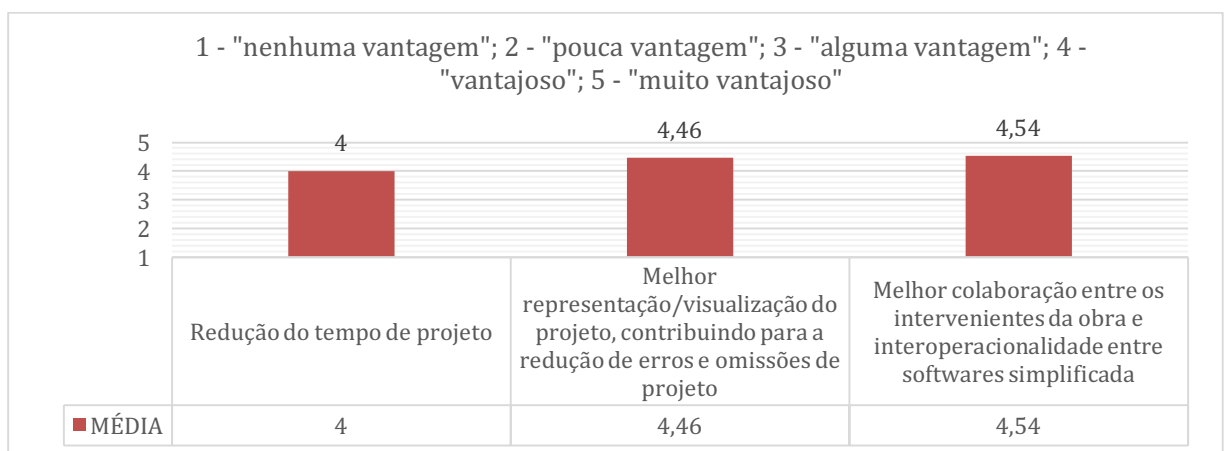
Através da análise do gráfico (Figura 13) verifica-se que o software mais utilizado por parte das empresas que utilizam o BIM é o Autodesk Revit (92%), seguido pelo Tekla, numa percentagem muito inferior (23%). Os outros *softwares* utilizados correspondem ao TQS, Navisworks, Robot Structural Analysis, Solibri e BIMcollab. Vale salientar que a maioria das empresas entrevistadas utilizam mais de um *software*.

Depois, levantou-se questões com o objetivo de estimar entre as empresas a relação das funcionalidades do BIM mais valorizadas e às possíveis vantagens e impedimentos da sua implementação. Para tal estudo, os profissionais foram indagados com três afirmações, devendo ser atribuídas o seu grau de importância em relação às mesmas.

O grau de importância era dividido numa escala crescente de 1 a 5 que deveria ser atribuída a cada questão e, ao final, foi feita uma média entre todas as afirmações para ser possível chegar a um resultado, que serão mostrados nos gráficos a seguir:

**Figura 14 - Média da importância de algumas funcionalidades do BIM.**

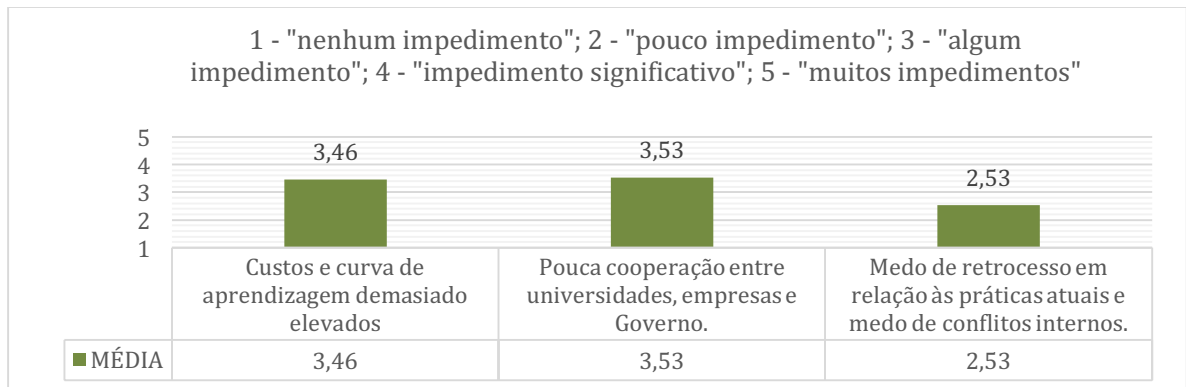
O gráfico da figura 14 deixa claro que a funcionalidade do BIM mais valorizada por parte dos profissionais entrevistados corresponde comunicação/transferência de informação entre os participantes, que representa a interoperabilidade entre os sistemas BIM (média de atribuição de 4, o que se traduz em “importante”). A segunda característica mais valorizada é a produção e atualização de cortes, fachadas, plantas e detalhes de modo automático. Por fim, a funcionalidade que foi atribuída como menos importante corresponde à associação da geometria a diversas especificações, tais como peso, custo do material e tempo de execução, apesar de esta funcionalidade ser de grande importância para empresas construtoras no momento da realização do planejamento da obra.

