



**INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS**  
**CAMPUS MACEIÓ**  
**CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**THIAGO SANTOS DE OLIVEIRA**

**ESTUDO DO GERENCIAMENTO DE PROJETOS ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DA  
METODOLOGIA BIM: ANÁLISES DE PROJETOS E AS POSSÍVEIS  
CONTRIBUIÇÕES ACADÊMICAS NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DO  
CAMPUS MACEIÓ**

**MACEIÓ, AL**

**2022**

THIAGO SANTOS DE OLIVEIRA

ESTUDO DO GERENCIAMENTO DE PROJETOS ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DA  
METODOLOGIA BIM: ANÁLISES DE PROJETOS E AS POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES  
ACADÊMICAS NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DO CAMPUS MACEIÓ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Engenharia Civil do Instituto  
Federal de Alagoas, Campus Maceió, como requisito  
parcial para obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia Civil.

Orientador(a): Prof. Dr. Vinícius Dantas

Coorientador: Prof. Me. Alexandre Cunha Machado

MACEIÓ, AL

2022



**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**  
**Instituto Federal de Alagoas**  
**Campus Maceió**  
**Biblioteca Benevides Monte**

---

O48a\_ Oliveira, Thiago Santos.  
Estudo do gerenciamento de projetos através da utilização da metodologia BIM : análise de projetos e as possíveis contribuições acadêmicas no Curso de Engenharia Civil do Campus Maceió / Thiago Santos Oliveira. - 2022.  
67 f. : il.

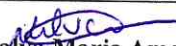
Orientação: Prof. Dr. Vinícius Dantas.  
Co-orientação: Prof. Me. Alexandre Cunha Machado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) -  
Instituto Federal de Alagoas, Campus Maceió, Maceió, 2022.

Arquivo no formato digital em PDF do trabalho acadêmico.

1. BIM. 2. Engenharia Civil – Ensino-aprendizagem. 3. Modelagem da informação da construção. I. Título.

CDD: 690

---

  
Naiva Maria Amaral  
Bibliotecária – CRB-4/989

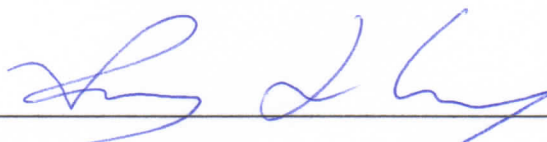
THIAGO SANTOS DE OLIVEIRA

ESTUDO DO GERENCIAMENTO DE PROJETOS ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DA  
METODOLOGIA BIM: ANÁLISES DE PROJETOS E AS POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES  
ACADÊMICAS NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DO CAMPUS MACEIÓ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Engenharia Civil do Instituto  
Federal de Alagoas, *Campus Maceió*, como requisito  
parcial para obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia Civil.

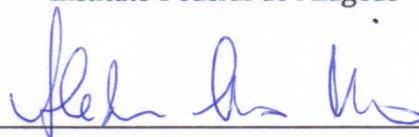
Aprovado em: 28/06/2022

**BANCA EXAMINADORA:**



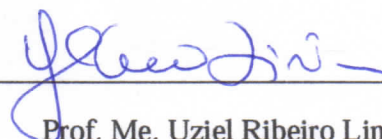
Prof. Dr. Vinicius Dantas (Orientador)

Instituto Federal de Alagoas - IFAL



Prof. Me. Alexandre Cunha Machado

Instituto Federal de Alagoas - IFAL



Prof. Me. Uziel Ribeiro Limeira

Instituto Federal de Alagoas - IFAL

Dedico este trabalho aos meus pais, Eliezer e Márcia, que sempre me apoiaram e me incentivaram a buscar o melhor.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, a Deus por ter me dado saúde e sabedoria para concluir mais uma etapa na minha vida.

Aos meus pais, Eliezer e Márcia, e meu irmão, Felipe, por todo apoio e incentivo.

À minha namorada Renata, por sempre se manter ao meu lado torcendo sempre pelo meu sucesso.

Ao Prof. Dr. Vinícius Dantas e ao Prof. Me. Alexandre Cunha Machado por terem aceitado a missão de me orientar na elaboração deste trabalho.

À todos os professores do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Alagoas – Campus Maceió que contribuíram de forma significativa na minha formação profissional.

Aos amigos que fiz no decorrer desses anos e que me proporcionaram diversos momentos alegres e que se uniram ainda mais nos momentos difíceis do curso.

“A arte de ‘engenharia’ consiste em transformar números, cálculos, fórmulas e desenhos em realidade.”

(Júlio Ap.)

## RESUMO

A inserção do BIM, tanto no meio profissional, como no universo acadêmico, é um caminho necessário a ser trilhado. O mundo tem se modernizado e no setor da construção civil não será diferente. Cada vez mais as empresas buscam se adaptar as novas metodologias de trabalho e, para isso, necessitam de profissionais altamente capacitados. Diante disso, as Instituições de Ensino Superior (IES) tem um papel fundamental, pois é preciso que haja uma forma de integrar as disciplinas a fim de incluir o BIM no processo de ensino-aprendizagem para preparar esses alunos para trabalharem com os novos softwares e se adaptem a mudança de fluxo de trabalho, que envolve a colaboração e a interoperabilidade. Entretanto, apesar dos inúmeros benefícios que a Modelagem da Informação da Construção oferece e a crescente necessidade de mão de obra qualificada, esse novo método ainda encontra algumas barreiras no seu processo de implantação. Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo oferecer uma proposta de intervenção no processo de ensino-aprendizagem do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Alagoas – Campus Maceió, através do uso da plataforma BIM. Ademais, tem-se como finalidade o estudo sobre a utilização dos softwares que utilizam a metodologia BIM, com o objetivo de buscar apresentar o potencial dessas ferramentas no desenvolvimento de projetos e gerenciamento de uma obra. Para isso, foram utilizados dois métodos: a elaboração de projetos para demonstrar o poder do *Building Information Modeling* e a análise da literatura e dos componentes curriculares através de um método que tem como o objetivo identificar disciplinas que possuam interface com essa nova metodologia.

**Palavras-chave:** BIM; Ensino-aprendizagem; Modelagem da Informação da Construção; Building Information Modeling.

## **ABSTRACT**

The insertion of BIM, both in the professional environment and in the betting universe, is a necessary path to be followed. The world has been modernized and the civil construction sector will be no different. Each time the new work methodologies seek to adapt as new work methodologies, highly professional and for companies. In view of this, Higher Education Institutions (HEIs) have a fundamental role, as there needs to be a way to integrate as disciplines in order to include BIM in the teaching-learning process to prepare these students to work with the new software and adapt to a changing workflow, which involves collaboration and interoperability. However, there are still several benefits that Building Information Modeling offers and the growing need for selected labor, this new method is not your construction process. In this way, the present study aims to offer a proposal for intervention in the learning process of the Civil Engineering course at the Federal Institute of Alagoas - Campus Maceió, through the use of the BIM platform. In addition, it aims to study the use of software that uses the BIM methodology, with the objective of developing the potential of projects for the presentation and management of a work. For this, two methods were used: the elaboration of projects to demonstrate the power of Building Information Modeling and the analysis of the literature and of the curricular components through a method that aims to identify disciplines that have an interface with this new methodology.

**Keywords:** BIM; Teaching-learning; Building Information Modeling.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Metodologia utilizada na concepção do projeto .....	16
Figura 2 - Troca de informações entre o método sequencial e o método integrado.....	18
Figura 3 - Projeto de drenagem de um loteamento .....	23
Figura 4 - Plataforma de construção modelada no Revit .....	26
Figura 5 - Composição das paredes .....	27
Figura 6 - Material para pintura externa da residência.....	28
Figura 7 - Telhado.....	29
Figura 8 - Pisos dos ambientes da residência .....	30
Figura 9 - Paredes cortina da sala de estar .....	31
Figura 10 - Download do plug-in no site da TQS.....	31
Figura 11 - Exportação do arquivo em RTQ .....	32
Figura 12 - Parâmetros para modelagem estrutural no TQS .....	32
Figura 13 - Vista 2D dos elementos estruturais .....	33
Figura 14 - Vista 3D dos elementos estruturais .....	34
Figura 15 - Avisos e erros no TQS .....	34
Figura 16 - Modelo estrutural exportado para o Revit .....	35
Figura 17 - Vista 3D .....	38
Figura 18 - Planta baixa elétrica .....	39
Figura 19 - Quantitativo de materiais.....	40
Figura 20 - Quantitativo de condutores em metros .....	40
Figura 21 - Diâmetros de entrada e saída do vaso sanitário .....	41
Figura 22 - Diâmetros das tubulações.....	42
Figura 23 - Vista 3D do sistema hidráulico.....	43
Figura 24 - Diâmetros mínimos das tubulações das saídas dos aparelhos sanitários.....	44
Figura 25 - Vista 3D dos sistemas de esgoto e pluvial.....	45
Figura 26 - Projetos estrutural, elétrico e hidrossanitário.....	46
Figura 27 - Relatório de interferências (Estrutural - Hidrossanitário) .....	46
Figura 28 - Janela de interferências do Revit .....	47
Figura 29 - Tubulação do sifão do lavatório do banheiro cortando a viga.....	48
Figura 30 - Registro da coluna de água fria da área de serviço dentro do pilar.....	48
Figura 31 - Novo caminho da tubulação através do contrapiso.....	49
Figura 32 - Nova posição da coluna de água fria da área de serviço .....	50
Figura 33 - Desvios na tubulação de ventilação .....	51
Figura 34 - Eletroduto atravessando pilar .....	52
Figura 35 - Eletroduto com passagem pelo solo .....	52
Figura 36 - Eletrodutos atravessando vigas baldrame.....	53
Figura 37 - Nova disposição dos eletrodutos.....	53
Figura 38 - Desvio realizado no eletroduto .....	54
Figura 39 - Utilização de softwares nas aulas .....	56
Figura 40 - Aplicabilidade do BIM pelos professores entrevistados .....	57
Figura 41 - Modelo do sistema de representação utilizado para registrar as análises realizadas em relação à adoção do BIM no currículo .....	59

Figura 42 - Fluxograma de componentes curriculares com possíveis aplicações do BIM.....	60
Figura 43 - Exemplos das análises realizadas.....	61

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição dos materiais adotados no projeto arquitetônico .....	24
Quadro 2 - Informações adotadas no projeto estrutural .....	24
Quadro 3 - Informações adotadas no projeto elétrico .....	25
Quadro 4 - Informações adotadas no projeto elétrico .....	25
Quadro 5 - Circuitos e disjuntores .....	37

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1</b>	<b>Geral.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2</b>	<b>Específicos .....</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
<b>5.1</b>	<b>Modelagem da Informação da Construção (BIM) .....</b>	<b>17</b>
<b>5.2</b>	<b>BIM no contexto acadêmico .....</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>O BIM NO MERCADO DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....</b>	<b>23</b>
<b>6.1</b>	<b>Projeto Arquitetônico.....</b>	<b>25</b>
6.1.1	Plataforma de construção.....	26
6.1.2	Paredes .....	26
6.1.3	Telhado.....	28
6.1.4	Piso .....	29
6.1.5	Esquadrias .....	30
<b>6.2</b>	<b>Projeto Estrutural.....</b>	<b>31</b>
6.2.1	Exportação do arquivo do Revit para o TQS.....	31
6.2.2	Configuração das dimensões dos pilares e vigas.....	32
<b>6.3</b>	<b>Projetos Complementares.....</b>	<b>35</b>
6.3.1	Projeto elétrico.....	35
6.3.2	Projeto hidrossanitário .....	40
<b>6.4</b>	<b>Compatibilização dos Projetos.....</b>	<b>45</b>
<b>7</b>	<b>O BIM NA EDUCAÇÃO.....</b>	<b>55</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>63</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>65</b>
	<b>APÊNDICE A – ANÁLISE DOS COMPONENTES CURRICULARES DO PPC DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL .....</b>	<b>67</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Em concordância com a evolução tecnológica do mundo e com a exigência por obras mais rápidas, econômicas e sustentáveis, o setor da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) tem buscado progredir no uso de novas tecnologias no desenvolvimento e planejamento de projetos. Dessa forma, o BIM (*Building Information Modeling*) já é uma realidade que atrai, cada vez mais, profissionais que buscam se manter sempre atualizados devido às altas demandas do mercado de trabalho.

