

# BIM aplicado a projetos de engenharia, com foco em incompatibilidades – Estudo de caso

André Luigui Bezerra Santos<sup>1</sup>, Sara de Oliveira Marques Luna<sup>2</sup>, Marcilene Vieira da Nóbrega<sup>3</sup>, Janielly Kaline de Oliveira Ferreira da Fé<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Estudante de Graduação, Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA – Campus Angicos  
R. Gamaliel Martins Bezerra, 59515-000, Rio Grande do Norte/Angicos, Brasil  
andreluiguibs@gmail.com

<sup>2</sup>Estudante de Pós-Graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN – Campus Natal  
Avenida Senador Salgado Filho, 59078-970, Rio Grande do Norte/Natal, Brasil  
marquessara95@hotmail.com

<sup>3</sup>Departamento de Engenharias, Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA – Campus Angicos  
R. Gamaliel Martins Bezerra, 59515-000, Rio Grande do Norte/Angicos, Brasil  
marcilenenobrega@ufersa.edu.br

<sup>4</sup>Departamento de Exatas, Tecnologias e Ciências Humanas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA – Campus Angicos  
R. Gamaliel Martins Bezerra, 59515-000, Rio Grande do Norte/Angicos, Brasil  
janielly.ferreira@ufersa.edu.br

**Resumo.** Durante muito tempo a elaboração de projetos de engenharia consistiu na utilização de diferentes plataformas, utilizando-se para a elaboração das plantas baixas, desenhos auxiliados por computador (CAD), de softwares estruturais, para dimensionar as estruturas e planilhas eletrônicas, para quantificar os materiais. Entretanto, a não centralização dos projetos e quantitativos acaba ocasionando a perda ou o aumento de informações durante o processo de quantificação, culminando no excesso ou na falta de material durante o processo construtivo. Além disso, devido aos projetos complementares não serem executados dentro de uma mesma plataforma diversos problemas quanto a compatibilidade entre os projetos surge durante a execução das obras. Como forma de gerar dados cada vez mais precisos as ferramentas de Modelagem/Modelação da Informação da Construção (BIM) surgem com um ambiente ideal para a modelagem de projetos e checagem de incompatibilidades. Neste trabalho será utilizada uma plataforma BIM, o Autodesk Revit®, para realizar um estudo de caso dos desenhos arquitetônicos e complementares de uma residência unifamiliar feito no Autodesk AutoCAD®, juntamente com o Autodesk Neviswork® para checagem das incompatibilidades entre os projetos. Comparando com os projetos já realizados de maneira convencional foi possível encontrar incompatibilidades entre elementos estruturais, instalações e estrutura.

**Palavras-chave:** Projetos de engenharia, BIM, Incompatibilidades.

## 1 Introdução

No modelo clássico de construção, os projetos arquitetônicos e complementares são elaborados em fases e softwares distintos. Nesse modelo, o profissional da arquitetura prepara todas as plantas, vistas e cortes em um software de desenho, como por exemplo o Autodesk AutoCAD®, para posteriormente equipes de engenheiros elaborarem os projetos complementares da obra, algo que normalmente ocorre em softwares diferentes dos utilizados pelos profissionais da arquitetura.

Em consequência do modelo clássico Eastman et. al. (2014) relata que a fragmentação dos projetos e a elaboração de maneira não conjunta ocasiona erros, omissões, custos imprevistos, atrasos e litígios judiciais. Além disso, o autor destaca que segundo um estudo publicado pelo *National Institute of Standards and Technology* (NIST), cerca de US\$ 15,8 bilhões foram gastos em 2002 com problemas nas construções dos Estados Unidos. Sendo parte desse dinheiro empregado para resolução de incompatibilidades, as quais se destacam condutas que interceptam tubulações de água, furos não programados nos elementos estruturais e orçamentos imprecisos, e outra parte para realizar a operação e manutenção (O & M) de obras mal executadas.

