



**CENTRO UNIVERSITÁRIO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS  
UNIPAC BARBACENA  
ENGENHARIA CIVIL**

**LUCAS DA SILVA MOREIRA  
MATEUS HENRIQUE DE PAULA**

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS ATRAVÉS DA METODOLOGIA BIM**

**BARBACENA/MG  
2022**

**LUCAS DA SILVA MOREIRA  
MATEUS HENRIQUE DE PAULA**

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS ATRAVÉS DA METODOLOGIA BIM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Presidente Antônio Carlos – UNIPAC como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): MSc. Deysiane Antunes Barroso Damasceno.

**BARBACENA/MG  
2022**

MOREIRA, Lucas da Silva; PAULA, Mateus Henrique de. **COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS ATRAVÉS DA METODOLOGIA BIM**. Barbacena: 2022. 26 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil), Centro Universitário Presidente Antônio Carlos.

**Resumo:** A metodologia BIM vem para modernizar a construção civil, dentre as suas principais premissas destaca-se com este trabalho a importância da compatibilização de projetos. Este trabalho tem como principal objetivo o estudo de bibliografias disponibilizadas sobre o uso da compatibilização de projetos utilizando a metodologia BIM. Para isso, foi realizada uma revisão de literatura sobre os conceitos referentes ao tema e sua relação com a metodologia BIM, bem como sobre as ferramentas disponíveis na atualidade. Foram demonstradas as interferências incompatibilidades e/ou inconsistências e como é possível a resolutividade das mesmas para que a metodologia seja aplicada de forma excepcional. Pode-se observar que a compatibilização de projetos é importante no que se refere a redução de custos, tempo de trabalho, e existentes diversas ferramentas disponíveis no mercado para que isso seja ainda realizado na etapa de elaboração de projetos.

**Palavras-chave:** BIM. Compatibilização de projetos. Softwares Paramétricos.

**Abstract:** The BIM methodology comes to modernize civil construction, among its main premises, this work highlights the importance of project compatibility. The main objective of this work is the study of available bibliographies on the use of project compatibility using the BIM methodology. For this, a literature review was carried out on the concepts related to the subject and its relationship with the BIM methodology, as well as on the tools currently available. Interferences, incompatibilities and/or inconsistencies were demonstrated and how it is possible to resolve them so that the methodology is applied in an exceptional way. It can be observed that the compatibility of projects is important in terms of reducing costs, working time, and there are several tools available on the market so that this can be done in the project preparation stage.

**Keywords:** BIM. Compatibility of projects. Parametric Software.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a modernização da construção civil vem sendo pauta de uma maneira como nunca antes ocorreu. Isto porque com ela visa-se um menor custo e um produto de maior qualidade.

Fernando de Holanda (2017) traz que, sobretudo após a crise financeira, no ano de 2014, o Brasil vem enfrentando uma das piores crises econômicas de sua história, a qual afetou diretamente o setor da construção civil, onde ocorreu à queda de investimentos públicos em infraestrutura, o setor viu essa tendência de crescimento diminuir, de forma que uma gestão eficiente dos projetos se tornou ainda mais vital. Com isso os profissionais dessa área viram a necessidade de buscar formas para criar projetos inovadores e mais realísticos para atender melhor ao público e elevar cada dia mais os investimentos no setor.

Catani (2001), exemplifica que a importância desse setor produtivo, associada às características e peculiaridades sócio econômico-culturais de seus trabalhadores, também põe em evidência um dos aspectos mais cruciais desse segmento profissional, ou seja, sua baixa qualificação formal.

Souza (2009) contextualiza BIM - *Building Information Modeling* como uma metodologia que tem potencial de renovar a indústria da construção civil, onde possibilita e facilita os desafios encontrados durante a elaboração de serviços pelos profissionais da área atuante. A modelação por BIM favorece a colaboração entre as equipes responsáveis pelo projeto, a troca de informações conforme o progresso de cada membro e aperfeiçoa o tempo gasto em alterações projetuais.

Graziano (2003) ressalta a importância da compatibilização, pois ela é uma etapa obrigatória na contratação de projetos, pois é indispensável que ele seja concebido não apenas sob as diretrizes do cliente, mas inclusive pelo acompanhamento inicial dos projetistas, para que haja uma solução técnica e executiva de alto padrão. A incorporação entre os projetos seja ele arquitetônico, estrutural ou de instalações são inseparáveis, dando assim a garantia da integração de soluções e técnicas de execução, definição correta de materiais e acabamentos, para um resultado estético e funcional, e para uma obra limpa, com pouco

desperdício, isenta de erros ou distorções de conceito, muito comuns em projetos mal solucionados.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho é apresentar a importância da compatibilização de projetos e apresentar as principais ferramentas disponíveis no mercado para o desenvolvimento desta compatibilização.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Exemplificar a compatibilização de projetos com a utilização dos *softwares* Revit e Navisowork;
- Apresentar as interferências entre projetos de acordo com os *softwares* Revit e Navisowork;
- Apresentar as vantagens e desvantagens do processo de compatibilização de projetos.

## **3 METODOLOGIA**

A metodologia aplicada neste trabalho deu-se início mediante a pesquisa bibliográfica de artigos científicos renomados sobre o tema proposto.

Trata-se de um estudo do tipo revisão bibliográfica direcionada à análise metodológica dos estudos já disponibilizados por autores, que se baseia em reunir informações disponíveis na literatura e equiparar a compreensão do tema explorado, refere-se também a estudos realizados por meio de levantamentos bibliográficos e baseados na experiência vivenciada pelos autores por ocasião.

A pesquisa ocorreu no período de 01 de agosto a 30 de setembro e foi realizada através da busca de publicações na literatura utilizando a plataforma Google Acadêmico. Nos critérios de inclusão foram inseridos artigos primários e secundários disponíveis no idioma português que abordavam assuntos sobre metodologia BIM, construção civil, *softwares* como AutoCAD, Revit e Navisowork.

Foi necessária também a utilização de e-books disponíveis de forma online para a melhor elaboração do tema e mais fidedignidade da metodologia BIM.