**Figura 15 - Vantagens ao implementar BIM.**

Com relação às principais vantagens em implementar o BIM, apresentadas na Figura 15, foram resultadas médias altas para todas as afirmações listadas, correspondentes a uma valorização

entre vantajoso e muito vantajoso. Entretanto, a mais valorizada corresponde à melhor colaboração entre os intervenientes da obra e interoperacionalidade entre softwares simplificada, enfatizando ainda mais o resultado do gráfico da figura 14, onde a interoperabilidade é um grande diferencial ao se trabalhar com BIM. No entanto, a menos vantajosa na opinião dos profissionais corresponde à redução do tempo de projeto.

**Figura 16 - Principais impedimentos da implementação BIM.**



A Figura 16 representa a opinião dos entrevistados com relação aos impedimentos na implementação da plataforma BIM. É possível observar que na opinião dos mesmos esses impedimentos não são tão significativos quando se quer implementar a tecnologia, pois a maior média adquirida foi de apenas 3,53. No que diz respeito aos principais impedimentos da implementação do BIM, o mais valorizado por parte dos entrevistados que utilizam o BIM foi a pouca cooperação entre universidades, empresas e Governo.

A última questão da entrevista era para ser respondida abertamente, onde o profissional deveria expressar sua opinião sobre a expansão da tecnologia BIM na cidade de João Pessoa, como também, se tinha conhecimento de outras empresas que utilizavam a ferramenta nas suas obras.

Todos os entrevistados afirmaram que “sim” para ambas as perguntas. Como era uma questão de resposta aberta, obtiveram-se algumas respostas muito interessantes, das quais se destacaram três delas, que se reproduzem a seguir:

*“Sim, além de utilizar o BIM em minha empresa, sou consultor na área e vejo um crescimento constante, principalmente com relação aos arquitetos. Ainda estamos em um nível de maturidade BIM muito baixo, mas a adoção da tecnologia é crescente e irreversível. Quem não entende que o BIM é o futuro da construção está perdendo tempo”.* (Entrevistado 1).

*“Atualmente estamos trabalhando com o BIM a fim de melhorar nossos projetos. O BIM não só está em expansão em João Pessoa, mas também em todo o Brasil. Muitas empresas já estão aderindo a essa tecnologia na tentativa de reduzir seus custos, uma vez que a obra será toda pensada com alguma antecedência. Haverá, também, uma compatibilização de projetos, evitando que se tenham “choques” entre as disciplinas quando da execução da obra. Aqui na empresa já entregamos os projetos totalmente compatibilizados”.* (Entrevistado 2).

Logo, as afirmações acima transmitem uma ideia de crescimento constante do uso do BIM, conseqüentemente no avanço da compatibilização de projetos, já que essa tecnologia é uma ferramenta essencial para esse processo e, mesmo que algumas empresas ainda não tenham implementado o BIM, percebemos pela pesquisa que essas representam um pequeno percentual entre as demais.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Para acompanhar o avanço do setor da construção civil busca-se cada vez mais profissionais qualificados que apresentem eficiência nos resultados em sua empresa devido à alta competitividade do mercado. Logo a prática da compatibilização de projetos é de extrema importância na busca de um processo construtivo eficaz, precavendo de gastos e desperdícios na fase de execução.