Como forma de contornar os problemas citados, surgem as ferramentas *Building Information Modeling* (BIM) ou Modelagem da Informação da Construção, que agora ao invés de se trabalhar com o fluxo de informação em ambientes distintos, todos os projetos serão elaborados de maneira colaborativa e a partir de um único modelo.

Sendo assim, o objetivo principal do trabalho é realizar um estudo de caso das incompatibilidades entre os projetos arquitetônico, estrutural, elétrico, sanitário e pluviométrico de uma residência unifamiliar plotada no Autodesk AutoCad®, utilizando o software BIM Autodesk Revit® para transcrever os projetos para três dimensões e o Autodesk Neviswork® para checagem das incompatibilidades.

## 2 Indústria da construção civil e a necessidade do *Building Information Modeling* (BIM)

Enquanto outros setores da economia avançaram tecnologicamente, o setor da construção pouco tem se utilizado de novas tecnologias dentro do canteiro de obras. Eastman et. al. (2014) destaca um estudo do *Center for Integrated Facility Engineering* (CIFE) o qual demonstra, a partir do Fig. 1, o quanto o setor construção civil perdeu produtividade se comparado a outras indústrias.

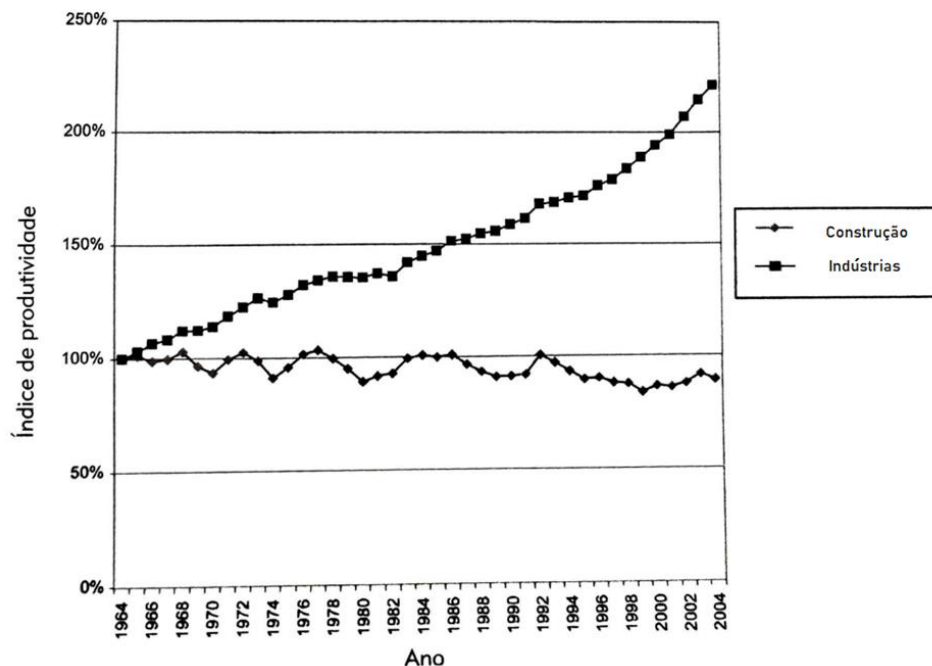


Figura 1. Produtividade do canteiro de obras da construção civil em comparação com outros ramos

Eastman et. al. (2014) explica que enquanto as indústrias aumentaram sua produtividade através de máquinas e novas tecnologias, o canteiro de obras, devido a mão de obra farta e salários baixos, pouco teve interesse em avançar tecnologicamente. Além disso, Alves et. al. (2019) destaca fatores como o custo elevado de implementação de novas tecnologias e a falta de treinamento como influências para o não avanço tecnológico.

Entretanto, com a popularidade dos softwares BIM, o empenho das empresas em oferecer versões acessíveis e pressões governamentais, como a aprovação do Decreto nº 10.306, de 2 de Abril de 2020 (que dá início a obrigatoriedade do BIM no Brasil), espera-se que os softwares BIM surjam para a essa década como uma maneira de contornar a baixa produtividade do canteiro de obras e evitar custos com incompatibilidades.