Segundo Eastman (2014), BIM pode ser definido como uma metodologia de trabalho que engloba profissionais do setor AEC na concepção de um modelo virtual preciso, que produz uma base de dados que possui informações topológicas e elementos necessários para elaboração de um orçamento, cálculo energético e estimativa da quantidade de insumos que serão utilizados, além de prever ações a serem realizadas em todas as etapas da obra.

Devido aos benefícios apresentados pelo BIM quando comparado às práticas atuais, foram criados dois decretos pelo governo brasileiro que tem como objetivo inserir o BIM, cada vez mais, no cenário nacional, são eles: Decreto nº 9.983/2019 e Decreto nº 10.306/2020. O primeiro substituiu o Decreto nº 9.377/2018 e dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM e institui o Comitê Gestor da Estratégia do *Building Information Modeling*.

Além disso, o segundo decreto estabelece a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal.

Ademais, no âmbito educacional, o Ministério da Educação reformulou as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) do Curso de Graduação em Engenharia em 2019 (Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019), que posteriormente, em 2021, sofreu alteração em seu artigo 9º, parágrafo 1º, através da Resolução nº 1, de 26 de março de 2021. Essas mudanças buscam melhorar e adaptar o curso em questão às necessidades do mercado de trabalho contemporâneo. Algumas das mudanças presentes nas novas DCNs foram a flexibilidade no currículo, formação por competências em vez de uma formação por meio de conteúdos, foco na realização de atividades práticas, inserção de metodologias de aprendizagem ativa, a fim de promover uma educação mais centrada no aluno, interdisciplinaridade, entre outros.

Entretanto, as empresas e as Instituições de Ensino Superior ainda encontram dificuldades na adoção do BIM no Brasil. Entre esses obstáculos, estão a falta de profissionais com conhecimentos e habilidades para trabalhar com os *softwares* de forma integrada, a

resistência cultural e a necessidade de revisão nos processos de trabalhos, a carência de investimentos em treinamentos acadêmicos e profissionais, entre vários outros motivos.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo discorrer sobre duas vertentes: uma profissional, através da elaboração e apresentação de projetos de uma edificação e de uma obra de infraestrutura, e uma de cunho educacional, que busca contribuir para a inserção do BIM no curso de Engenharia Civil por meio da realização de uma pesquisa entre os docentes e discentes do curso em estudo do Instituto Federal de Alagoas, *Campus Maceió*.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Apresentar o potencial do uso das ferramentas BIM no desenvolvimento e gerenciamento de projetos no setor da construção civil, além de propor uma intervenção no processo de ensino-aprendizagem do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Alagoas – Campus Maceió, através do uso dessa nova metodologia nas disciplinas de projeto do curso em questão.

### **2.2 Específicos**

- Apresentar as vantagens da utilização do BIM;
- Identificar as potencialidades do uso do BIM no curso de Engenharia Civil do IFAL – Campus Maceió;
- Apresentar ferramentas BIM que possam ser utilizadas nas disciplinas que compõem o curso;
- Desenvolver um projeto modelo a fim de demonstrar o uso do BIM através de uma visão profissional;
- Contribuir no processo de elaboração de um Plano de Introdução do BIM no curso de Engenharia Civil do IFAL, Campus Maceió.

### 3 JUSTIFICATIVA

Diante do cenário atual e das constantes mudanças tecnológicas, em todos os setores, que o mundo tem passado, o BIM ganhará cada vez mais espaço na indústria da construção civil e, para se manter dentro desse mercado é preciso estar em uma busca constante por novos métodos de trabalho, além de estar muito bem capacitado. Por isso, o conhecimento dos softwares de modelagem e gerenciamento de obras se faz necessário para todos os profissionais que desejam se destacar.

Segundo Justi (2008), o BIM oferece diversas vantagens competitivas quando comparado com os métodos de elaboração e gerenciamento de projetos usados atualmente, tais como: maior velocidade na entrega (economia de tempo); melhor coordenação (menos erros nos desenhos); diminuição de custos; maior produtividade usando um único modelo digital; trabalho com maior qualidade; novas oportunidades de receita e negócios; mais foco no projeto; redução do retrabalho.

Além das empresas e dos profissionais, as universidades e outros centros educacionais também precisam passar por mudanças para se adequar a modernização do processo de elaboração, planejamento e execução de uma edificação ou uma obra de infraestrutura.

Conforme Barison e Santos (2012), a partir do ano de 2003, o ensino do BIM começou a ser introduzido internacionalmente nos cursos da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção, contudo essa prática se fortaleceu entre os anos de 2006 e 2009. Isso ocorreu devido a uma determinação do mercado de trabalho, que buscava profissionais capacitados para elaborar e gerenciar projetos em conceito BIM.

Dessa forma, o foco dado ao presente trabalho justifica-se pelo entendimento da necessidade de haver uma evolução, tanto das práticas no mercado de trabalho, como do processo de ensino-aprendizagem nas Instituições de Ensino Superior (IES). Além disso, espera-se contribuir para que haja a inserção do BIM nas práticas de ensino do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Alagoas.

## 4 METODOLOGIA

A metodologia de trabalho desenvolvida para este estudo foi dividida em três etapas. Na primeira etapa foi realizada uma análise bibliográfica de diversos trabalhos que tratam da mesma temática, a fim de se obter informações sobre as ferramentas BIM, bem como suas vantagens e desvantagens. Além disso, buscou-se obter uma visão da Modelagem da Informação da Construção tanto no ensino, como no mercado de trabalho.

Assim, na segunda etapa, foi efetuado um estudo de caso através do desenvolvimento de projetos a partir da utilização de *softwares* BIM, como o TQS e o Revit. Com a utilização dessas ferramentas, foi possível elaborar os projetos arquitetônico, elétrico, hidrossanitário e estrutural. Os três primeiros projetos foram desenvolvidos com o uso do Revit, o qual é uma ferramenta desenvolvida pela empresa norte-americana Autodesk, que também é a desenvolvedora do *software* bidimensional AutoCAD, bastante utilizado em todo o mundo. Já o segundo, foi elaborado pela empresa brasileira TQS, fundada em 1986. Essa empresa cria, desenvolve e comercializa ferramentas para a elaboração de projetos estruturais.

Ainda na segunda fase, após a finalização dos projetos, foi realizada a compatibilização dos mesmos, com o objetivo de localizar interferências e resolvê-las.

A figura 2 apresenta os passos, de forma geral, que foram utilizados para a realização do projeto.

Figura 1 - Metodologia utilizada na concepção do projeto



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Por fim, na terceira e última etapa realizou-se uma análise dos dados obtidos por Machado (2021) em sua pesquisa com docentes do Instituto Federal de Alagoas – Campus Maceió, além da utilização do método elaborado por Checcucci (2014), conforme será apresentado no decorrer deste trabalho. Essa metodologia consiste na investigação de componentes curriculares que possuem uma relação com o BIM, mesmo que dependa do foco dado pelo professor.

## 5 REFERENCIAL TEÓRICO

### 5.1 Modelagem da Informação da Construção (BIM)

Os registros dos primeiros passos para a concepção de ferramentas computacionais com o objetivo de inserir o computador no processo de elaboração de projetos começam na década de 1960. Já em 1982, a empresa de tecnologia Autodesk lança um dos *softwares* de criação de projetos mais conhecidos e utilizados até os dias atuais, o AutoCAD. Apesar do lançamento recente da ferramenta da Autodesk, ainda na década de 1980 já se iniciaram os primeiros esforços para a criação de *softwares* ainda mais avançadas, com foco na modelagem tridimensional (ZARDO; MUSSI; SILVA, 2020).

Em 1986, Roberth Aish apresentou, em seu artigo chamado “*Three-dimensional Input and Visualization*”, a primeira utilização documentada do termo *Building Modeling* no sentido usado atualmente. Após isso, em 1992, os professores G.A van Nederveen e F. Tolman, promoveram uma variação no termo apresentado por Aish em seu artigo “*Automation in Construction*” para o termo *Building Information Modeling* ou BIM (GONÇALVES, 2018).

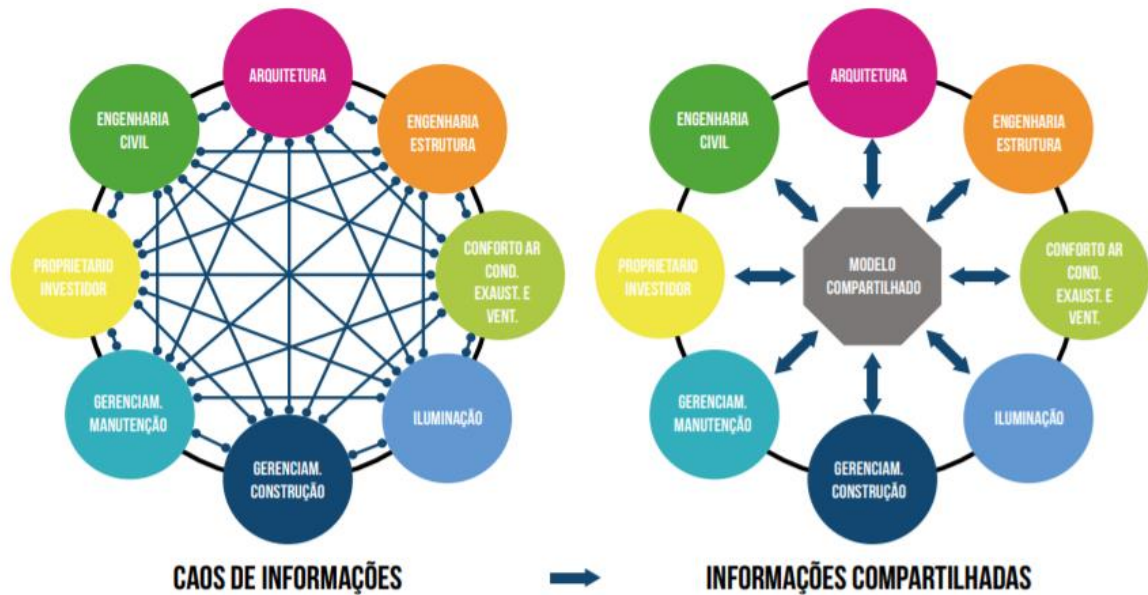
O BIM pode ser definido como:

um conjunto de informações e processos que, juntos, formam uma metodologia para coordenar o procedimento de projetar uma edificação ou instalação e analisar o seu desempenho e gerenciar seus dados através de plataformas digitais (baseadas em objetos virtuais) durante todo o seu ciclo de vida. (CATELANI, 2016, p. 22)

A modelagem paramétrica, ao contrário da representação bidimensional, é orientada ao objeto e compreende relações paramétricas entre diferentes componentes itens, os quais permitem efetuar ajustes de forma automática nas mais diversas instâncias projetuais. Além disso, possibilita a produção de modelos tridimensionais interdisciplinares, de forma concomitante, muito próximos dos aspectos reais da futura edificação (ZARDO; MUSSI; SILVA, 2020).

Dessa forma, o fluxo de informações que compõem o projeto, que antes eram de forma sequencial e, muitas vezes, desordenada, passam a ter uma organização, o que melhora o fluxo de trabalho dos contribuintes e minimiza a perda de das informações. A figura 2, a seguir, demonstra o fluxo de trabalho entre o método sequencial e o método integrado, utilizado no BIM.

Figura 2 - Troca de informações entre o método sequencial e o método integrado



Fonte: Catelani (2016)

Ademais, além da melhora no *workflow* de uma empresa, o BIM traz diversas outras vantagens. De acordo com Zardo, Mussi e Silva (2020), algumas das principais vantagens do uso dessas tecnologias digitais são:

- Antecipação da resolução de problemas durante o processo de projeto;
- Automatização da representação, quantitativos e compatibilização de interferências;
- Análise e previsão de desempenho;
- Simulação de condições reais e desenvolvimento de protótipos;
- Clareza de dados e detalhamento;
- Redução de dúvidas e erros de execução;
- Redução do desperdício de materiais e investimentos.