O estudo foi realizado tendo como base 14 literaturas que atenderam aos critérios de inclusão aplicados. Assim, de acordo com o objetivo desta revisão, caracterizou-se a produção do conhecimento científico no assunto em conformidade com a amostra estudada.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 Metodologia BIM

*Building Information Model* (BIM) é um conceito que surgiu há mais de trinta anos, apresentado por Chuck Eastman. Relatos apontam que a terminologia *Building Modeling* tem circulado desde 1986. Já em dezembro 1992, F. Tolman utilizou a terminologia como atualmente é conhecida, *Building Information Modeling*, em um artigo no *Automation in Construction*. A metodologia BIM não é uma ideia muito recente, porém só se espalhou quando passou a ter uma oferta de computadores com a capacidade de processamento necessária e preços acessíveis para o mercado da construção. Desde a década 80 já existiam *softwares* capazes de produzir modelos 3D com informações correlacionadas, mas apenas com o passar dos anos é que eles se tornaram mais populares. (EASTMAN, 2011).

Pereira (2017) refere que BIM não se trata de um *software* específico, e sim de um conceito de se tornar virtual, modelar e gerenciar as atividades ligadas a construções de obras de engenharia em geral. O projeto, neste novo conceito, torna-se muito mais próximo da obra real, podendo-se identificar, por exemplo, as inconformidades antes mesmo de a obra ser iniciada, tornando assim menores riscos de ônus financeiros, e também tempo de construção reduzido.

O planejamento e a programação trazidos pela metodologia BIM ajudam significativamente a minimizar o número de reuniões para tomadas de decisões, pois auxilia a comunicação mais simples clara e imediata. Trazem também a monitorização da informação compartilhada entre todos os profissionais ali envolvidos, em que o projeto é facilmente rastreado, caso haja alguma modificação realizada por outrem sem a comunicação prévia (COSTA, 2003).

Assim, conforme Miranda e Salvi (2019) há algumas particularidades que um software deve apresentar afim de que se possa trabalhar dentro dos conceitos da metodologia BIM: o levantamento de insumos, a geração de simulações, a interoperabilidade e a modelagem paramétrica, sendo as três últimas especialmente importantes no que se refere a compatibilização de projetos.

Andrade e Ruschel (2009) traz que o uso da modelagem paramétrica mostra bastante flexibilidade e possibilidades de soluções de projeto, sendo que ele não oferece a perda de tempo, trazendo maior segurança e credibilidade. A modelagem traz a segurança da geração de objetos editáveis, a característica cede a este suporte a plataforma BIM, e sem essa capacidade, os *softwares* são apenas modeladores tridimensionais.

Santos et al. (2014), dispõem sobre a etapa que engloba o levantamento dos serviços que deverão ser executados, sendo a quantidade, os preços e o preço total do investimento, BIM traz a possibilidade sobre o levantamento de insumos, devido a construção ser criada virtualmente, mas fidedigna à realidade, evitando erros que poderiam acontecer nos sistemas tradicionais, além da economia de tempo que é propiciada através desta metodologia.

A interoperabilidade permite, segundo Ferreira (2011), que a construção seja definida como processo multi organizacional e disciplinar, devido à dependência do compartilhamento de informações. Sendo assim a troca de comunicação de dados através da linguagem universal que é definida como IFC (*Industry Foundation Classes*), traz como forma complementar de desenvolver o projeto, contribuindo para flexibilidade de ideias e soluções, evitando assim que haja a incompatibilização, pois todos os participantes do projeto poderão compartilhar sem perda de dados ou informações os trabalhos que já foram realizados, sendo a interação entre a equipe fator primordial para fundamento.

Villanueva (2015) traz que é válido pensar que todo empreendimento, para seu perfeito funcionamento, deve apresentar boas condições de habitabilidade e funcionamento harmônico entre as quatro áreas base que o compõe: arquitetura, elétrica, hidráulica e estrutural. Isto porque há grande interação entre essas áreas, fato que pode ser identificado ainda na fase de projeto, evitando os retrabalhos no momento das execuções que provocam ônus financeiro e o retrocesso no tempo de trabalho.

Mendes (2014) refere que atualmente, com a utilização da metodologia *Building Information Modeling* (BIM) que, entre vários outros aspectos, incentiva o compartilhamento digital de dados para todos os integrantes da obra ou projeto em questão, estas perdas estão cada vez menores, sendo ela uma grande aliada para os investimentos e empreendimentos da modernidade.

Sheer (2012) refere que com a utilização desse modelo colaborativo, os profissionais são envolvidos em diferentes fases de um empreendimento, seja ela o início do projeto, o planejamento, orçamento e a construção, contribuindo de maneira intensa para o bom andamento do projeto e da obra.

O reconhecimento dos dados através da interoperabilidade que a metodologia traz em conjunto com os *softwares* dá a oportunidade que a troca de informações seja realizada de forma automática, sem barreiras, permitindo assim que o trabalho flua de maneira facilitada, sendo ele entre profissionais e entre os programas. (ANDRADE et al., 2009).

Essa troca pode ocorrer de quatro maneiras, sendo através de ligação direta, arquivo de troca de proprietário, formato de arquivo de troca de domínio público ou por meio de formatos no padrão XML. E, atualmente, o principal modelo utilizado nesta troca é o IFC, desenvolvido por uma organização sem fins lucrativos. (ANDRADE et al., 2009).

Com isso, a interligação e o armazenamento conjunto entre os softwares que é denominado interoperabilidade, a principal vantagem da metodologia BIM. Refere-se à troca de informações de forma eficaz, entre todos, sem perder nenhuma informação importante e relevante. A interoperabilidade se elimina a necessidade de réplica de dados de entrada que já tenham sido gerados e facilita, de forma automatizada e sem obstáculos, o fluxo de trabalho entre diferentes aplicativos, durante o processo de projeto. (ANDRADE et al., 2009).

Durante a pesquisa sobre o tema e o aprofundamento relacionado aos autores que citam BIM e sua metodologia, foi identificado as principais vantagens (QUADRO 01) e as principais dificuldades (QUADRO 02) relacionados à compatibilização de projetos em 4D.

Quadro 01 – Principais vantagens encontradas pelas referências autorais que as citam.