### 2.1 *Building Information Modeling* (BIM)

Diferente das ferramentas clássicas de desenho, as ferramentas BIM representam mais que simples plantas e desenhos em duas ou três dimensões. Segundo Kassem e Amorim (2015):

Enquanto no processo de projeto “clássico” imagina-se em 3D e representa-se em 2D, no projeto de BIM imagina-se em 3D e a representação é através de uma construção virtual comumente chamada de “modelo”. A representação em 2D, ainda necessária, é quase completamente automatizada, sendo complementada e integrada a bases de dados externas,

vinculada com especificações de requisitos de desempenho e outras informações que no processo de projeto anterior eram desconectadas entre si. (Kassem e Amorim (2015) p. 19)

Isto significa que diferente dos projetos clássicos, os quais eram concebidos em duas dimensões e executados em três, os projetos em BIM são concebidos e executados em três dimensões, sendo a representação das plantas, cortes, perspectivas e vistas obtidas automaticamente através dos modelos 3D.

## **2.2 O Autodesk Revit ®**

Dentre dos softwares BIM o Autodesk Revit® sem dúvida é um dos mais conhecidos. Para Cruz (2019) o Autodesk Revit® facilitou o desenvolvimento de projetos, trazendo mais precisão e agilidade para arquitetos e engenheiros. O programa se destaca pela sua ampla vastidão para modelação de projetos, sendo capaz de criar nele modelos elétricos, hidráulicos, estruturais e arquitetônicos.

## **2.3 O Autodesk Neviswork ® e a necessidade do seu uso**

A utilização do BIM, em sua totalidade, requer um nível de detalhe gigantesco. Computadores com 12 gigabytes de memória RAM, processadores intel de 7ª geração e memória de vídeo de 2 gigabytes ainda assim não são capazes de rodar totalmente uma única disciplina de projeto.

Utilizando como exemplo uma residência com dois pavimentos e bem detalhada no Revit®, a medida que os seguintes detalhes vão sendo inseridos: baldrame; regularização do terreno; contrapiso; estrutura; paredes; pisos; acabamentos; madeiramento; telhas e muito mais; A apresentação do modelo no software passa a apresentar engasgos, ou melhor, bugs. Caso outras disciplinas fossem elaboradas dentro desse mesmo modelo os bugs poderiam ser ainda maiores.

Para explicar a fundo a origem desse erro Eastman et. al. (2014) relata que muitas ferramentas BIM, normalmente, não possuem meios para gerenciar um projeto espalhado em múltiplos arquivos, ou seja, com muitos detalhes. Além disso, o autor destaca que por se tratar de um software baseado em memória, todos os arquivos inseridos no modelo são carregados simultaneamente e caso ele se torne grande demais para a memória do computador, a memória virtual do dispositivo é utilizada, resultando em lentidão. Sendo assim, o Autodesk Neviswork® surge como uma ferramenta essencial para contornar esse problema e permitir que os projetos sejam elaborados em diferentes arquivos e posteriormente agrupados para checagem das incompatibilidades.

# **3 Materiais e Métodos**

## **3.1 Descrição do projeto da edificação utilizada**

O projeto utilizado nesse artigo trata-se de uma edificação unifamiliar (residência), composta por dois pavimentos e executada na cidade de Natal-RN. O projeto elétrico está separado em dois quadros de distribuição, sendo um para cada pavimento, o sanitário e o pluviométrico contendo os principais pontos de escoamento de água da edificação e o estrutural separado com todas as plantas e dimensões das vigas, pilares e lajes. Todas as plantas baixas foram extraídas do Autodesk Autocad®.