Conforme Abreu et al. (2020), as modificações tecnológicas fornecem ferramentas de análise e de compartilhamento de dados em todas as etapas, o que evita adversidades como a interpretação de forma equivocada de projetos e a falta de compatibilização entre as diferentes áreas envolvidas.

Diante disso, o Governo Federal criou medidas, através de decretos, para que a Modelagem da Informação da Construção esteja inserida cada vez mais no dia a dia dos profissionais do setor AEC. O decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019, dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM e institui o Comitê Gestor da Estratégia do

*Building Information Modeling* e tem como finalidade promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no país. Além disso, o decreto define diversos objetivos para a Estratégia BIM BR. Alguns desses objetivos são:

- Difundir o BIM e seus benefícios;
- Coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM;
- Estimular a capacitação em BIM;
- Desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para a adoção do BIM;
- Desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional do BIM.

Além do mais, foi criado, também, o decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020. Esse decreto traz como um de seus pontos principais a forma gradual de implementação das novas tecnologias no país, através de três fases:

I - primeira fase - a partir de 1º de janeiro de 2021, o BIM deverá ser utilizado no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia, referentes a construções novas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de grande relevância para a disseminação do BIM, nos termos do disposto no art. 10 [...];

II - segunda fase - a partir de 1º de janeiro de 2024, o BIM deverá ser utilizado na execução direta ou indireta de projetos de arquitetura e engenharia e na gestão de obras, referentes a construções novas, reformas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de grande relevância para a disseminação do BIM, nos termos do disposto no art. 10 [...];

III - terceira fase: a partir de 1º de janeiro de 2028, o BIM deverá ser utilizado no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia e na gestão de obras referentes a construções novas, reformas, ampliações e reabilitações, quando consideradas de média ou grande relevância para a disseminação do BIM, nos termos do disposto no art. 10 [...]. (BRASIL, 2020, p.2)

Entretanto, assim como apresenta inúmeras vantagens, o BIM ainda enfrenta muitos desafios no que diz respeito a sua implementação nas formas de trabalho das empresas e profissionais do Brasil. De acordo com Zardo, Mussi e Silva (2020), entre as principais dificuldades estão a falta de profissionais com conhecimentos, competências e habilidades necessárias, resistência cultural e pragmatismo de profissionais e empresas quanto à nova mentalidade, necessidade de investimento em treinamento acadêmico e profissional, complexidade das ferramentas, entre outros.

À vista disso, pode-se observar que, apesar de já ser bastante utilizado em outros países, o BIM ainda caminha a passos lentos no Brasil devido a resistência cultural e intelectual, além da falta de qualificação por parte dos trabalhadores do setor AEC. Segundo Gonçalves (2018),

na Finlândia, pioneira no uso dessas tecnologias, a Modelagem da Informação da Construção é utilizada desde 2001. Além disso, desde 2011 é obrigatório o uso do BIM em projetos públicos na Holanda.

## 5.2 BIM no contexto acadêmico

A evolução do mercado de trabalho e a necessidade crescente por profissionais cada vez mais capacitados faz com que seja necessário que as Instituições de Ensino Superior (IES) repensem os Planos Políticos Pedagógicos dos cursos e incluam o BIM nas suas grades curriculares. Conforme Checcucci, Pereira e Amorim (2014), é notório que há um progresso nas discussões sobre essa temática nas IES, que a princípio concentravam-se nas vantagens e desvantagens do BIM e agora buscam debater sobre pontos como colaboração e interdisciplinaridade nas etapas de projeto, porém ainda nota-se que essa inserção nos cursos ainda esteja no início.

Ainda sobre o papel das Instituições de Ensino Superior, Leal (2019) afirma:

A indústria da construção civil brasileira passa por uma fase de transição do modelo tradicional de projeto em *Computer-Aided Design* (CAD) para o projeto mediado pela Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling* - BIM). Com isso, há um encadeamento natural de adequação dos profissionais à nova metodologia de trabalho e, conseqüentemente, surge a necessidade de capacitá-los. Uma vez que as universidades possuem o papel de formar a nova geração da indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção), torna-se inevitável a adequação da grade curricular dos cursos.

É possível afirmar, ainda, que o ensino do BIM nas universidades não tem como objetivo apresentar apenas uma ferramenta de aprendizagem, mas influenciar a metodologia de elaboração de um projeto e, assim, possibilitar a interdisciplinaridade e fortalecer a educação fundamentada em competências (BATISTELLO; BALZAN; PEREIRA, 2019).

Nesse contexto, com o objetivo de propiciar melhoras no processo de ensino-aprendizagem dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo, o Ministério da Educação aprovou a Resolução nº 1, de 26 de março de 2021, que institui as novas Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, promovendo alterações nos Art. 9º, § 1º da Resolução CNE/CES 2/2019 e no Art. 6º, § 1º da Resolução CNE/CES 2/2010. Dessa forma, a atual Resolução passou a ter a seguinte redação do Art. 9º:

Art. 9º Todo curso de graduação em Engenharia deve conter, em seu Projeto Pedagógico de Curso, os conteúdos básicos, profissionais e

específicos, que estejam diretamente relacionados com as competências que se propõe a desenvolver. A forma de se trabalhar esses conteúdos deve ser proposta e justificada no próprio Projeto Pedagógico do Curso.

§ 1º Todas as habilitações do curso de Engenharia devem contemplar os seguintes conteúdos básicos, dentre outros: Administração e Economia; Algoritmos e Programação; Ciência dos Materiais; Ciências do Ambiente; Eletricidade; Estatística. Expressão Gráfica; Fenômenos de Transporte; Física; Informática; Matemática; Mecânica dos Sólidos; Metodologia Científica e Tecnológica; Química; e Desenho Universal. (BRASIL, 2021)

Ademais, essa Resolução traz, também, a necessidade de as universidades promoverem aulas com práticas, a fim de melhorar o processo de ensino-aprendizagem:

§ 3º Devem ser previstas as atividades práticas e de laboratório, tanto para os conteúdos básicos como para os específicos e profissionais, com enfoque e intensidade compatíveis com a habilitação da engenharia [...] (BRASIL, 2021)

Entretanto, o ensino do BIM nas IES ainda encontra dificuldades. Checcucci, Pereira e Amorim (2014) afirmam que alguns dos principais impasses para a implementação da nova plataforma tecnológica, tanto no ensino como na prática profissional, são a dificuldade vinculada, os altos valores das ferramentas computacionais e as inúmeras finalidades a que se propõe.

Para Andrade (2018), a dificuldade de inserção da Modelagem da Informação da Construção no ensino superior brasileiro é devido a necessidade de incorporação de disciplinas que antes eram ensinadas de formas isoladas e a mudança de mentalidade por parte dos docentes, a fim de que haja uma colaboração e uma capacitação para a mudança dos métodos empregados para ensinar os discentes.

Como formas de inserção do BIM nas universidades, Succar (2009) afirma que esse processo não ocorre de forma instantânea, mas de modo gradual, seguindo estágios de desenvolvimento. Esses estágios são divididos em três (SUCCAR, 2009; RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013):

- Estágio 1 – destaque para a modelagem paramétrica, ou seja, nessa etapa o trabalho ainda ocorre de forma individual, apenas com foco na utilização dos softwares;
- Estágio 2 – destaque para o processo colaborativo, no qual ocorre a interdisciplinaridade com a troca de informações entre os colaboradores envolvidos, porém ainda de forma assíncrona;

- Estágio 3 – destaque para o trabalho de criação compartilhada da edificação de forma síncrona, a fim de analisar possíveis interferências entre os projetos das disciplinas que compõem o setor AEC.

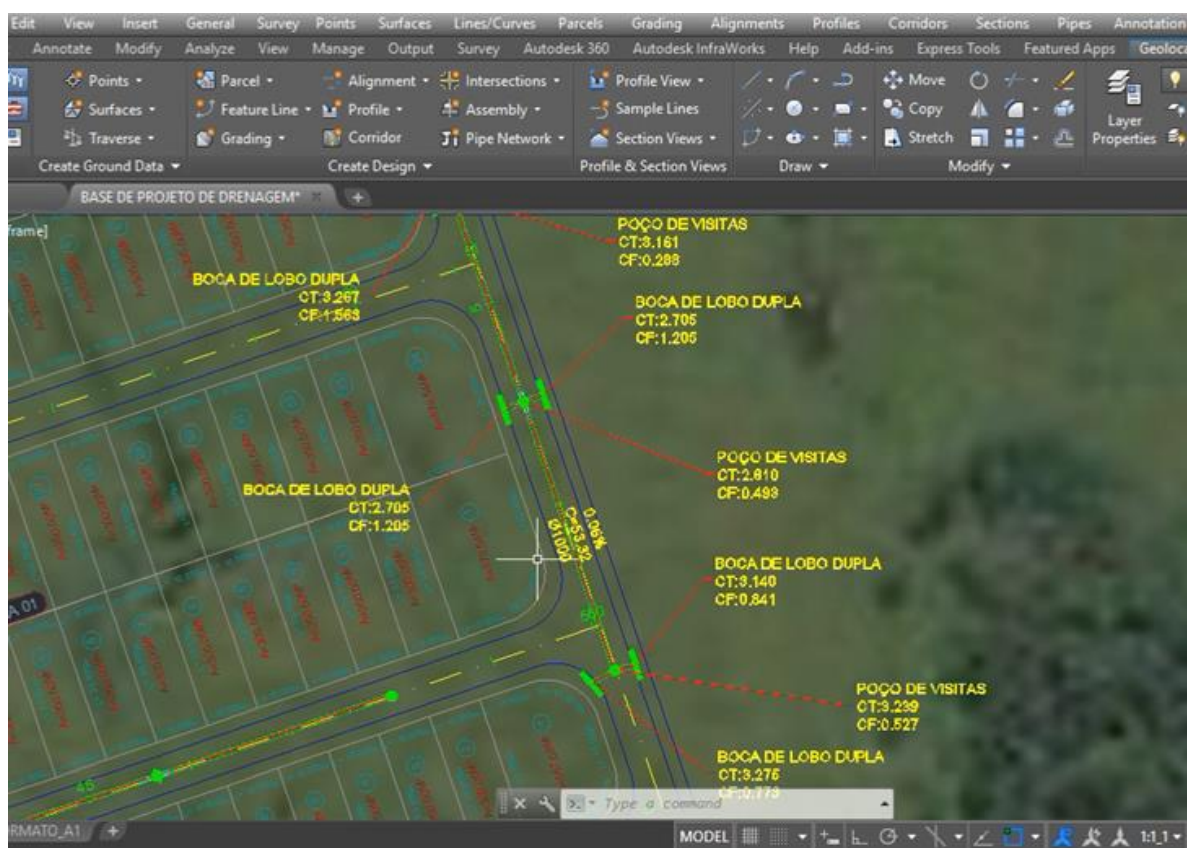
Por fim, outro método desenvolvido com o objetivo de contribuir no processo de implantação das ferramentas BIM nas Instituições de Ensino Superior foi o proposto por Checcucci (2014), no qual a autora busca identificar as disciplinas que possam ter uma correlação com o *Building Information Modeling*. A técnica criada consiste no preenchimento dos retângulos, de acordo com a relação entre a disciplina e o BIM, área de conhecimento, etapa do ciclo de vida da edificação que pode ser trabalhada e disciplina de projeto que pode ser utilizada a plataforma tecnológica (SERIDÓ, 2021). Além disso, é utilizada uma gradação de cores que se inicia no branco, que representa que a disciplina não tem interface com o BIM, até um tom mais escuro, que significa que a disciplina tem total relação com a plataforma (CHECCUCCI, 2014).

## 6 O BIM NO MERCADO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A Modelagem da Informação da Construção é uma das grandes e novas tecnologias que têm sido empregadas com cada vez mais frequência no setor da construção civil. Para isso, existem alguns *softwares* capazes de realizar projeções e dimensionamentos de forma simples e automática, o que facilita e torna as possibilidades de erros cada vez menores.