VANTAGENS	REFERÊNCIA
Otimização do processo construtivo	MATTHEWS et al., 2015; FERREIRA 2015; MENDES et al., 2014
Melhoria da comunicação através da integração	FERREIRA 2015; MENDES et al., 2014; CHEN et al., 2013;
Redução do retrabalho	LEITE, 2012; MATTHEWS et al., 2015; MENDES et al., 2014
Redução do tempo de obras	MENDES et al., 2014; H. et al.,2013; SAAD et al., 2015
Simulações do processo construtivo	MENDES et al., 2014; LEITE, 2012; LUKE et al., 2014.
Otimização do cronograma	WANG et al.,2014; BRITO 2015; FERREIRA, 2015; CHEN et al., 2013;
Melhoria na visualização e interpretação do cronograma de obras	WANG et al.,2014; BRITO 2015; FERREIRA, 2015; CHEN et al., 2013;
Controle virtual de obras	MATTHEWS et al., 2015; CHEN et al., 2013; WANG et al.,2014; LEITE, 2012
Detecção de incompatibilidades	MENDES et al., 2014; LUKE et al., 2014; SAAD et al. 2015
Coordenação em 3D	PITAKE 2013; AHANKOOB et al., 2012
Análises e alocação de recursos mais eficientes associado à estimativa de produtividade	WANG et al., 2014; KIM et al., 2013; LEITE, 2012

Fonte: MATTHEWS et al., 2015; FERREIRA 2015; MENDES et al., 2014; CHEN et al., 2013; LEITE, 2012; H. et al.,2013; SAAD et al., 2015; LUKE et al., 2014; WANG et al.,2014; BRITO 2015; PITAKE 2013; AHANKOOB et al., 2012; KIM et al., 2013.

Quadro 02 – Principais dificuldades encontradas pelas referências autorais que as citam.

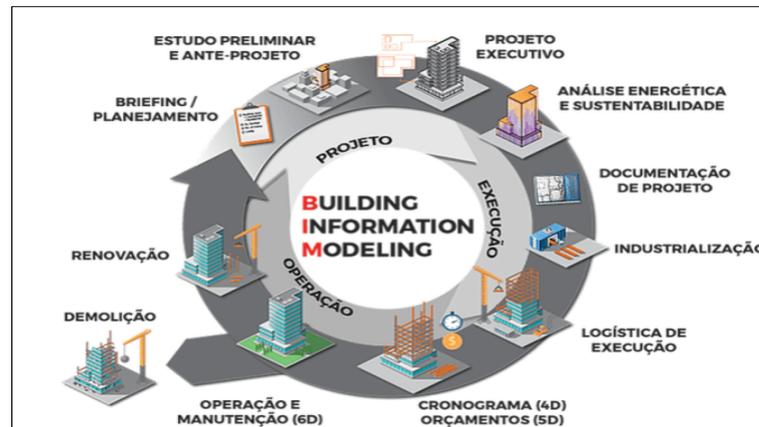
DIFICULDADES	REFERÊNCIA
Dificuldade em implementação da tecnologia	MENDES et al.,2014; MATTHEWS et al.,2015;
Grande consumo de trabalho intensivo para implementação efetiva da tecnologia	PITAKE, 2013; LI et al., 2009 CHEN et al., 2013
Comunicação entre os softwares não é 100% automatizada	MATTHEWS et al.,2015; CHEN et al., 2013; KONIG et al., 2012;
Custo alto de implementação e treinamento	PITAKE, 2013; WANG et al., 2014; CHIEN, 2013;

Visualização ineficiente para atividades internas e externas simultâneas	BRITO 2015; FERREIRA, 2015; BIOTTO, 2015
continuação	
DIFICULDADES	REFERÊNCIA
Depende do bom funcionamento de Hardware e da expertise do gestor para a estimativa de tempo de duração de atividades	TSERNG, 2014; H, 2013; LIU, 2015;
Falta de padronização da dados e documentos entre as equipes de projeto	MATTHEWS et al., 2015)

Fonte: MENDES et al.,2014; MATTHEWS et al.,2015; PITAKE, 2013; LI et al., 2009 CHEN et al., 2013; KONIG et al., 2012; WANG et al., 2014; BRITO 2015; FERREIRA, 2015; BIOTTO, 2015; TSERNG, 2014; H, 2013; LIU, 2015.

Segundo Eastman (2014), a metodologia BIM facilita o trabalho simultâneo de múltiplas áreas de projeto conforme FIG. 1.

Figura 01: Metodologia Bim



Fonte: Matthews (2015)<sup>1</sup>

## 4.2. Ferramentas de compatibilização de projetos

Costa (2013) traz que apesar de a análise de compatibilização de projetos, utilizando desenhos em duas dimensões (2D), também ser possível, ela é mais difícil e mais demorada do que trabalhar com um ou mais modelos 3D coordenados, nos quais o controle de modificações possa ser bem gerenciado. Isso abrevia o tempo de projeto e reduz significativamente os erros e as omissões.

<sup>1</sup> Adaptado de <http://buildipedia.com> (2022)<sup>1</sup>

Na atualidade, as incompatibilidades entre projetos são visualizadas através da visualização da obra e dos desenhos 2D que são colocados em uma mesa de luz, podendo ainda utilizar desenhos em 3D, porém, que são baseados apenas em representações geométricas, sem incluir informações relevantes. Esta é uma maneira lenta de análise e passível de erros grosseiros (COSTA, 2013).

A compatibilização dos projetos, por meio de *softwares* que integram a metodologia BIM traz muitas vantagens em relação à metodologia convencional, permitindo a identificação de conflitos, automaticamente, e comunicando as partes do projeto que devem ser mais detalhados (EASTMAN, 2008).

No perpassar da construção, a compatibilização de projetos é uma ferramenta de extrema importância para evitar as falhas, humanas ou tecnológicas e desperdícios de tempo e material, não sendo necessário o retrabalho, pois as partes incorretas e os conflitos podem ser identificados e cessados no início da compatibilização. Esta metodologia oferece também o planejamento das fases da obra, trazendo um cronograma físico e financeiro, proporcionando assim um melhor custo benefício para aquele empreendimento (EASTMAN, 2008).

Os *softwares* elencados para exemplificação deste trabalho pertencem ao mesmo fabricante, a Autodesk, onde os três possuem a maneira de operar semelhantes, porém cada um com sua funcionalidade distinta.