Nos estudos de caso de compatibilização propostos no trabalho foi possível identificar grande parte das interferências entre as especialidades, como conflitos físicos entre elementos da estrutura com hidráulica e estrutura com arquitetura, e posicionamento de pilares que comprometeriam a utilização do edifício. O método utilizado para a verificação de interferências foi a sobreposição dos desenhos CAD em 2D de arquitetura, estrutural e hidrossanitário. Esse método poderia ser substituído pela ferramenta BIM, que simplificaria a padronização de informações e a comunicação dos *softwares* utilizados por cada projetista envolvido.

Com relação ao questionário aplicado à projetistas, verificou-se que a maioria das empresas na cidade de João Pessoa já utilizam o BIM na elaboração dos seus projetos, sendo o *software* Autodesk Revit é o mais utilizado. Logo, com a entrevista pode-se concluir que a funcionalidade do BIM mais valorizada é a comunicação/transferência de informação entre os participantes. Todos os utilizadores admitem a importância dos sistemas BIM, atribuindo às vantagens sugeridas uma classificação “vantajoso”, sendo a “melhor colaboração entre os intervenientes da obra e interoperacionalidade entre softwares simplificada” considerada “muito vantajoso” entre os



utilizadores. No que se diz respeito à impedimento da implementação do BIM, ficou constatado que esses não são tão significativos quando se quer implementar a tecnologia.

O presente trabalho estudou a importância de realizar a compatibilização de projetos e suas vantagens durante a etapa de planejamento da edificação. Foram levantadas diversas maneiras de praticar a compatibilização, algumas mais eficientes e outras mais ultrapassadas. Portanto, a compatibilização de projetos se faz necessária para qualquer empreendimento, seja qual for o método que será utilizado, contanto que sejam suficientes para antecipar todas as interferências das diversas especialidades.

## REFERÊNCIAS

- AIA (2007) – *BIM for Engineering*. 2007. Disponível em: <<http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aias076935.pdf>> Acesso em: abril, 2017.
- ALMEIDA, M. R. B. **Análise da interoperabilidade aplicada ao projeto BIM de Estruturas Metálicas**. 2015. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica. Instituto Superior de Engenharia do Porto. Porto, Portugal.
- ALVES, C. M., & et al. **O que são os BIM?** 2012. Mestrado Integrado em Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia Da Universidade Do Porto. Porto, Portugal.
- ANTUNES, J. M. P. **Interoperacionalidade em Sistemas de Informação**, 2013. Universidade do Minho Escola de Engenharia. Braga. Tese de Mestrado em Engenharia Civil.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Manutenção de edificações – Procedimento**. NBR 5674, ABNT, 1999, 2p.
- CALLEGARI, S. **Análise da Compatibilização de Projetos em Três Edifícios Residenciais Multifamiliares**. Dissertação – Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.
- CAMPESTRINI, Tiago Francisco. **Entendendo BIM – Uma visão do projeto de construção sob o foco da informação**. 1. ed. Cuiabá: FABRÍCIO NOGUEIRA COSTA, 2015.
- EASTMAN, Chuck, TEICHOLZ, Paul, SACKS, Rafael, LISTON, Kathleen. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Bookman, 01/2014. [Minha Biblioteca].
- FABRÍCIO, M.M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. 2002. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- FREITAS, Gonçalo Andrade Freitas. **Metodologia BIM – uma nova abordagem, uma nova esperança**. Dissertação de Mestrado, Universidade da Madeira, 2014.
- FRUET, G. M.; FORMOSO, C. T. **Diagnóstico das dificuldades enfrentadas por gerentes técnicos de empresas de construção civil de pequeno porte**. In: SEMINÁRIO QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL – gestão tecnológica, 1993, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, 1993.