## **3.2 Procedimento de utilização do BIM na concepção dos projetos da edificação estudada (etapas realizadas)**

Na montagem do modelo arquitetônico, os componentes que fazem parte do projeto foram previamente definidos no Revit®, tendo sido importado ou criado no arquivo todas as esquadrias, alvenarias e materiais. É importante destacar que nesse modelo o acabamento arquitetônico foi desconsiderado, sendo utilizado apenas os materiais brutos no projeto.

A primeira etapa de modelagem consistiu em definir a alvenaria para posteriormente realizar todo o detalhamento quanto a esquadrias e pisos. A Figura 2 demonstra o modelo arquitetônico montado no Revit ® para a edificação estudada.

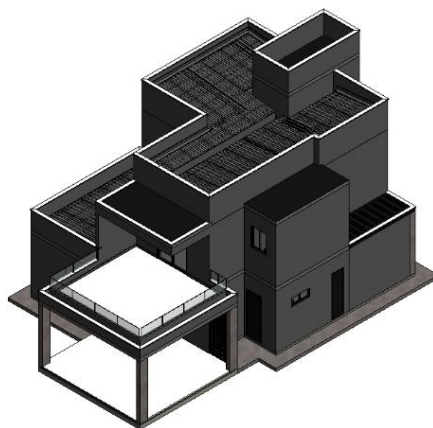


Figura 2. Modelo Arquitetônico no Revit ®

A partir do modelo arquitetônico outro arquivo foi gerado no Revit® para que a arquitetura pudesse ser vinculada. Tendo feito a transcrição da estrutura sobre a arquitetura, o vínculo foi removido para que apenas o modelo estrutural permanecesse no arquivo (Fig. 3).

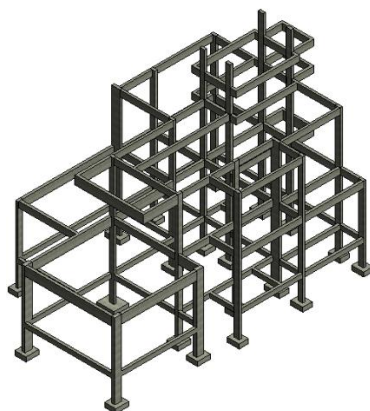


Figura 3. Modelo Estrutural

Como forma de garantir uma melhor análise no Neviswork® o modelo da arquitetura apresentado na Fig. 2 foi previamente compatibilizado com a estrutura da Fig. 3, resultando no modelo da Fig. 4.

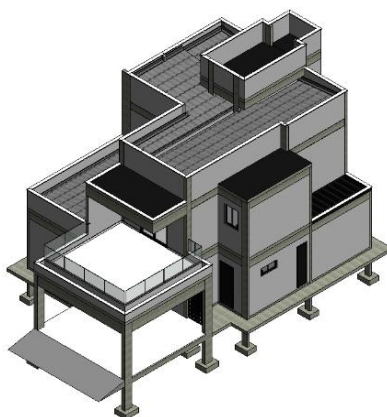


Figura 4. Modelo Estrutural mais Arquitetônico

Seguindo para os projetos elétricos, sanitários e pluviométricos, o processo de vinculação foi repetido e os modelos das Fig. 5 e 6 foram criados.