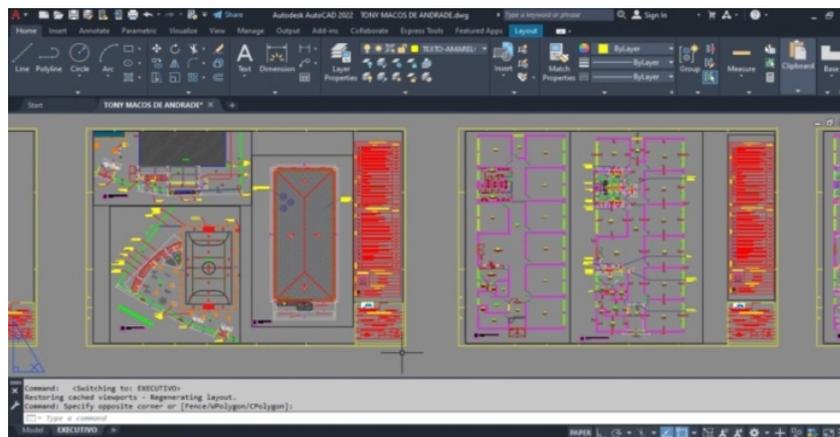
#### **4.2.1 AutoCad**

O AutoCad é um software do tipo CAD — *computer aided design*, criado e comercializado pela empresa Autodesk Inc, desde 1982, que é utilizado principalmente para a elaboração de peças de desenho técnico em duas dimensões, e para criação de modelos tridimensionais, em suas versões mais recentes, traz consigo vários recursos para a visualizações em formatos diferentes. O nome AutoCad vem da palavra grega autos, que significa próprio, e kedês, que significa lei ou decreto. Assim, *auto decreto* ou *auto instrução*. Pode ser utilizado em arquitetura, design de interiores, engenharia civil e em vários outros ramos da indústria necessária (AUTODESK, 2022).

Surgiu com a proposta de auxiliar os profissionais da área da construção e design na elaboração de projetos, desde a primeira linha do desenho até o 3D, ele

cumprir com o prometido. É mais utilizado para a elaboração de projetos técnicos como plantas baixas, conforme demonstra um exemplo trago pelos autores na FIG.02, elevações, cortes, projetos de elétrica e hidráulica tem como principal função a otimização do trabalho dos profissionais que usam seus recursos, proporcionando soluções rápidas e desenvolvimento precisos de desenhos, projetos e objetos (SILVA, 2019).

Figura 02: Exemplo de projeto de aprovação realizado no AutoCad.



Fonte: Os autores (2022)

A versatilidade do *software* é uma grande vantagem, pois o mesmo tem uma rede de compatibilização com a maioria dos outros *softwares*, onde garante a exportação e importação de materiais para que seja realizado de forma adequada, sem erros. A plataforma possui também diversas ferramentas que facilitam no processo de desenvolvimento de desenhos com uma precisão de alta qualidade, além de possuir uma linguagem simples que facilita o aprendizado dos novos usuários (ZIMMERMANN, 2006).

#### 4.2.2. Revit

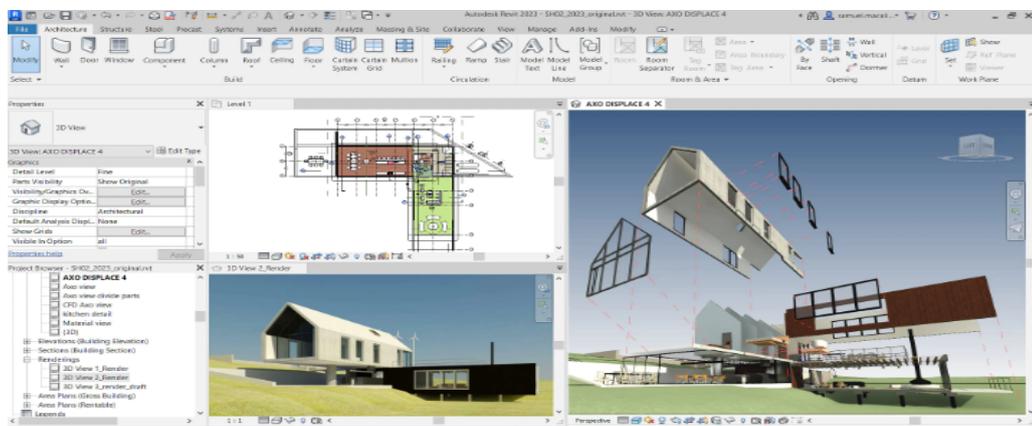
Desenvolvido pela Charles River *Software*, empresa fundada em 1997 e renomeada como Revit Technology Corporation no ano de 2000, no qual foi realizado o lançamento da sua primeira versão estável. Porém, no ano de 2002 a empresa Autodesk assume a empresa Revit Technology Corporation e o software

passa a fazer parte do seu catálogo, onde permanece até a presente data (AUTODESK, 2022).

O Revit permite aos usuários projetar edifícios, estruturas e seus componentes em 3D, e anotações no modelo com desenhos 2D, conforme exemplificado na FIG. 03, assim como o AutoCad. Traz consigo a possibilidade de acessar elementos e informações da construção a partir do banco de dados do modelo, possui ferramentas para planejar os vários estágios desde o conceito até a construção e, posteriormente, manutenção e/ou demolição. É importante ressaltar que o software descrito é o único aplicativo que inclui recursos para o projeto arquitetônico, *Mechanical Electrical Plumbing e Piping* (MEP), e engenharia estrutural e construções (AUTODESK, 2022).

Divergente de outros *softwares* da Autodesk, o Revit permite que todos os dados de um projeto sejam armazenados em somente um arquivo. Possui uma ferramenta de modelagem paramétrica que é a grande auxiliadora no desenvolvimento conceitual, com ela é possível criar rascunhos rápidos do layout do projeto, e instantaneamente o programa cria a modelagem 3D. Utilizando este *software*, as alterações podem ser realizadas de forma otimizada, pois todos seus componentes estão conectados uns aos outros, ou seja, qualquer alteração no modelo, o programa atualiza automaticamente cada componente correlacionado, afetando todo o modelo proposto (LIMA, 2011).

Figura 03: Exemplo de uma das possibilidades apresentadas pelo *software* Revit, trazendo consigo, projeto 2D, 3D e os componentes de família.



Fonte: AUTODESK (2022)

### 4.2.3. Navisworks

O Navisworks foi conhecido por um tempo como *JetStream*, é um software que foi originalmente criado por Sheffield e comprado pela Autodesk em 2007. Usado principalmente em indústrias de construção para complementar os pacotes de projeto 3D, o *software* permite que os usuários abram e combinem modelos 3D, naveguem em torno deles em tempo real e revise o modelo usando um conjunto de ferramentas, incluindo comentários, ponto de vista e medições. É importante ressaltar que o software possui uma seleção de plugins que permite a detecção de interferência, simulação de tempo 4D, renderização fotorrealista e publicação semelhante a documento para ser compartilhado. (AUTODESK, 2021).