Diante disso, o BIM pode ser utilizado na concepção de projetos de duas vertentes diferentes: infraestrutura e edificações. Na primeira, tem-se como um exemplo da utilização, a aplicação da modelagem paramétrica no desenvolvimento de projetos de drenagem e sistemas de esgotamento de um loteamento. A figura 3 apresenta um modelo de um projeto de drenagem de um loteamento através da utilização do *software* Civil 3D, com a indicação das peças que compõem o sistema e a inclinação das tubulações.

Figura 3 - Projeto de drenagem de um loteamento



Fonte: Tutorial Cursos EAD (2022)

Entretanto, para a realização do presente trabalho, foi escolhido demonstrar o potencial do BIM no mercado da construção civil através da elaboração de um projeto voltado a segunda

vertente citada, no qual foram desenvolvidos os projetos arquitetônico, estrutural, elétrico, hidrossanitário e pluvial. Essa atividade teve como objetivo apenas a demonstração do processo de criação dos projetos e troca de informações entre os *softwares* de uma forma didática, sem qualquer pretensão de uma possível execução.

Dessa forma, para a elaboração desses projetos, foram adotados valores e informações de acordo com os quadros 1, 2, 3 e 4.

Quadro 1 - Descrição dos materiais adotados no projeto arquitetônico

PROJETO ARQUITETÔNICO			
	MATERIAL/SERVIÇO	INFORMAÇÕES	OBSERVAÇÕES
CONTRAPISO	Concreto, Faixa de areia/cimento	Espessura: 4 cm	Material pré-definido no Revit
PISO SALA E QUARTOS	Madeira	Piso laminado	Material pré-definido no Revit
PISO COZINHA E BANHEIRO	Porcelanato	Dimensões: 30x30 cm	Material criado pelo projetista
CAMADAS DAS PAREDES	Tijolo Cerâmico	Dimensões: 9x14x19 cm	Características dos materiais foram adotadas de acordo com o gosto do projetista
	Chapisco	Espessura: 0,50 cm	
	Emboço	Espessura: 1,75 cm	
	Reboco	Espessura: 0,50 cm	
Pintura	Espessura: 0,25 cm		
JANELÕES DA SALA DE ESTAR	Alumínio e Vidro	Parede tipo cortina	Objeto pré-definido no Revit
EQUADRIAS	Janelas: Alumínio Portas: Madeira	Janelas com 4 folhas (1,20x2,00m) e portas de 70, 80 e 90cm	Material com características pré-definidas de acordo com a sua família
TELHADO	Telhado, Azulejo	Inclinação: 40%	Material pré-definido no Revit

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Quadro 2 - Informações adotadas no projeto estrutural

PROJETO ESTRUTURAL		
	ADOTADO	OBSERVAÇÕES
CLASSE DO CONCRETO	C25	Informação adotada pelo projetista apenas para demonstração do processo de elaboração do projeto, sem qualquer motivo específico
AGRESSIVIDADE DO AMBIENTE	Classe II (Moderada - urbana)	Informação adotada pelo projetista apenas para demonstração do processo de elaboração do projeto, sem qualquer motivo específico
PILARES	Dimensões: 15x25 cm	Valor adotado pelo projetista para fins didáticos de demonstração do lançamento da estrutura
VIGAS	Dimensões: 15x25 cm	Valor adotado pelo projetista para fins didáticos de demonstração do lançamento da estrutura
FUNDAÇÃO	Tipo: Sapatas	Informação adotada pelo projetista apenas para demonstração do processo de elaboração do projeto, sem qualquer motivo específico

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Quadro 3 - Informações adotadas no projeto elétrico

PROJETO ELÉTRICO		
	ADOTADO	OBSERVAÇÕES
<b>SISTEMA</b>	Bifásico 127/220V	Informação adotada pelo projetista apenas para demonstração do processo de elaboração do projeto, sem qualquer motivo específico
<b>ELETRODUTOS</b>	Diâmetro: 25 mm	Material pré-definido no template adquirido para o Revit
<b>QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO</b>	Quadro Slim de 12 disjuntores	Tamanho do quadro de disjuntores escolhida pelo projetista com base no número de circuitos e espaços reservas para disjuntores

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Quadro 4 - Informações adotadas no projeto elétrico

PROJETO HIDROSSANITÁRIO E PLUVIAL		
	ADOTADO	OBSERVAÇÕES
<b>ÁGUA FRIA</b>	Tubo soldável de 20 mm de diâmetro	Diâmetro adotado devido as entradas das peças hidrossanitárias já estarem pré-definidas no template adquirido com o diâmetro de 20 mm
<b>ESGOTO</b>	Vaso sanitário: d = 100 mm / i = 1%	Utilizados valores mínimos de diâmetro e inclinações estabelecidos pela NBR 8160:1999
	Lavatórios: d = 40 mm / i = 2%	
	Ralos: d = 50 mm / i = 2%	
<b>ÁGUAS PLUVIAIS</b>	d = 75 mm	Diâmetro mínimo estabelecido pela norma

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

## 6.1 Projeto Arquitetônico

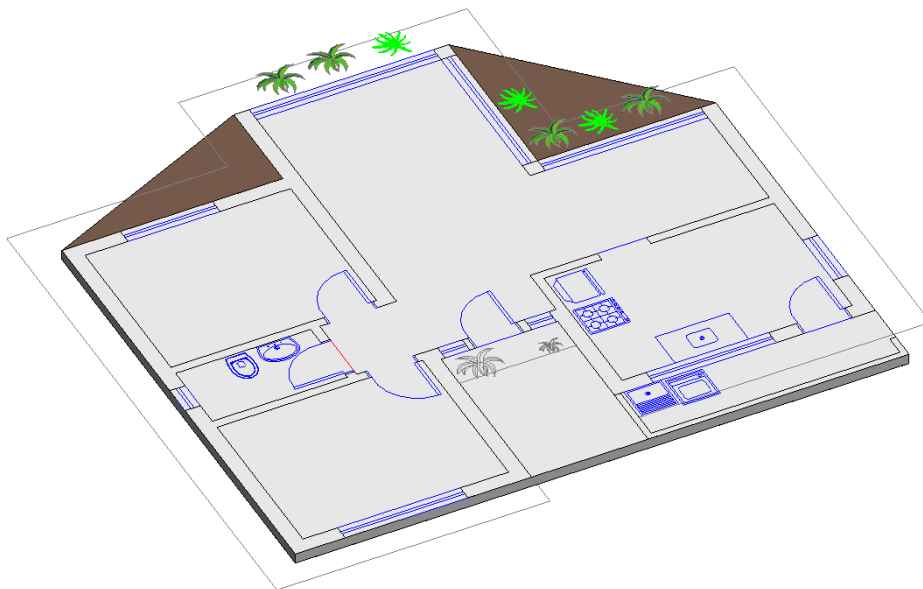
Primeiramente, foi realizada uma pesquisa na internet para encontrar uma planta baixa em formato .dwg. Após isso, importou-se o arquivo encontrado no site “Meia Colher” para o Revit e deu-se início a modelagem.

O projeto desenvolvido foi de uma residência unifamiliar, apenas com pavimento térreo, de aproximadamente 70m<sup>2</sup>, com o objetivo de demonstrar a utilização dos softwares e a troca de informações entre os mesmos de uma forma didática.

### 6.1.1 Plataforma de construção

O primeiro passo efetuado após a importação do arquivo para o Revit foi a criação de plataforma de construção com o objetivo de delimitar a área da planta baixa da edificação, visto que para começar a modelagem da edificação, o Revit exige que seja criada essa plataforma. Além disso, o material escolhido para a composição dessa laje de piso foi o concreto moldado *in loco* que já é uma das opções apresentadas pelo *software*. A figura 4 demonstra a realização da plataforma.

Figura 4 - Plataforma de construção modelada no Revit



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

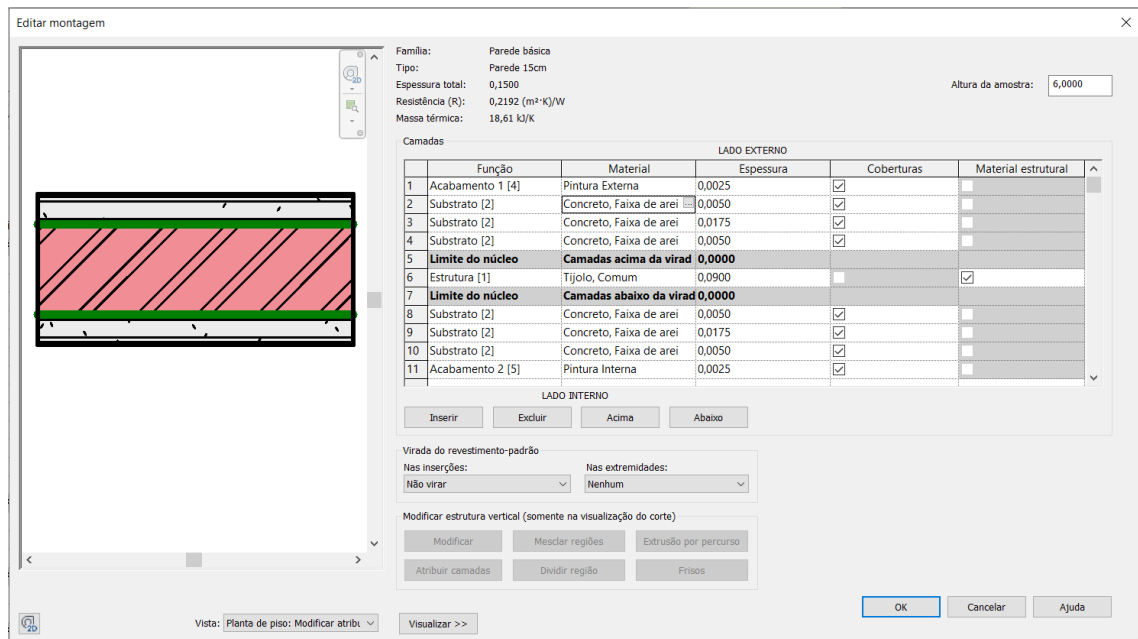
### 6.1.2 Paredes

Após a modelagem da plataforma, partiu-se para a determinação dos materiais que formariam as paredes. Para a criação das camadas que compõem as paredes foram adotados os seguintes materiais:

- Tijolo – 9cm de espessura;
- Chapisco – 0,5cm de espessura;
- Emboço – 1,75cm de espessura;
- Reboco – 0,5cm de espessura;
- Pintura – 0,25cm de espessura.

Dessa forma, totalizou-se um total de 15cm de espessura para as paredes, visto que o chapisco, o emboço, o reboco e a pintura estão presentes nos dois lados da alvenaria. A figura 5 mostra como é feita a elaboração da composição das paredes e suas respectivas espessuras e materiais.