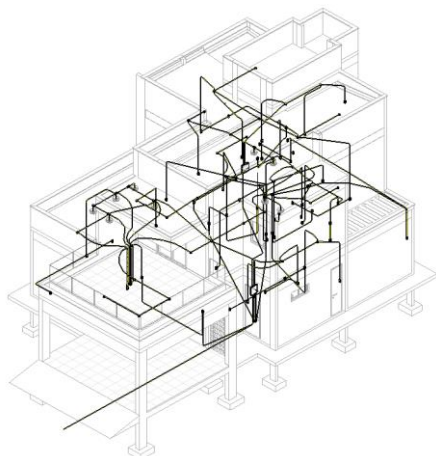


Figura 5. Modelo Elétrico

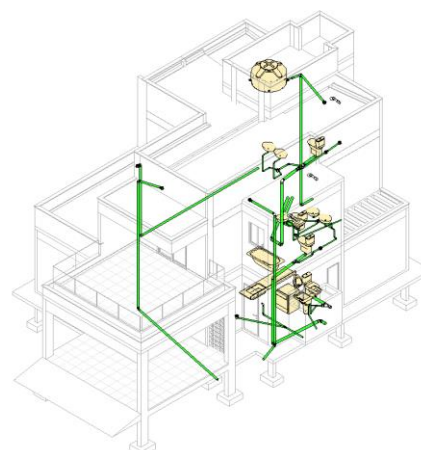


Figura 6. Modelo Sanitário e Pluviométrico

### 3.3 Inserção dos projetos no Neviswork®

Na geração dos relatórios de possíveis incompatibilidades os modelos arquitetônico e complementares foram agrupados no Neviswork® e a ferramenta *Crash Detection* foi utilizada para o registro das possíveis interferências entre os projetos. Nesse trabalho foram feitas as seguintes análises: elétrico, pluviométrico e sanitário; arquitetônico e estrutural; arquitetônico, estrutural e elétrico; arquitetônico, estrutural, pluviométrico e sanitário.

## 4 Resultados e Discussões

### 4.1 Incompatibilidades entre os projetos elétrico, sanitário e pluviométrico

Verificando as incompatibilidades entre os projetos elétrico, sanitário e pluviométrico (Fig. 7) percebeu-se que mesmo utilizando software CAD os dois projetos foram bem desenhados. Ao realizar a análise apenas cinco incompatibilidades entre os projetos foram encontradas. Sendo quatro incompatibilidades pela interceptação de conduítes em tubulações e uma pelo encontro da tomada com o chuveiro. Por se tratar de simples incompatibilidades, o engenheiro executor do projeto pode optar por resolvê-los durante a execução da obra ou então realizar a alteração dos projetos antes da execução.

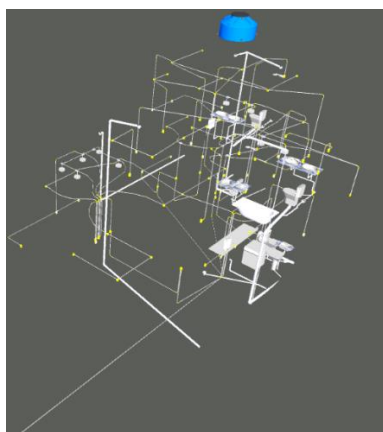


Figura 7. Coordenação do projeto elétrico com o sanitário e pluviométrico

### 4.2 Incompatibilidades entre os projetos estrutural e arquitetônico

Primeiramente, algumas considerações necessitam serem feitas. Ao coordenar e analisar as incompatibilidades entre todos os elementos de um projeto arquitetônico e estrutural alguns erros como pisos que

ultrapassam milímetros de uma viga, vigas que adentram milímetros em pilares ou até a união entre rodapés podem gerar incompatibilidades que se somadas a análise resultaram em mais de 1000 conflitos entre os projetos. Sendo assim, realizou-se a checagem das incompatibilidades entre os pilares, esquadrias, telhados e vigas, com a finalidade de impedir que erros simples entrem na contagem da análise.

Ao realizar o teste concluiu-se que dois erros foram gerados por pilares que interceptaram vidraças (Fig. 8-a), um erro por pilar adentrando telhado (Fig. 8-b), dois erros entre pilares e portas (Fig. 8-c) e um erro por viga interceptando janela (Fig. 8-d).