Carreiró (2017) traz que, com o Navisworks pode ser realizado a execução de objetos, onde é possível simular o movimento de grandes equipamentos no canteiro da obra proposta, conforme traz a FIG. 04 demonstrando a movimentação de um guindaste, sendo este dentro do canteiro de obras para que seja possível o manuseio e locação correta de espaço para o trânsito dos mesmos. Essa tarefa é o ponto inicial para a verificação de possíveis interferências durante o planejamento do empreendimento. Pode ser usado para o planejamento da construção ou da demolição de qualquer obra, há a possibilidade de importar cronogramas de outros *softwares*, ou até mesmo criar cronogramas físicos, e ao mesmo tempo, ele permite o controle do cronograma, seja ele criado ou importado.

Existem recursos nessa ferramenta que possibilitam a identificação, localização, interoperabilidade e otimização, de qualquer item no arquivo nativo através do ID do elemento e essa ação aperfeiçoa a busca por itens que estão em conflitos. Em suma, o Navisworks oportuniza várias ações de coordenação, de compatibilização e planejamento. Importante ressaltar que os arquivos do Navisworks podem ser usados somente para fins de visualização e não podem ser modificados no software Revit (CARREIRÓ, 2017).

Figura 04: Exemplo de movimentação de grande equipamento dentro de projeto que antecede ao início da obra.



Fonte: AltoQi (2022)

## 5. COMPATIBILIZAÇÃO NO BIM

### 5.1 Conceitos de compatibilização

A compatibilização vista por alguns autores é classificada como uma das funções da organização de projetos, enquanto para outros é uma função separada da organização. Tem como principal objetivo evitar que os projetos contenham distorções entre as diversas áreas, além de falhas que podem gerar atrasos e desperdícios durante a execução de tal obra (ÁVILLA, 2011).

Diante disto, é importante diferenciar a compatibilização da organização, pois segundo Melhado et al. (2005), a organização necessita de uma interação entre os projetistas, com a necessidade de tomar decisões e soluções para o projeto, necessitando, portanto, de diferentes agentes envolvidos. Já na compatibilização, os projetos de áreas diversas são superpostos para verificar se há interferências entre eles, para que a organização possa atuar e solucionar. Segundo o autor, a compatibilização deve ser realizada apenas quando todos os projetos estão criados, o que age de forma a verificar onde os erros podem ocorrer para que se possa corrigir antes do início do ato da obra.

Visando a redução das falhas que podem ocorrer na fase de criação até a fase final da obra os autores Callegari e Barth (2007) trazem que, a compatibilização compõe-se em uma atividade de gerenciar e integrar projetos afins, visando o

perfeito ajuste entre os mesmos e conduzindo para a obtenção dos padrões de controle de qualidade da obra. Busca-se assim a otimização e a utilização de materiais, tempo e mão de obra, bem como as posteriores manutenções. Compreende, também, a ação de detectar falhas relacionadas às interferências e inconsistências geométricas entre os subsistemas da edificação.

## 5.2 BIM e suas dimensões

Sodré (2021) traz que, geometricamente as três dimensões são suficientes para que se possa criar um projeto arquitetônico, porém podem ser usadas modalidades descritivas diferentes, fazendo referências a outras dimensões. Nos termos dos fundamentos do BIM, existem sete dimensões reconhecidas. Conforme FIG. 05, traz que: a) 3D – renderização tridimensional do artefato; b) 4D – análise de compatibilização e planejamento; c) 5D – análise de custos; d) 6D – avaliação da sustentabilidade; e) 7D – gestão de instalações.

Figura 05: Dimensões da metodologia BIM



Fonte: Waldeck (2022)

### 5.2.1 Renderização tridimensional do artefato – Modelagem paramétrica – 3D

A forma mais familiar do uso da metodologia, pois é o processo onde se reúne as informações gráficas e não gráficas para criar os modelos e capaz de distribuir as

informações em um ambiente de compartilhamento acessível de dados, seja ele rastreável, seguro e confidencial. Além disso, todos os colaboradores da elaboração de um projeto devem transmitir informações precisas para que as falhas possíveis possam ser identificadas e sanadas antes que a construção comece a ocorrer. A visualização e a otimização de todo o projeto são benefícios da dimensão 3D que devem ser citados devido à grande importância do mesmo (WANG, 2014).

### **5.2.2 Análise de compatibilização e planejamento – 4D**

Wang (2014), traz que o planejamento no canteiro de obras, adicionado ao tempo, se relaciona a dimensão 4D. As informações podem trazer detalhes sobre o tempo que será necessário para tornar o projeto operacional, e trazem motivos que causam atrasos e ineficiências, com a consequente necessidade de revisar tudo o que foi planejado até o momento. Com os dados ligados à representação gráfica, torna-se mais fácil de consultar e compreender as informações do projeto e também é possível mostrar como a construção se desenvolverá.

### **5.2.3 Análise de custos - Orçamentação – 5D**

O custo é algo de extrema importância para a elaboração de um projeto e a construção de uma obra, essa dimensão permite que todos os envolvidos dentro deste projeto analisem os custos a serem ocorridos ao longo do tempo. Essa dimensão contribui com uma maior precisão orçamentária e com maior controle sobre possíveis mudanças quando houver a necessidade (PITAKE, 2013).

Neste termo Pitake (2013) traz que, usando a metodologia é possível que possa ocorrer à visualização do custo em tempo real em 3D com notificação e alteração, seja ele contagem automática, de componentes associados a tal projeto.

### **5.2.4 Avaliação da sustentabilidade - 6D**

Essa dimensão traz a compreensão da inclusão de informações que oferecem suporte ao gerenciamento e operação das instalações, com a intenção de no final obter melhores resultados aos negócios propostos. Pode ser chamado também de iBIM ou BIM integrado (MIKALDO JÚNIOR, 2006).

Mikaldo (2006) traz também que este conceito nem sempre é fácil de adaptar a um tipo de design sustentável, especialmente em termos de inovação, pois projetar de maneira sustentável impacta nos aspectos de qualidade e custos. A implementação de uma metodologia que exija planejamento de processos e gerenciamento de obra permitirá que os processos analíticos envolvidos na avaliação da sustentabilidade de um edifício tenham um desempenho melhor. Traz benefícios significativos, pois os mesmos permitem um pré-planejamento antecedente dos fatos que podem ocorrer com o passar do tempo.