Figura 5 - Composição das paredes

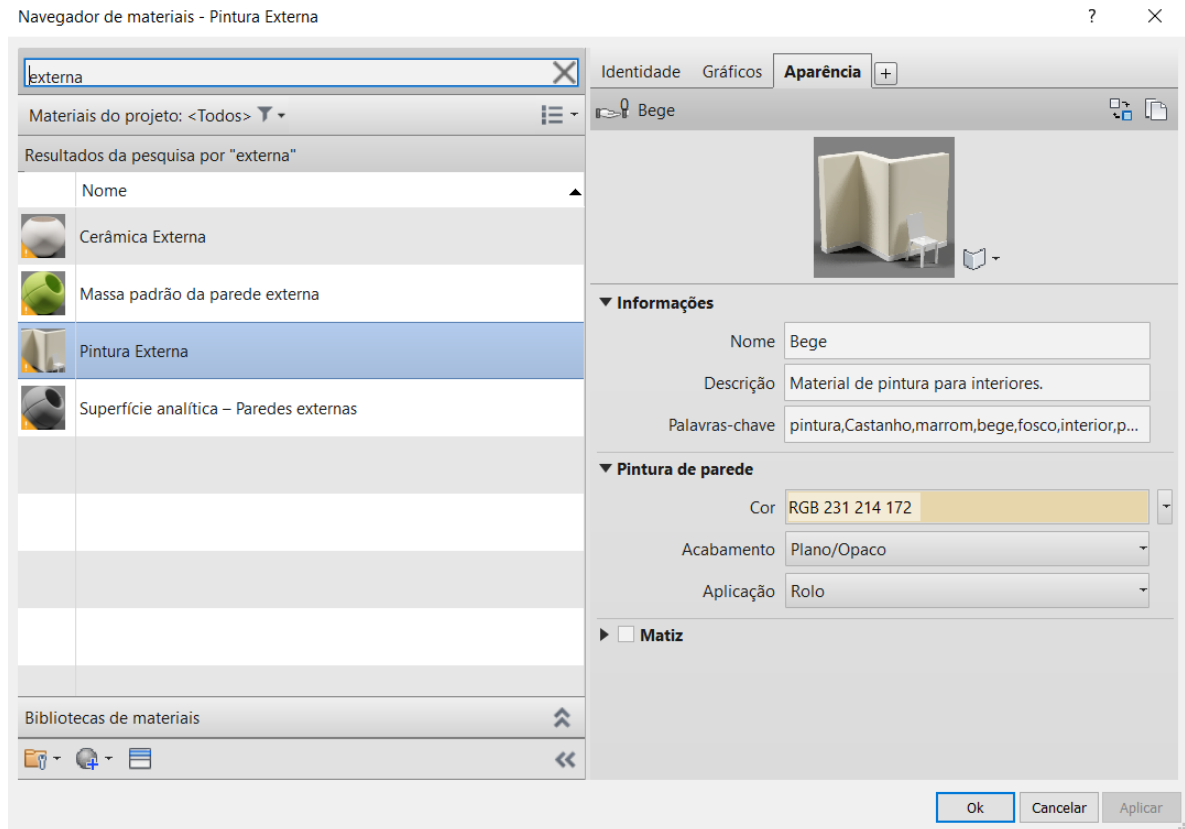


Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Conforme apresentado na figura anterior, pode-se observar as camadas presentes na parede da edificação, onde as camadas acima da estrutura de tijolo comum, vistas de baixo para cima, representam o chapisco, emboço, reboco e pintura externa, respectivamente. O mesmo ocorre para as camadas abaixo do núcleo “Tijolo Comum”, porém os materiais são indicados de cima para baixo, com início no chapisco e final na pintura interna.

No caso da pintura, também foi necessária a criação dos materiais para aplicação na composição das paredes. Para a pintura interna, foi escolhida a cor marfim com brilho e o método de aplicação escolhido foi através de pintura com rolo. Já para a área externa, optou-se pela cor bege fosca, também com aplicação por rolo, conforme mostra a figura 6. Ambos os materiais utilizados já estão presentes no *software* utilizado e foram selecionados de acordo com o gosto do projetista, sem haver nenhum motivo específico.

Figura 6 - Material para pintura externa da residência

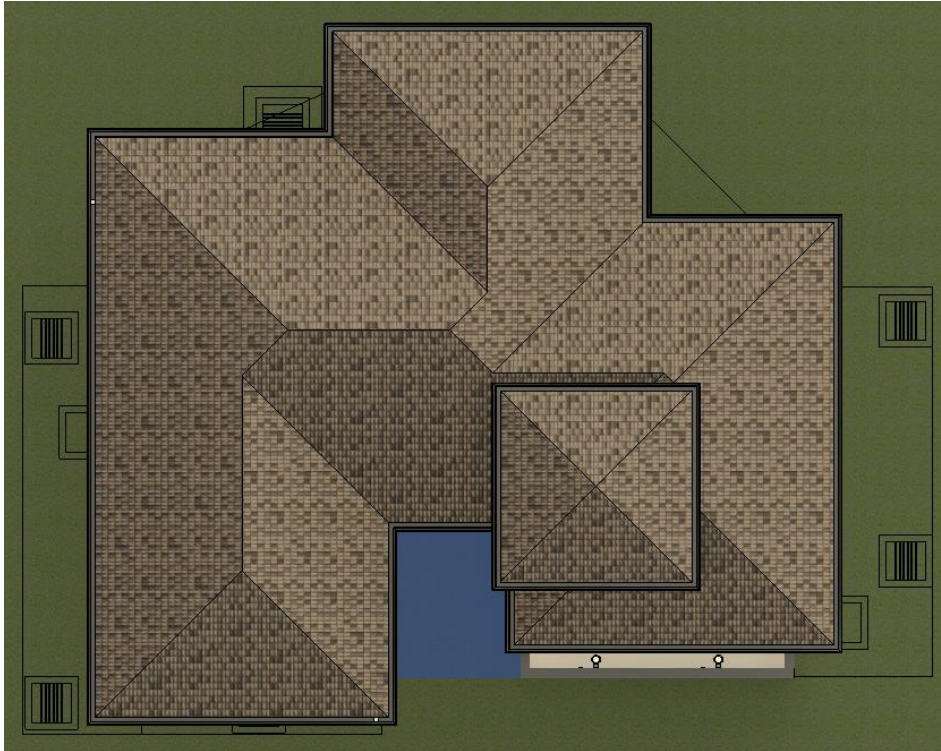


Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

### 6.1.3 Telhado

Depois da criação da plataforma de construção e das paredes e de seus respectivos materiais, deu-se início a etapa que consiste na modelagem do telhado. Para tal, utilizou-se o material “Telhado, Azulejo” que já faz parte da biblioteca do Revit, com propriedades físicas e térmicas pré-estabelecidas. Além disso, adotou-se uma inclinação de 40% para esse telhado e inseriu-se, também, as calhas para a posterior elaboração do projeto pluvial. A figura 7 demonstra o resultado da modelagem do telhado.

Figura 7 - Telhado



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

#### 6.1.4 Piso

Posteriormente, foram criados o contrapiso e os pisos de cada ambiente. O primeiro com 4cm de espessura para todos os ambientes. O segundo, foi alternado de acordo com o ambiente. Na sala de estar/jantar e nos quartos foram utilizados o piso laminado de madeira com espessura de 1cm. Enquanto isso, para a cozinha e o banheiro foi criado um novo material, pois o mesmo não estava presente na lista de materiais do Revit. Logo, utilizou-se características de outro material fornecido pelo próprio *software*: a porcelana branca. Além do mais, determinou-se as dimensões de 30x30cm para os pisos.

Ademais, para o piso da área de serviço foi criada uma nova cerâmica com características para ambientes externos, na cor bege e com dimensão de 30x30cm. No caso da entrada, foi utilizada um tipo de pedra encontrado na biblioteca do programa. A figura 8 apresenta a distribuição dos pisos de cada ambiente da residência.

Figura 8 - Pisos dos ambientes da residência

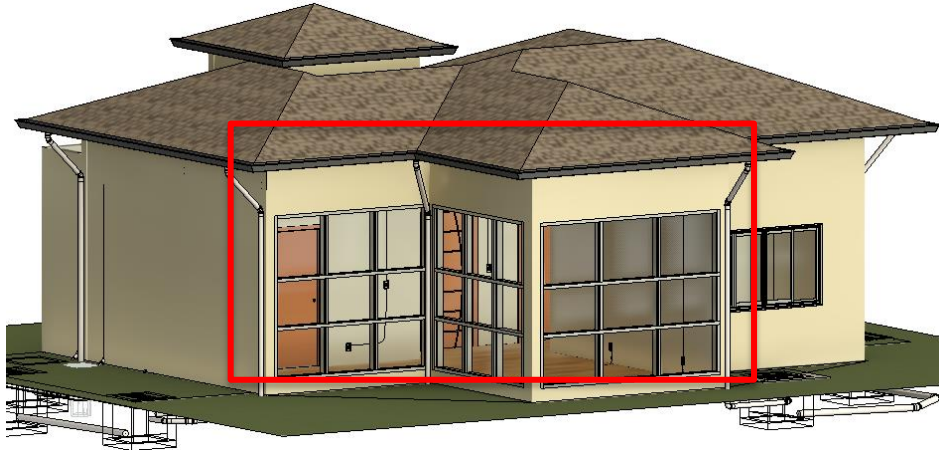


Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

#### 6.1.5 Esquadrias

Por fim, para as esquadrias, foi feito o *download* na internet de famílias de portas e janelas com características pré-estabelecidas. No caso das janelas, foram escolhidas as de correr de alumínio de 4 folhas com dimensões de 1,20x2,00m e peitoril de 90cm para os quartos e 1,35m para a cozinha. Na sala de estar foi utilizada um tipo de parede chamada de “parede cortina”, própria do Revit, conforme mostra a figura 9. Já para as portas, foram utilizadas portas de madeira em todos os ambientes. Entretanto, para os quartos, banheiro, entrada e área de serviço, foram usadas portas de abrir e para a cozinha foi utilizada uma porta de correr.

Figura 9 - Paredes cortina da sala de estar



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

## 6.2 Projeto Estrutural

### 6.2.1 Exportação do arquivo do Revit para o TQS

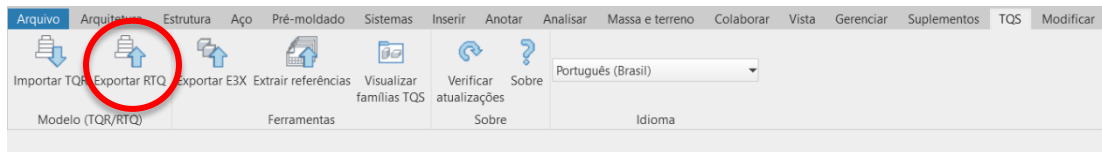
Após a finalização do projeto arquitetônico, partiu-se para a modelagem estrutural no TQS. Para isso, foi preciso fazer o *download* do *plug-in*, diretamente no site da empresa TQS, para a exportação do arquivo do Revit para o software de modelagem estrutural no formato RTQ, conforme mostram as figuras 10 e 11.

Figura 10 - Download do plug-in no site da TQS

A screenshot of the TQS website's product page for the Revit 2021 plug-in. The page features a navigation bar at the top with the TQS logo and menu items like 'Empresa', 'Produtos', 'Cursos', 'TQSNews', 'Suporte', 'Downloads', 'Store', and 'Meus Cursos'. The main content area includes a product card for 'Revit 2021 TQS e Revit' with a 'Windows' platform indicator. Below this, there is a 'Descrição' section with text about the plug-in's history and compatibility with TQS 22. To the right, an 'Informações Adicionais' section lists the developer and support contact. A prominent blue 'DOWNLOAD' button is visible, along with a 'Gratuito' label. At the bottom, there is a graphic showing a blue building structure with the TQS logo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

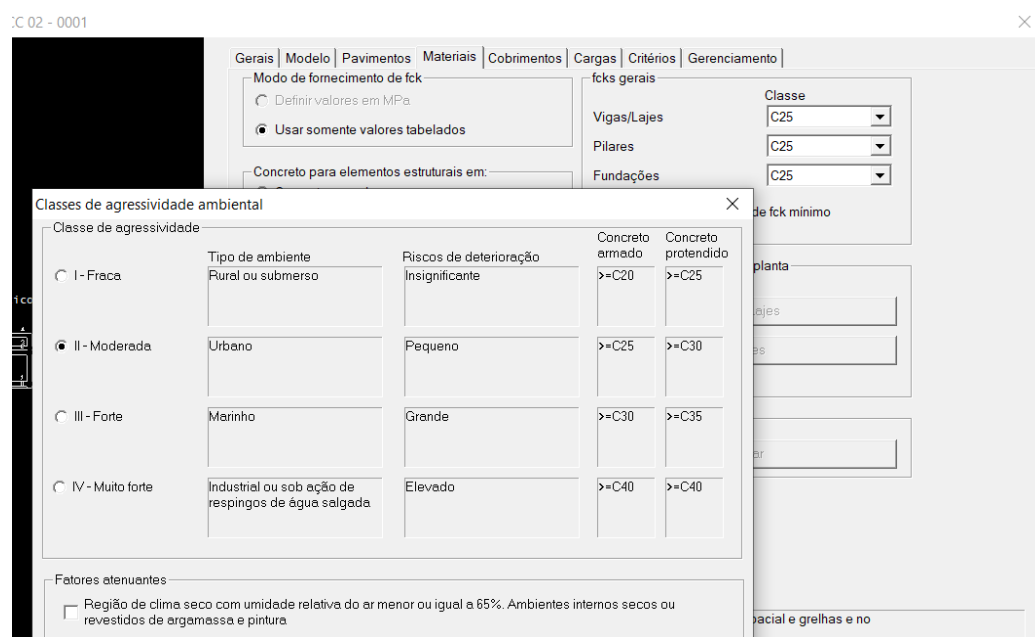
Figura 11 - Exportação do arquivo em RTQ



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Com a exportação realizada, deu-se início ao primeiro passo: a configuração dos parâmetros a serem utilizados no dimensionamento da estrutura. Dessa forma, adotou-se, como base de dimensionamento, a NBR 6118: 2014 e o modelo estrutural IV, o qual é formado por vigas e pilares. Além disso, utilizou-se a classe C25 para o concreto, agressividade do ambiente Classe II (Moderada – urbano). Os parâmetros estabelecidos podem ser observados na figura 12.