GIL, A. C. **Modelos Digitais – Geometria Associativa**: particularidade da musealização de monumentos em extensão, 2011. Tese de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002, p. 76.

GRAPHISOFT, s.d. **What is ARCHICAD?** Disponível em: <<http://www.graphisoft.com/archicad/>> Acesso em: 23 de abril, 2017.

JIANG, X. (2011). **Developments in Cost Estimating and Scheduling in BIM technology**. Master's degree thesis, Northeastern University, Department of Civil and Environmental Engineering, Boston, Massachusetts.

LIMEIRA, J.P.S.S.; AYRES, V.C. **Compatibilização e coordenação de projetos interdisciplinares em plataforma BIM**. Brasília, 2015.

MARCOS, M. H. C. (2009). **Análise da emissão de CO2 na fase pré-operacional da construção de habitações de interesse social através da utilização de uma ferramenta CAD-BIM**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2009. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil.

MARINHO, A. J. C. **Aplicação do Building Information Modeling na gestão de projetos de construção**, 2014. Universidade do Minho Escola de Engenharia. Braga. 2014. Dissertação de Mestrado em Construção e Reabilitação Sustentáveis.

MELHADO, S.B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios**: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. São Paulo: Tese – escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1994.

MELLO, R. **BIM e Custos**: maximize os dados do modelo com o Navisworks e o Quantity Takeoff. Autodesk University Brasil, 2012. Disponível em: <[http://static-wd.autodesk.net/content/dam/au/Brasil-2014/documents/materialapoio/2012/AUBR-44\\_Apostila.pdf](http://static-wd.autodesk.net/content/dam/au/Brasil-2014/documents/materialapoio/2012/AUBR-44_Apostila.pdf)>. Acesso em: 1 de mai. 2017.

MIKALDO JR, Jorge, SCHEER, Sergio. **Compatibilização ou Engenharia Simultânea**: Qual é a melhor solução. 2008. Tese (Mestrado Profissionalizante) – Universidade Federal do Paraná.

NASCIMENTO, José. **A importância da compatibilização de projetos como fator de redução de custos na construção civil**, 2014. – Revista Especialize On-line IPOG - Goiânia - 7ª Edição nº 007 Vol.01/2014 Julho/2014. Disponível em: <<http://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp?arquivo=a-importancia-da-compatibilizacao-de-projetos-como-fator-de-reducao-de-custos-na-construcao-civil-1711121211.pdf>>. Acesso em: 11 de nov. 2016.

PET/ECV. **Curso Básico de Revit Architecture 2015**. Disponível em: <<http://pet.ecv.ufsc.br/wordpress/wp-content/uploads/2016/05/apostila-revit-2015-maio-2016.pdf>> Acesso em: 30 de março, 2017.

PICCHI, F.A. **Sistemas de qualidade**: uso em empresas de construção de edifícios. São Paulo, 1993. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

PRÓPROJETO. **Modelagem de uma casa utilizando o ArchiCAD®**. Disponível em: <<http://www.proprojeto.com.br/>> Acesso em: 25 de março, 2017.





SANTOS W. J.; BRANCO L. A. M. N.; ABREU FILHO J. V. (2013). **Compatibilização de projetos**: análise de algumas falhas em uma edificação pública. In: IX Congresso Nacional de Excelência em Gestão. UFMG. Belo Horizonte, Minas Gerais.

SIENGE. **Tela do Revit mostrando os detalhes de montagem das instalações**. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/4-bons-motivos-para-usar-bim/>> Acesso em: 02 de abril, 2017.

SOLIBRI, s.d. **Solibri Model Checker (SMC)**. Disponível em: <<https://www.solibri.com/>> Acesso em: 23 de abril, 2017.

TAVARES JUNIOR, W. **Desenvolvimento de um modelo para compatibilização das interfaces do projeto de edificações em empresas construtoras de pequeno porte**. Florianópolis, 2001. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina.

VICO Softwares – **5D BIM. Vico Software web page**. Disponível em: <<http://www.vicosoftware.com/what-is5D-BIM/tabid/88207/Default.aspx>> Acesso em: abril, 2017.