### **5.2.5 Gestão de instalações – Gestão e manutenção - 7D**

A criação do modelo virtual é um dos objetivos da metodologia BIM, sendo ele o mais fiel e fidedigno da realidade trazendo a construção e o canteiro de obras a visualização correta do projetista. A dimensão 7D é usada para o rastreamento de dados importantes do ativo, tendo como seus principais objetivos a substituição simplificada e fácil de peças e reparos necessários a qualquer momento durante a vida útil de uma obra (MIKALDO, 2006).

## **5.3 Identificando interferências com BIM**

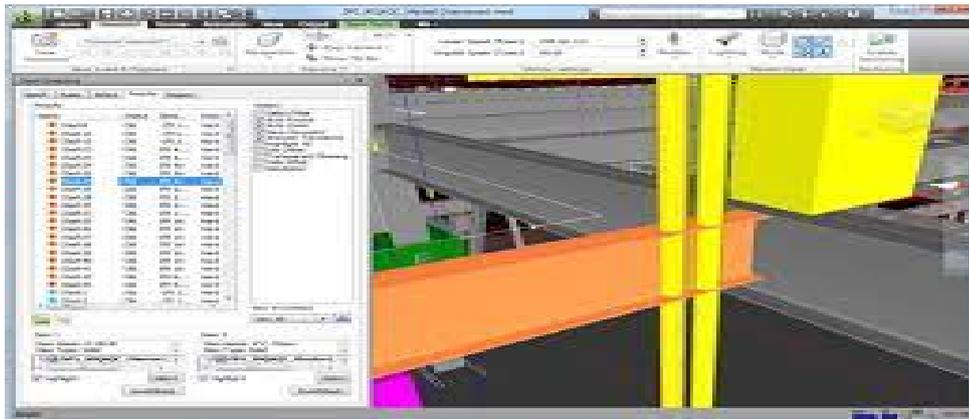
Mendes Júnior (2014), refere que a identificação de interferências utilizando modelos BIM, conhecida pelo termo em inglês *clash detection*, manifesta-se do fato que, por ser um modelo único de todos os projetos, a construção se dá em *softwares* distintos, utilizados especificamente cada um para sua função, e que na maioria das vezes não são do mesmo fabricante. Sendo assim, os formatos de arquivos de cada operacionalidade da obra é distinto, o que requer uma interoperabilidade para que a junção dos modelos não tenha percas e danos valiosos para a obra.

Durante a modelagem do projeto é o momento onde ocorre a identificação de interferências, no ato de junção dos objetos das diversas áreas do projeto. Vendo o fato de ser um ambiente tridimensional e paramétrico, as interferências e os erros são visualizados com maior facilidade, rapidez e agilidade, pois a possibilidade de criação de cortes e visões diversas em qualquer ponto do projeto, também auxilia na visualização de problemas, porém este fato não se aplica em projetos em CAD 2D. A

FIG. 09 traz um exemplo de uma pirâmide onde ela demonstra a detecção de conflitos e a prevenção de conflitos, exemplificando de maneira simples, porém de grande entendimento sobre a proporção de tal ferramenta dentro da metodologia (MENDES JÚNIOR, 2014).

Biotto (2015) menciona que os *softwares* modeladores trazem consigo ferramentas que permitem testes de conflitos. Há também programas de análise e gerenciamento que rodam testes de conflitos mais complexos, e que possibilitam ao projetista confrontar informações de elementos existentes, como por exemplo, realizar um teste confrontando vigas estruturais em concretos com as tubulações de passagem de água. Conforme demonstra a FIG. 06 abaixo onde ocorre essa interferência.

Figura 06: Confronto entre vigas estruturais em concretos e tubulações de passagem de água



Fonte: KIPDF (2011)

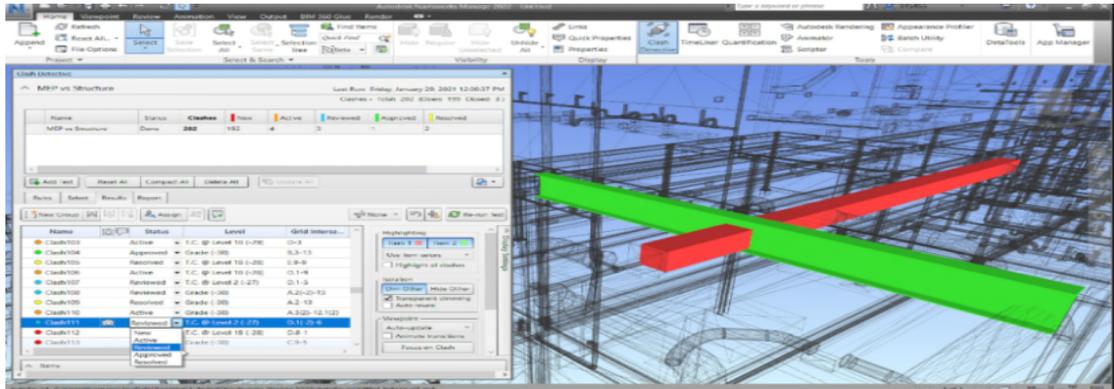
Eastman (2011) traz que os resultados obtidos em testes dependem do nível de detalhamento da obra apresentada, quanto mais rico em detalhes for o projeto, mais satisfatório será o teste de conflitos.

É possível classificar os conflitos encontrados na metodologia BIM em três tipos:

- *Hard Clash* – Acontece quando dois ou mais objetos ocupam o mesmo espaço, exigindo uma solução no nível geométrico, ou seja, realizando um novo

posicionamento. Ex: um tubo passando por uma viga; uma conexão elétrica colidindo com a tubulação hidráulica. Como por exemplo citado na FIG. 07 (COSTA, 2013).