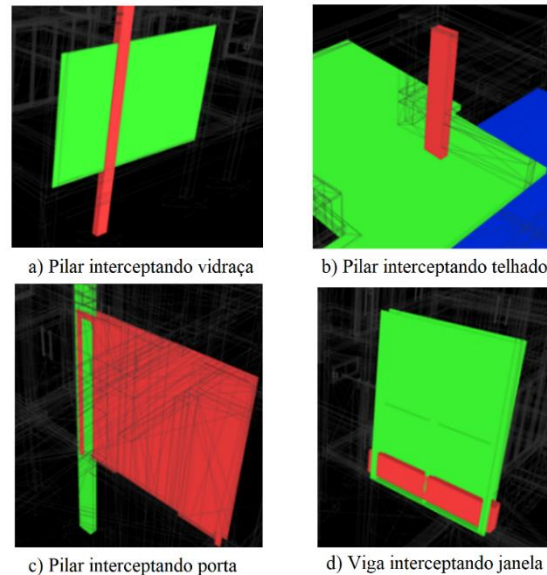


Figura 8. Imagens de incompatibilidade geradas no Autodesk Neviswork ®

#### 4.3 Incompatibilidade entre os projetos arquitetônico, estrutural, elétrico, sanitário e pluviométrico

Na análise conjunta dos projetos arquitetônico, estrutural e elétrico as seguintes incompatibilidades foram encontradas: 27 quanto a vigas que interceptaram conduítes; 1 entre janela e conduítes; 1 entre porta e conduíte; 8 entre pilares e conduítes.

Quanto ao arquitetônico, estrutural, sanitário e pluviométrico as seguintes incompatibilidades foram encontradas: 20 tubulações interceptando vigas; 8 tubulações interceptando pilares.

Além das incompatibilidades anteriores destaca-se um erro visual que foi encontrado na garagem (Fig. 9), na dispensa e no banheiro térreo, tubulações visíveis.

Outra incompatibilidade encontrada foi entre o projeto estrutural e arquitetônico, mais precisamente na caixa d'água, nesse erro o projeto estrutural possuía formas diferentes da arquitetônica.

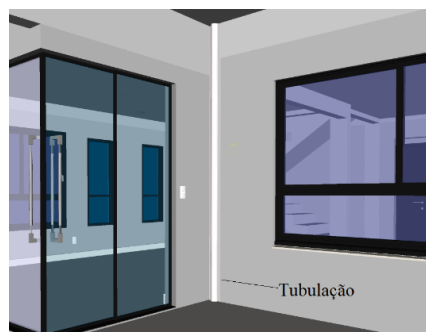


Figura 9. Tubulação visível na garagem.

Ao analisar o somatório de todas as incompatibilidades concluiu-se através da Fig. 10 que 79% dos conflitos encontrados foram resultantes do encontro das instalações da residência com os elementos estruturais. Como proposta para resolução dos problemas indica-se a abertura de shafts, para as tubulações, e estudo sobre uma

centralização dos conduítes para evitar menos conflitos com as vigas. Recomenda-se ainda que as incompatibilidades sejam analisadas novamente posteriormente a resolução dos problemas.

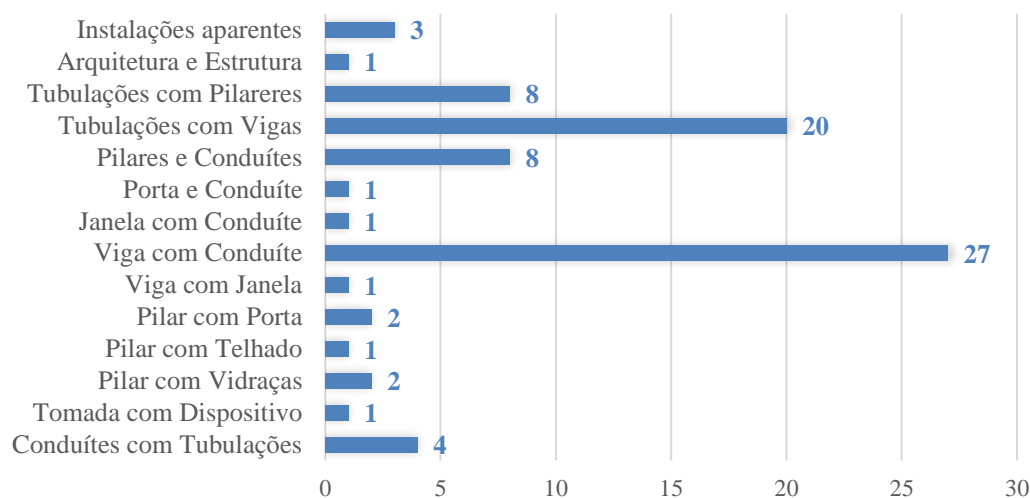


Figura 10. Relatório das incompatibilidades.