Figura 12 - Parâmetros para modelagem estrutural no TQS



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

### 6.2.2 Configuração das dimensões dos pilares e vigas

Em seguida, foi preciso configurar as dimensões dos pilares para lançamento. Para tal, foram adotadas as dimensões de 15x25cm, o que totaliza 375cm<sup>2</sup> de área e, dessa forma, respeita o critério de área mínima do pilar estabelecido pela NBR 6118:2014. Após realizar o preenchimento das dimensões dos pilares, os mesmos foram lançados no modelador estrutural.

Posteriormente, foi preciso realizar, também, o preenchimento das dimensões adotadas para as vigas. Nesse caso, também foi considerada a dimensão de 15x25cm. Ademais, foram

adotados os carregamentos de 0,52tf/m para as vigas baldrame e 0,65tf/m para as vigas superiores.

Entretanto, para o carregamento das vigas superiores foi adotado um valor aleatório, devido a carga do telhado, apenas para fim de realização dos cálculos feitos pelo TQS, visto que o objetivo principal deste trabalho é demonstrar o poder da tecnologia BIM e a compatibilização entre os projetos.

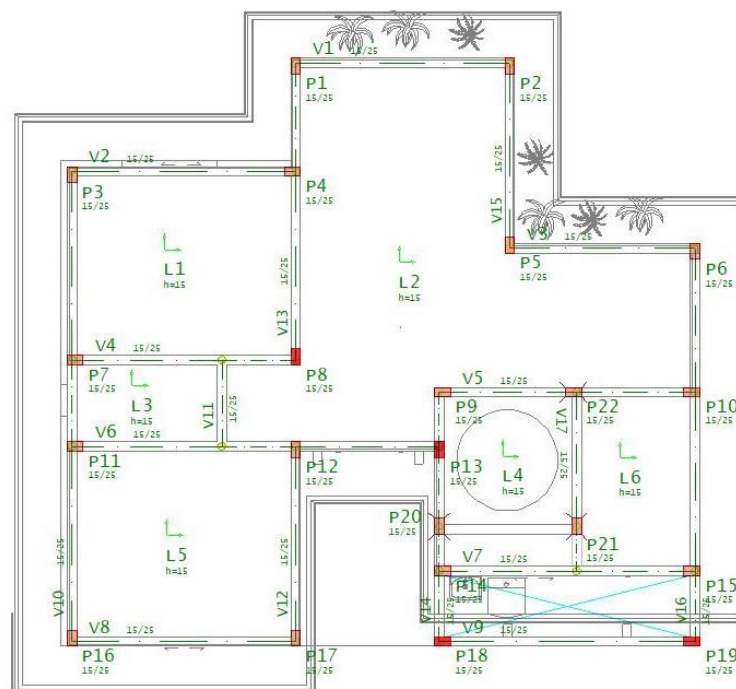
Logo depois, foi feita a configuração das lajes, na qual foi escolhida uma altura de 15cm e uma carga de 1,08tf/m<sup>2</sup> para as lajes L1, L2, L3, L5 e L6.

Já para a laje L4 (cozinha), foram adicionadas as cargas feitas por uma caixa d'água de 1000L (1tf/m<sup>2</sup>) e a alvenaria da sua casinha, no qual foi adotado um valor de 1,30tf/m<sup>2</sup>. Dessa forma, considerou-se o valor total de 2,30tf/m<sup>2</sup>.

No caso das fundações, foram adotadas fundações do tipo sapata para uma profundidade de 60cm a partir do nível 0,0m. Para as dimensões foram adotados os valores de 50x70cm para a base da sapata, 20x30 para o colarinho e uma altura total de 50cm.

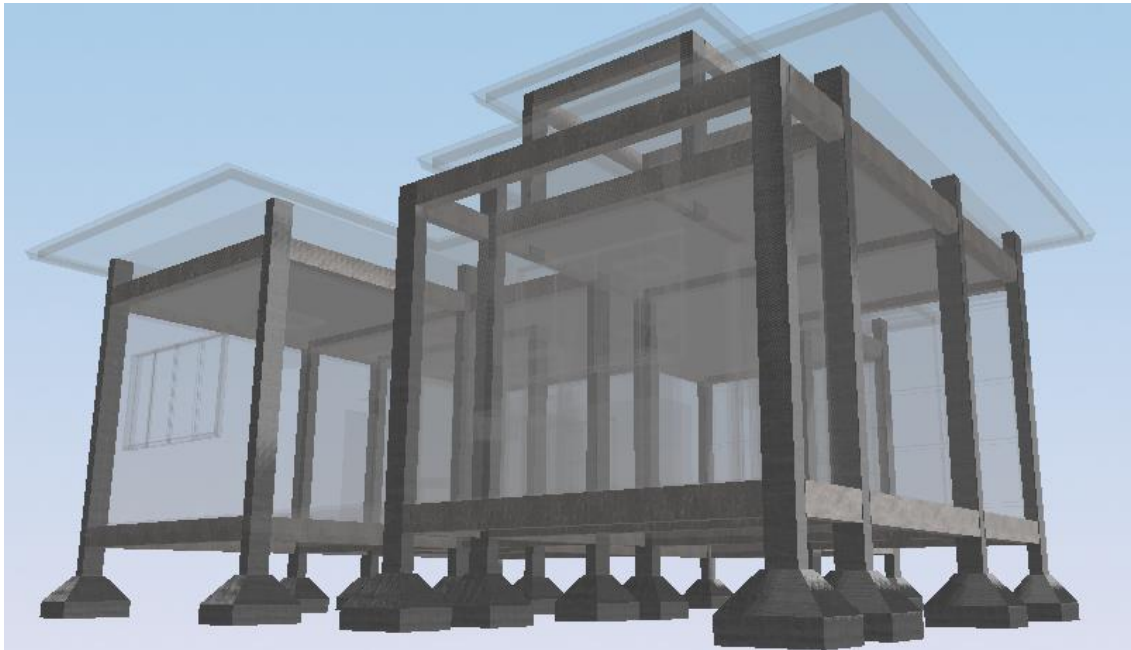
Com a finalização da inserção dos elementos estruturais, os modelos 2D e 3D elaborados pelo TQS ficaram como mostram as figuras 13 e 14, respectivamente.

Figura 13 - Vista 2D dos elementos estruturais



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Figura 14 - Vista 3D dos elementos estruturais



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Por fim, foi realizado o processamento global da estrutura lançada e foram obtidos um total de nove avisos, quatro de nível “Leve” e 5 de nível “Médio”. Sendo assim, não foi encontrado nenhum erro de natureza grave, conforme pode ser observado na figura 15.

Figura 15 - Avisos e erros no TQS

 A screenshot of a web browser window displaying the TQS software interface. The window title is 'TQS\_HTM' and the page is 'PGLOERR.HTM'. The main content area shows a summary of warnings and errors for a project named 'Edifício Projeto TCC 02'. The summary is titled 'Avisos e erros - Edifício Projeto TCC 02' and includes a table with the following data:
 

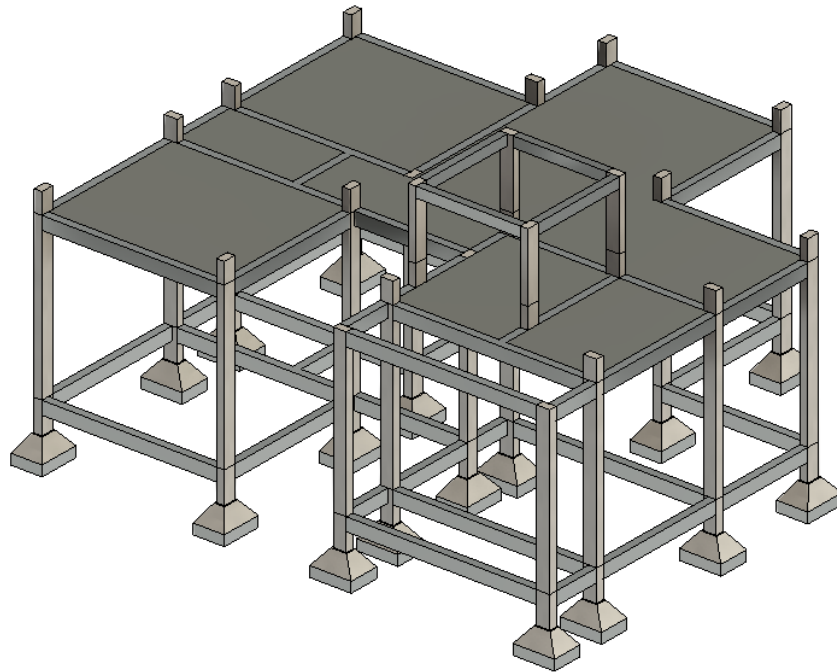
Classificação	Quantidade
Aviso/Leve	4
Aviso/Médio	5
Erro/Grave	0

 Below the table, there is a note: 'Para maiores detalhes, entre no visualizador de erros.' There is also a section titled 'Lista de erros graves' which states 'Não existem erros graves.' and a link 'Clique aqui' for opening the error viewer.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Após a análise dos avisos fornecidos pelo TQS e as correções necessárias, o modelo estrutural foi exportado de volta para o Revit através do formato TQR, utilizado no *plug-in* baixado. À vista disso, a estrutura modelada ficou conforme apresenta a figura 16.

Figura 16 - Modelo estrutural exportado para o Revit



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

A estrutura apresentada foi desenvolvida apenas para fins didáticos e, por isso, foi escolhido a utilização de mais peças estruturais do que o necessário, a fim de verificar a troca de informações entre os softwares e a análise das interferências encontradas durante a compatibilização dos projetos.

## 6.3 Projetos Complementares

### 6.3.1 Projeto elétrico

Para a realização do projeto elétrico, foi adquirido um *template* personalizado para o Revit da empresa Barbosa Projetos, que é uma empresa especializada em projetos BIM. Esses modelos pré-configurados possuem famílias de equipamentos elétricos, eletrodutos, além de tabelas com quantificações de forma automatizada de acordo com o desenvolvimento do projeto. Além disso, para este projeto, foi utilizada a NBR 5410:2004 como base.

#### 6.3.1.1 Definição do sistema

A primeira etapa realizada na modelagem elétrica foi a definição do sistema utilizado. Neste caso, adotou-se um sistema de distribuição 127/220V bifásico, com duas fases e um terra (2F + T). Após isso, deu-se início ao cálculo do número de pontos de tomada e iluminação de cada cômodo.

#### 6.3.1.2 Pontos de tomadas e iluminação

No caso dos quartos e da sala de estar e jantar, para cálculo dos pontos de tomada, dividiu-se o perímetro de cada ambiente por cinco, conforme solicita a norma. Assim, achou-se um valor mínimo de três pontos de tomada para cada quarto e seis para as salas de estar e jantar. Porém, a fim de melhorar a distribuição das tomadas, adotou-se um valor de três tomadas duplas para cada dormitório e quatro duplas para as salas, todas com potência aparente de 100VA. Além disso, para o banheiro foi considerado um ponto de tomada próximo ao lavatório.