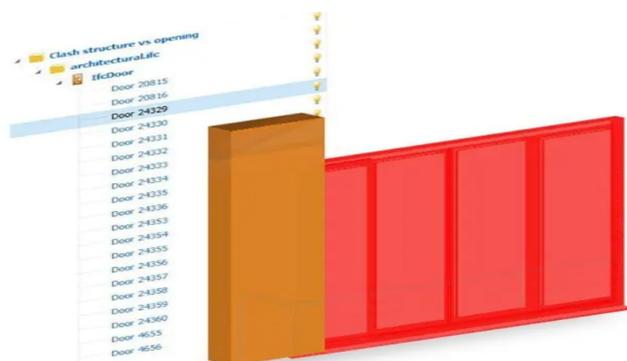
Figura 07: Exemplo de *Hard Clash*. Onde duas vigas não projetadas para se cruzar, acabam transpassando uma pela outra.



Fonte: Autodesk (2010)

• *Soft Clash* ou *Clearance Clash* – Conflitos que não apresentam a colisão física entre os objetos. Alerta uma proximidade excessiva entre os objetos que podem apresentar problemas futuros. Elementos que necessitam de tolerância espacial livre em um raio específico. Ex: placas de gesso necessitam de uma distância mínima para passagem de tubulações entre a laje e o forro. A FIG. 08 ilustra uma situação de *Soft Clash* em que uma janela entra em conflito de espaço com um pilar (COSTA, 2013).

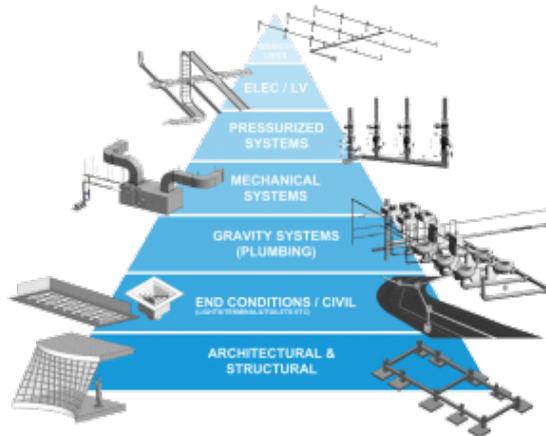
Figura 08: Exemplo de *Soft Clash*.



Fonte: ACCA software (2015)

- *Workflow Clash* ou *4D Clash* – É o conflito menos óbvio, sendo ele o conflito entre o fluxo de trabalho, é a interferência temporal e ocorre quando a instalação ou construção de dois objetos é projetada com uma sequência de tempo incorreta. Ex: conflitos dentro do canteiro de obras (COSTA, 2013).

Figura 09: Pirâmide detecção de conflitos x prevenção de conflitos



Fonte: Lodplanner (2017)

Durante (2013), expõe a utilização de *softwares* na identificação de interferências é uma das grandes vantagens na compatibilização usando a metodologia BIM, há programas de análises que cada categoria do projeto, seja testada de forma isolada, ou o projeto inteiro seja testado de uma só vez. Porém como todo processo, há também as identificações de interferências que não são relevantes e devem ser analisadas e verificadas quanto às mudanças necessárias, para que não acarretem em atrasos e desperdícios na fase executiva. É importante que os testes sejam feitos cautelosamente, utilizando filtros de informações relevantes permitindo o estudo correto do erro encontrado, levando em consideração a fase, na qual este erro ocorre e direcionando adequadamente o projetista responsável na solução da intercorrência identificada.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia BIM já é muito utilizada no Brasil, porém grande parte dos empreendedores tem receio quanto ao seu uso, visando à necessidade da utilização de recursos para treinamento da equipe de profissionais, quanto aos altos valores dos programas a serem utilizados e a incerteza de que estes irão trazer grandes lucros e resultados positivos para a empresa.

O objetivo principal deste trabalho foi apresentar a importância da compatibilização de projetos como parte integrante da metodologia BIM, evidenciando seus benefícios, o processo de verificação, as ferramentas disponíveis no mercado e como elas identificam as interferências entre projetos. Demonstrando assim que a compatibilização de projetos, baseada metodologia BIM, permite identificar todos os tipos de interferências, desde as mais simples até as mais complexas, sendo um processo confiável de rápida resolutividade de problemas e que permite a redução de ônus financeiro para as obras no que se refere a retrabalho, perda de material e atrasos no cronograma da obra.

É importante ressaltar que a interação entre os projetistas é um fator primordial, pois a equipe multidisciplinar é a fonte principal para que a obra saia bem sucedida. O treinamento em equipe, a discussão em grupo, o estudo da obra, a compatibilização de informações traz assim o perfeito funcionamento do projeto e a implementação do BIM em sua maior e excelente funcionalidade.

Pode-se considerar que a metodologia BIM é um fator promissor dentro das construções, em todo o ciclo de vida da edificação. Sendo que a detecção de erros e interferências é superior ao modelo tradicional antes utilizado, trazendo uma melhor visualização e oportunidades de informações do projeto.

Como todo *software* apresentam incoerências, é importante ressaltar que a metodologia demonstrada neste trabalho também é plausível de erros, estes devem ser vistos com cautela e direcionado a cada projetista referido, para que o mesmo possa filtrar com expertise e visualizar se este erro realmente é necessário de correção ou se caso o mesmo mantenha-se sem necessidade de atuação e terá que deixar em sua responsabilidade a fim de não atrapalhar o pleno desempenho da obra.

## REFERÊNCIAS

- AHANKOOB, Alireza et al. **Optimizing Construction Scheduling Through Use of Building Information Modeling in Construction Industry**. In: MANAGEMENT IN CONSTRUCTION RESEARCH ASSOCIATION, 2012, Malásia. Proceedings[...]. Malásia: Universiti Teknologi Malaysia, 2012. p. 166-171.
- ANDRADE, M. L. X.; RUSCHEL, R. G.. **Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do formato IFC**. Gestão & Tecnologia de Projetos, v.4, p.76-111, 2009.
- ÁVILA, V. M. **Compatibilização de projetos na construção civil: estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar**. 2011. 84 p. Monografia (Especialização em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- BIOTTO, C.; FORMOSO, C. T.; ISATTO, E. L.. **Uso de modelagem 4D e Building Information Modeling na gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção**. Ambiente Construído v. 15, n. 2, p. 79–96 , jun. 2015.
- BRITO, D. M. de; FERREIRA, E. de A. M. **Avaliação de estratégias para representação e análise do planejamento e controle de obras utilizando modelos BIM 4D**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 203-223, out./dez. 2015.
- CALLEGARI, S.; BARTH, F. **Análise comparativa da compatibilização de projetos em três estudos de caso**. Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFSC. Florianópolis, 2007.
- CARREIRÓ, Daniel Cardeal. **Aplicação da Metodologia BIM a um caso de estudo através do software Autodesk Navisworks**. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2017.
- CHEN, S. et al. **A framework for an automated and integrated project scheduling and management system**. Automation in Construction, v. 35, p. 89-110, 2013.
- COSTA, E. N. **Avaliação da Metodologia BIM para a compatibilização de projetos**. 2013. 84 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013
- DURANTE, F. K. **O uso da metodologia BIM (Building Information Modeling) para gerenciamento de projetos: GERENTE BIM**. 2013. 106 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011. 589 p.