## 5 Conclusões

Com a realização do trabalho percebeu-se o quanto a construção civil necessita avançar tecnologicamente para um melhor desempenho das edificações. Além disso, com a análise das incompatibilidades entre todas as disciplinas do projeto constatou-se o quanto o método de representação em duas dimensões necessita ser reformulado e trocado por softwares que permitam a utilização do BIM.

Notou-se ainda que uma das maiores dificuldades quanto a representação dos projetos 2D está na etapa de imaginação do projeto final em 3D, pois, uma enorme quantidade de tempo foi gasta para a transcrever o 2D para o 3D.

Verificou-se ainda o quanto uma comunicação prévia entre todos os projetistas de uma edificação é importante, já que caso os modelos estivessem dentro de uma mesma plataforma e em 3D, menos incompatibilidades seriam geradas.

Concluiu-se também o quanto o setor da construção civil está refém da utilização de supercomputadores para uma melhor usabilidade dos softwares BIM, pois, mesmo que o projetista esteja utilizando desse tipo de tecnologia, pouco adianta se a sua utilização não for acompanhada por um computador veloz.

Como trabalhos futuros sugere-se o estudo sobre a orçamentação 100% em BIM, fazendo um paralelo entre os projetos arquitetônicos, elétrico, hidráulico e estrutural para a elaboração de um modelo com alta realidade.

## Referências

- [1] EASTMAN, Chuck, et al. Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Bookman, 2014.
- [2] ALVES, Kamila Martinelli, et al. 2019. Estudo de caso de implementação e compatibilização em BIM. XI Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído (SBQP).
- [3] KASSEM, Mohamad; AMORIM, Sergio R. leusin de. 2015. **BIM: building information modeling no brasil e na união europeia**. <http://sectordialogues.org/sites/default/files/acoes/documentos/bim.pdf>. Acesso em 22/03/2020.
- [4] CRUZ, Talita. 2019. O que é Revit?. Entenda como o programa otimiza o tempo e cria projetos mais completos. [https://www-vivadecora-com-br.cdn.ampproject.org/v/s/www.vivadecora.com.br/pro/tecnologia/revit/amp/?usqp=mq331AQIKAGwASDAAQE%3D&\\_js\\_v=0.1#aoh=15849049273187&\\_ct=1584905006802&csi=1&referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com&\\_tf=Fonte%3A%20%251%24s&share=https%3A%2F%2Fwww.vivadecora.com.br%2Fpro%2Ftecnologia%2Frevit%2F](https://www-vivadecora-com-br.cdn.ampproject.org/v/s/www.vivadecora.com.br/pro/tecnologia/revit/amp/?usqp=mq331AQIKAGwASDAAQE%3D&_js_v=0.1#aoh=15849049273187&_ct=1584905006802&csi=1&referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com&_tf=Fonte%3A%20%251%24s&share=https%3A%2F%2Fwww.vivadecora.com.br%2Fpro%2Ftecnologia%2Frevit%2F). Acesso em 21/03/2020.
- [5] PEDROSO, Kenny Rogers de Aguiar; PICCININI, Angela Costa. Compatibilização de projetos utilizando ferramentas BIM (Biuilding Information Modeling) – Estudo de Caso. Artigo de graduação, Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2016.
- [6] TEKLA®. O que é BIM? <https://www.tekla.com/br/sobre/o-que-%C3%A9-bim>. Acesso em 22/03/2020.