Já para a cozinha e a área de serviço, foi utilizado o requisito da norma que informa que o deve ser previsto um número mínimo de tomadas para cada 3,5m. Dessa forma, encontrou-se o valor de quatro pontos de tomadas para a cozinha e três para a área de serviço. Portanto, no projeto, adotou-se um ponto de tomada duplo e dois simples para a cozinha e um ponto duplo e um simples para a área de serviço, totalizando o mínimo exigido pela NBR 5410:2004.

Por outro lado, para os pontos de iluminação, foi seguido o critério da norma que diz que em ambientes com áreas menores ou iguais a 6m<sup>2</sup>, deve ser prevista uma carga mínima de 100VA. Enquanto isso, para ambientes com mais de 6m<sup>2</sup> de área, deve ser prevista uma carga de 100VA para os primeiros 6m<sup>2</sup> e o acréscimo de 60VA para cada 4m<sup>2</sup> inteiros. Logo, para os quartos, o banheiro e a área de serviço, obteve-se um valor total de um ponto de 100VA de potência aparente para cada cômodo. Entretanto, para as salas de estar e jantar o valor encontrado foi de 340VA dividido em três pontos de iluminação e, para a cozinha, a potência foi de 160VA num total de dois pontos.

#### 6.3.1.3 Circuitos

Posteriormente, a terceira etapa foi marcada pela divisão dos circuitos, cálculo das correntes de projeto corrigidas e dimensionamento dos disjuntores. Desse modo, o quadro 5 apresenta uma parte da tabela, do próprio *template* adquirido, utilizada para o dimensionamento dos disjuntores e condutores.

Quadro 5 - Circuitos e disjuntores

Circuito	Descrição	Tensão (V)	Esquema	Potência Total (VA)	FP	Potência Total (W)	Corrente Nominal (A)	FCA	FCT	Ib: Corrente de Projeto Corrigida (A)	In: Disjuntor (A)
1	TUGs Quartos 01 e 02	220,00	FFT	1200 VA	0,8	960 W	5,45 A	1	1	5,45 A	10,00 A
2											
3	TUE Chuveiro	220,00	FFT	6000 VA	1	6000 W	27,27 A	1	1	27,27 A	32,00 A
4											
5	Iluminação Quartos 01 e 02 + Banheiro	220,00	FFT	300 VA	1	300 W	1,36 A	1	1	1,36 A	10,00 A
6											
7	Iluminação Sala de Estar/Jantar + Entrada	220,00	FFT	500 VA	1	500 W	2,27 A	1	1	2,27 A	10,00 A
8											
9	Iluminação Cozinha + Área de Serviço	220,00	FFT	400 VA	1	400 W	1,82 A	1	1	1,82 A	10,00 A
10											
11	TUGs Sala de Estar/Jantar + Banheiro	220,00	FFT	1400 VA	0,8	1120 W	6,36 A	1	1	6,36 A	10,00 A
12											
13	TUGs Cozinha	220,00	FFT	1900 VA	0,8	1520 W	8,64 A	1	1	8,64 A	10,00 A
14											
15	TUGs Área de Serviço	220,00	FFT	1800 VA	0,8	1440 W	8,18 A	1	1	8,18 A	10,00 A
16											

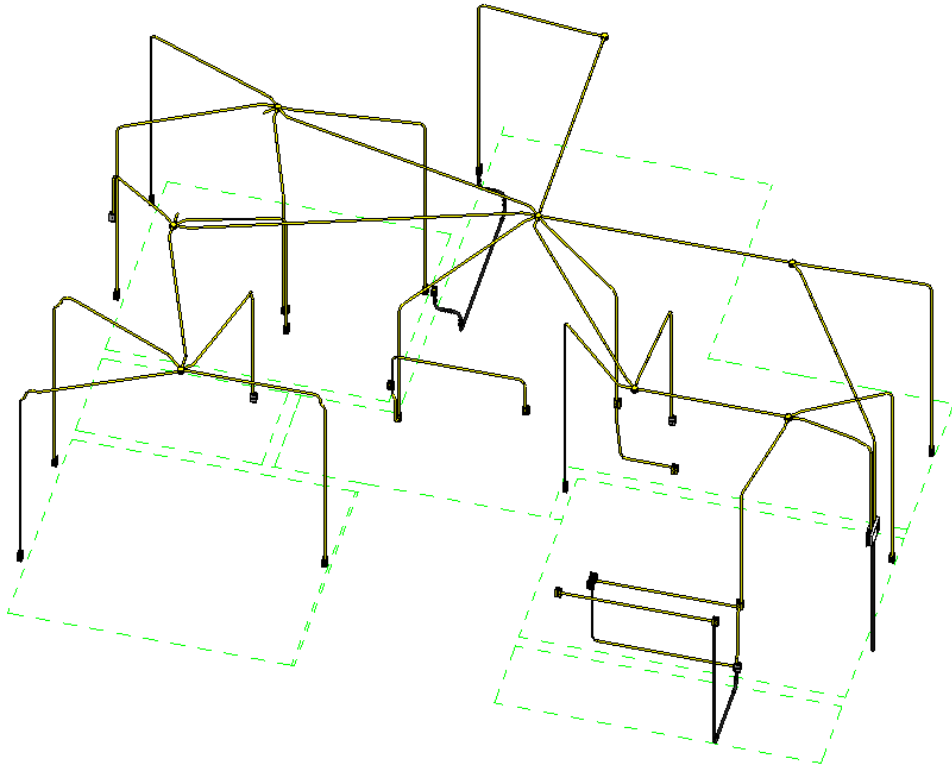
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Para essa tabela, foi adotado um valor de 1 para o FCA (Fator de Correção de Agrupamento) por ser uma questão mais didática. Além disso, também foi considerado o de 1 para o FCT (Fator de Correção de Temperatura), pois a temperatura admitida para este projeto foi de 30°C.

#### 6.3.1.4 Eletrodutos

Com os pontos de tomada, interruptores e iluminação e o quadro de distribuição inseridos no projeto, iniciou-se a ligação dos eletrodutos por cada ponto elétrico. Para o projeto desenvolvido, foi adotado o eletroduto flexível amarelo, com 25mm de diâmetro, para a grande maioria dos pontos. Porém, em dois pontos foi preciso adotar o eletroduto rígido preto, também com 25mm de diâmetro, pois o mesmo passa pelo solo. À vista disso, a vista 3D, contendo os pontos e os eletrodutos, pode ser observada na figura 17.

Figura 17 - Vista 3D

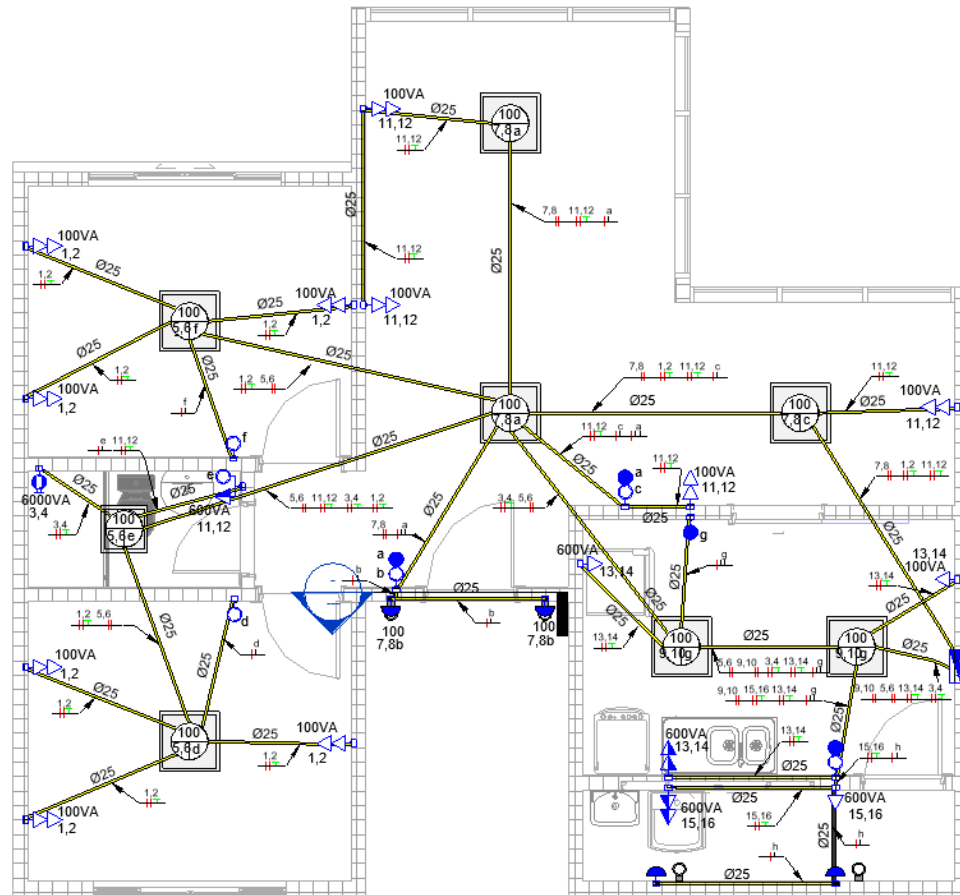


Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

#### 6.3.1.5 Fiação

Após a inserção dos eletrodutos, foi inserida toda a fiação, de acordo com o sistema escolhido e mencionado anteriormente. A bitola adotada para os condutores foi de  $1,5\text{mm}^2$  para o retorno e  $2,5\text{mm}^2$  para cada fase e o terra, com exceção dos condutores do chuveiro, que foi utilizado o valor de  $4,0\text{mm}^2$ . A planta baixa com todos os elementos do sistema elétrico da edificação está demonstrada na figura 18.

Figura 18 - Planta baixa elétrica



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Em conclusão, foi realizada a análise das tabelas geradas de forma automática e concomitante ao desenvolvimento do projeto. O *template* utilizado possui tabelas para cálculo de potência de iluminação e pontos mínimos de tomadas de uso geral (TUGs) por ambiente, cálculo de potência demandada, tabelas de circuitos, além de listas de quantitativos de materiais utilizados. Deste modo, são notórias a facilidade e a diminuição do tempo gasto em projetar que o BIM oferece. Por fim, as imagens 19 e 20 apresentam algumas dessas tabelas geradas no próprio Revit.