EASTMAN, Chuck et al. **BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.

FERREIRA, E. de A. M. **Avaliação de estratégias para representação e análise do planejamento e controle de obras utilizando modelos BIM 4D**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 203-223, out./dez. 2015.

FILHO, Fernando de Holanda Barbosa. **A crise econômica de 2014/2017**. Estud. av. 31 (89) • Jan-Apr 2017.

GONÇALVES JR, Francisco. **BIM: Tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia**. Auto QI, 2018. Disponível em <  
<https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/>

GRAZIANO, F. P. **Compatibilização de Projetos**. 2003. 70 p. Dissertação (Mestrado Profissional) - Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo, São Paulo, 2003.

H.et al. **BIM-based construction scheduling method using optimization theory for reducing activity overlaps**. Journal of Computing in Civil Engineering,v. 29, n. 3, p. 04014048, 2013.

KIM, H. et al. **Generating construction schedules through automatic data extraction using open BIM (building information modeling) technology**.Automation in Construction, v. 35, p. 285-295, 2013.

KONIG, M. et al.**Intelligent BIM-based construction scheduling using discrete event simulation**. IEEE, 2012,p.1–12.

LEITE, F. **Towards Process-aware Building Information Modeling for Dynamic Design and Management of Construction Processes**. In: ANNUAL WORKSHOP OF THE EUROPEAN GROUP FOR INTELLIGENT COMPUTING IN ENGINEERING (EG-ICE), 19., 2012, Germany. Anais [...]. Herrsching, Germany: TechnischeUniversitätMünchen, 2012.

LI, H.et al. **Optimizing construction planning schedules by virtual prototypingenabled resource analysis**. Automation in construction, v. 18, n. 7, p. 912-918, 2009.

LIMA, C. C. N. A. **Autodesk Revit 2012: conceitos e aplicações**. São Paulo: Érica, 2011.

LIU, H.; AL-HUSSEIN, M.; LU, M. **BIM-based integrated approach for detailed construction scheduling under resource constraints**. Automation in Construction, v. 53, p. 29-43, 2015

LUKE, W. G. et al. **Uso de ferramentas BIM para o melhor planejamento de obras da Construção Civil**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 4., 2014, Ponta Grossa. Anais [...]. Ponta Grossa, 03-05 dez 2014.

MATTHEWS, J. et al. **Real time progress management: Re-engineering processes for cloud-based BIM in construction**. Automation in Construction, v. 58, p. 38-47, 2015.

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

MENDES JUNIOR, R. et al. **Integração da modelagem da informação da construção (BIM) com o planejamento e controle da produção**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Maceió. Anais [...]. Maceió, 12-14 nov 2014.

MIKALDO JÚNIOR, J. **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2D e 3D com uso de T.I.** 2006. 150 p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

MIRANDA, Rian das Dores de; SALVI, Levi. **Análises de tecnologia Bim no contexto da indústria da construção civil brasileira**. Revista científica Multidisciplinar Núcleo de Conhecimento, 2019. 79-98 p.v.7.

NASCIMENTO, A. F. **Atualização do processo BIM na construção brasileira**. São Paulo: Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP), 2014.

PEREIRA, Nilton de Jesus. **Utilização da tecnologia Bim no desenho arquitetônico: um estudo de caso**. Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2017.

PETRUCCI JÚNIOR, R. **Modelo para gestão e compatibilização de projetos de edificações usando engenharia simultânea e ISO 9001**. 2003. 84 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

PITAKE, S. A.; PATIL, D. S. **Visualization of construction progress by 4D modeling application**. International Journal of Engineering Trends and Technology, v. 4, n. 7, 2013.

RUSCHEL, R. C.; BIZELLO, S. A. Avaliação de sistemas CAD livres. In: KOWALTOWSKI, D. C. C. K., et al. **O processo de projeto em arquitetura da teoria à tecnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. p. 393 – 420

SAAD, M. et al. **A Suggested Solution to Improve the Traditional Construction Planning Approach**. Jordan Journal of Civil Engineering, v. 9, n. 2, 2015.

SANTOS, Eduardo Toledo et al. **Introdução de novas tecnologias: o caso do Bim em empresas de construção civil**. 2014.

SCHEER, S. **Modelagem da Informação da Construção BIM**. São Paulo: [s.n.], 2013. 55p

SILVA, Alisson Sousa da., **Utilização de software AutoCad como instrumento didático para a formação acadêmica no ensino de engenharia**. Revista Produção Industrial e Serviços – 2019.

SODRÉ, Wyllyam Washington Borges. **Tecnologia BIM: A importância do decreto 10306 na democratização da metodologia no país**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 06, Ed. 12, Vol. 07, pp. 66-85. Dezembro de 2021.

TSERNG, H.; HO, S.; JAN, S. **Developing BIM-assisted as-built schedule management system for general contractors**. Journal of Civil Engineering and Management, v. 20, n. 1, p. 47-58, 2014.

VILLANUEVA, Marina Miranda. **A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho das edificação**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

WANG, C. C.; CHIEN, O. **The Use of BIM in Project Planning and Scheduling in the Australian Construction Industry**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONSTRUCTION AND REAL ESTATE MANAGEMENT, 2014, Kunming, China. Proceedings[...]. Kunming, China: ASCE, 2014. p. 126-133.

WANG, W. et al. **Integrating building information models with construction process simulations for project scheduling support**. Automation in construction, v. 37, p. 68-80, 2014.

ZIMMERMANN. Cláudio C., e outros. **Importância do Ensino de Ferramentas de CAD no Desempenho dos Acadêmicos Perante as Disciplinas do Curso de Graduação em Engenharia Civil da UFSC**. Anais do XXXIV Congresso Brasileiro do Ensino de Engenharia – COBENGE – Passo Fundo/RS – 2006.