Figura 19 - Quantitativo de materiais

<b>&lt;Lista de Materiais - Componentes&gt;</b>			
A	B	C	D
Descrição do Material	Dimensões	Quantidade	Referência Fabricante
<b>Caixas de Embutir</b>			
Caixa de Luz 4"x2", de embutir, em PVC na cor amarelo para eletroduto corrugado	4"x2"	27	Tigre linha Tigreflex ou equivalente
Caixa octogonal 4"x4" com fundo móvel, em PVC na cor amarela para eletroduto corrugado	4"x4"	8	Tigre linha Tigreflex ou equivalente
<b>Derivações para Eletrodutos de PVC Rígido</b>			
Curva 90° para eletroduto rígido de PVC, DN25mm, rosca Ø1" BSP conforme ABNT NBR 15465	Ø 1"	2	Tigre ou equivalente
Luva para eletroduto de PVC rígido, DN25mm, rosca Ø1" BSP conforme ABNT NBR 15465	Ø 1"	4	Tigre ou equivalente
<b>Disjuntores e Proteções</b>			
IDR Interruptor Diferencial Residual Tetrapolar In=63A, 30mA	In=63 A, 30mA	1	Steck ou equivalente
Mini Disjuntor Bipolar 63A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm	C 63A	1	Steck ou equivalente
<b>Interruptores</b>			
Conjunto montado com 1 Interruptor Paralelo, 10A 250V~, 4"x2"	1P, 4"x2"	1	Pial Legrand ou equivalente
Conjunto montado com 1 Interruptor Simples, 10A 250V~, 4"x2"	1S, 4"x2"	2	Pial Legrand ou equivalente
Conjunto montado de Interruptor com 1 tecla simples e 1 tecla paralelo, 4"x2"	1S+1P, 4"x2"	3	Pial Legrand ou equivalente
<b>Interruptores + Tomadas</b>			
Conjunto montado de 1 Interruptor Simples + 1 Tomada 2P+T, 10A, 4"x2"	1S+1Tom.10A, 4"x2"	1	Pial Legrand ou equivalente
<b>Placa saída de fio</b>			
Conjunto montado de 1 Placa para Saída de Fio Ø11mm, 4"x2"	Saída de fio	1	Pial Legrand ou equivalente
<b>Quadros</b>			
Quadro de Distribuição Slim 12 Disjuntores, de embutir, fabricado em PVC antichamas, com barramento de terra e neutro	Slim 12 Disjuntores	1	Tigre ou equivalente
<b>Tomadas</b>			
Conjunto montado de 1 Tomada 2P+T, 10A, posto horizontal, 4"x2"	10A, 4"x2"	3	Pial legrand ou equivalente
Conjunto montado de 2 Tomadas 2P+T, 10A, postos horizontais, 4"x2"	2x10A, 4"x2"	12	Pial Legrand ou equivalente

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Figura 20 - Quantitativo de condutores em metros

Sugestão de Cores para os condutores- FA: Vermelho, FB: Preto, FC:Amarelo, N: Azul Claro, PE: Verde											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
FA-1,5mm <sup>2</sup> 0,0	FA-2,5mm <sup>2</sup> 126,8	FA-4,0mm <sup>2</sup> 1,1	FA-6,0mm <sup>2</sup> 0,0	FA-10,0mm <sup>2</sup> 0,0	FA-16,0mm <sup>2</sup> 0,0	FA-25mm <sup>2</sup> 0,0	FA-35,0mm <sup>2</sup> 0,0	FB-1,5mm <sup>2</sup> 0,0	FB-2,5mm <sup>2</sup> 103,3	FB-4,0mm <sup>2</sup> 1,1	FB-6,0mm <sup>2</sup> 0,0

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

### 6.3.2 Projeto hidrossanitário

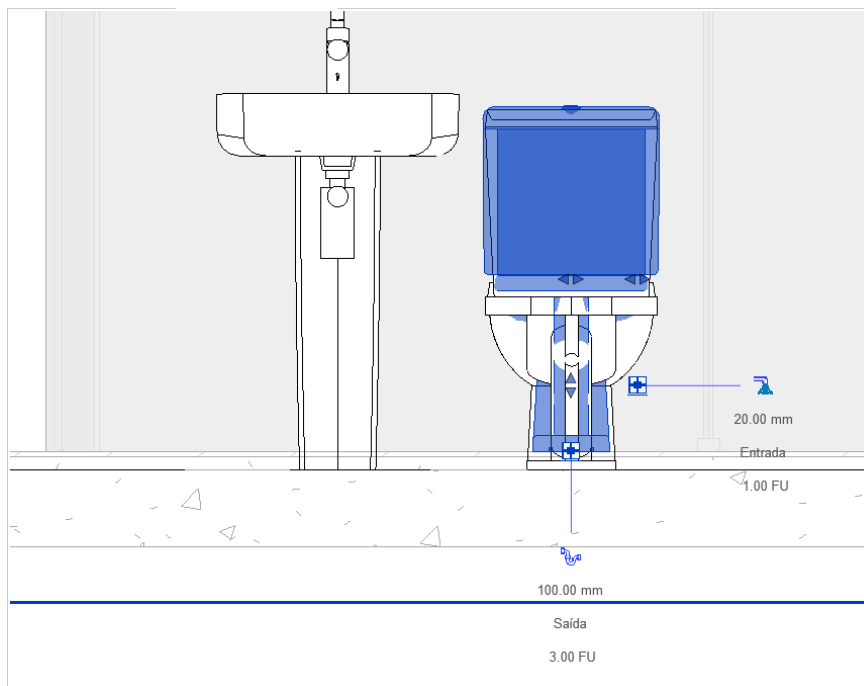
O último projeto a ser elaborado foi o hidrossanitário. E como forma de facilitar e observar todo o potencial da metodologia BIM, também se adquiriu um *template* com elementos, tabelas e configurações pré-estabelecidas da mesma empresa que forneceu o modelo utilizado no projeto elétrico.

Para o desenvolvimento da modelagem hidrossanitária, dividiu-se a mesma em duas etapas. A primeira foi marcada pela elaboração de toda tubulação de água fria que compõe o sistema hidráulico da residência. Já a segunda etapa, ficou com a parte das tubulações de esgoto e pluvial.

### 6.3.2.1 Sistema de água fria

Dessa maneira, o sistema de água fria foi modelado com a utilização de tubos do tipo soldável com 20mm de diâmetro, visto que a entrada das peças hidráulicas já veio pré-configurada com essa dimensão, conforme mostra a figura 21.

Figura 21 - Diâmetros de entrada e saída do vaso sanitário



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Na edificação em estudo, foi utilizada uma caixa d'água de 1000L, pois, para fim de cálculo, foi considerado o número de 3 residentes, com um consumo de 150L por pessoa e uma reserva de 2 dias, o que totalizou 900L de água. O cálculo realizado se deu conforme a equação 3.

$$V = N * C * R \quad (3)$$

Onde: V – Volume mínimo de água necessário;

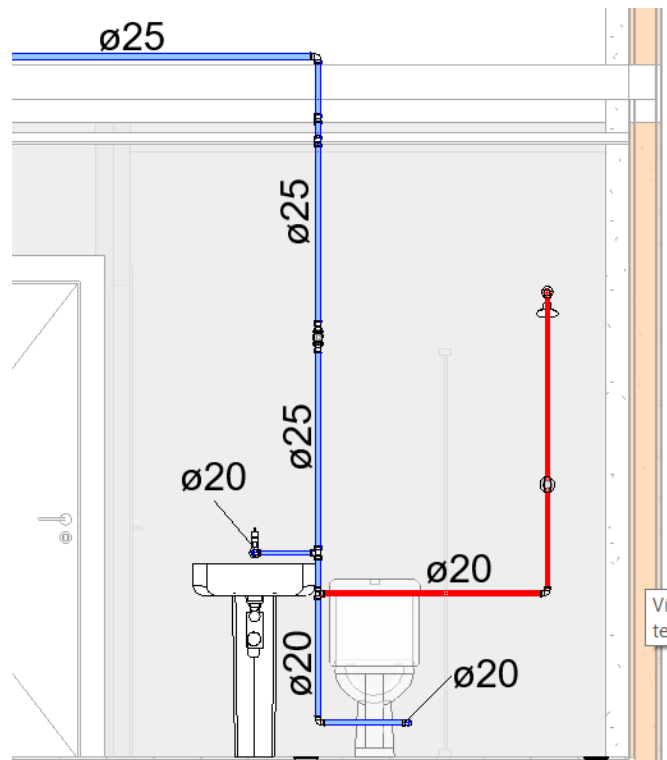
N – Número de pessoas residentes na edificação;

C – Consumo de água por pessoa;

R – Número de dias de reserva.

Em seguida a definição dos diâmetros e do volume da caixa d'água, deu-se início a inserção das tubulações. Para a casa utilizada neste trabalho, obteve-se um esquema com uma tubulação de entrada na caixa d'água com 20mm e duas saídas com 25mm de diâmetro. Essas saídas dividiram-se em três colunas: uma no banheiro, uma na cozinha e uma na área de serviço. O diâmetro de 25mm foi utilizado apenas até a chegada na divisão das colunas dos dois últimos ambientes e, após isso, utilizou-se uma tubulação com 20mm. No caso do banheiro, o encanamento com maior diâmetro chegou até a divisão das tubulações de cada peça do sistema hidrossanitário e depois foi utilizado o diâmetro menor, conforme é apresentado na figura 22.

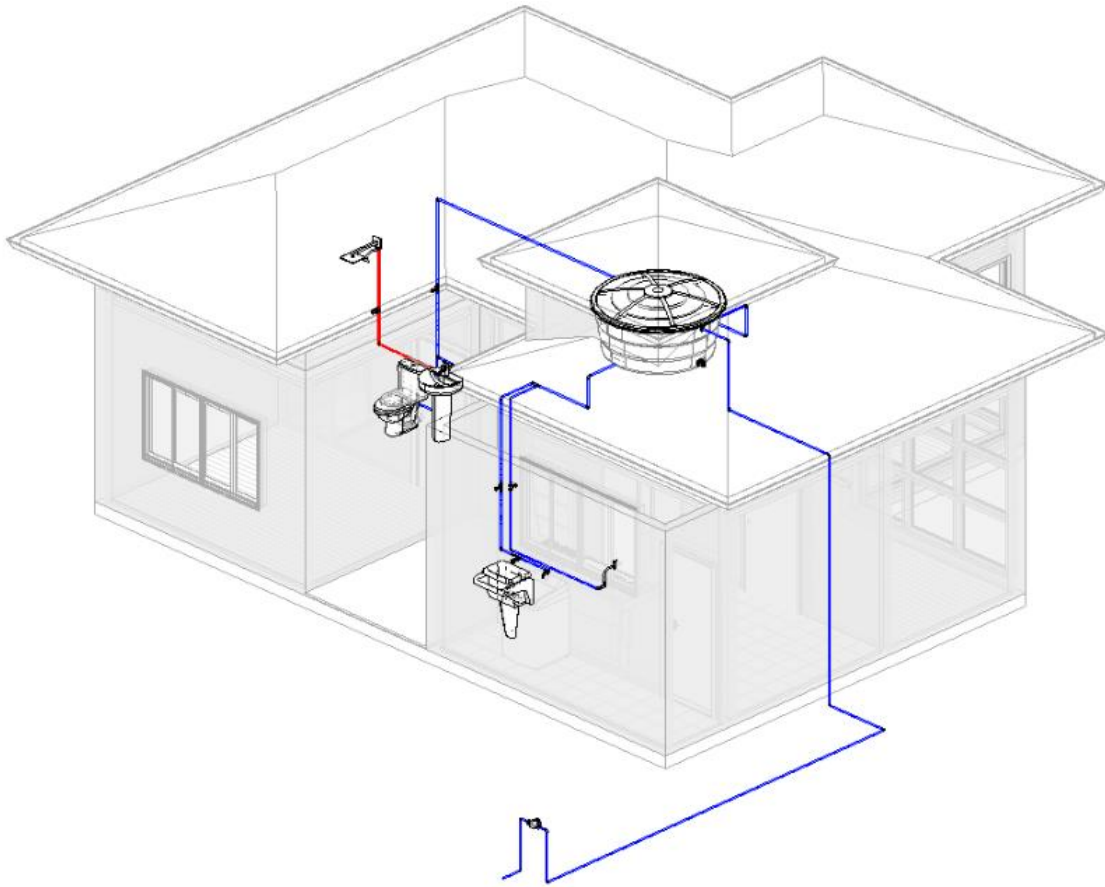
Figura 22 - Diâmetros das tubulações



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Por fim, a esquematização em 3D do sistema hidráulico ficou de acordo com o demonstrado na figura 23.

Figura 23 - Vista 3D do sistema hidráulico



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

#### 6.3.2.2 Sistema de esgoto e pluvial

Por outro lado, na fase da modelagem do sistema de esgoto e pluvial, utilizou-se como base, a NBR 8160:1999. Além do mais, utilizaram-se tubulações com diâmetros mínimos estabelecidos pela citada norma, de acordo com a o apresentado na figura 24.

Figura 24 - Diâmetros mínimos das tubulações das saídas dos aparelhos sanitários

Tabela 3 - Unidades de Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga

Aparelho sanitário		Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga <i>DN</i>
Bacia sanitária		6	100 <sup>1)</sup>
Banheira de residência		2	40
Bebedouro		0,5	40
Bidê		1	40
Chuveiro	De residência	2	40
	Coletivo	4	40
Lavatório	De residência	1	40
	De uso geral	2	40
Mictório	Válvula de descarga	6	75
	Caixa de descarga	5	50
	Descarga automática	2	40
	De calha	2 <sup>2)</sup>	50
Pia de cozinha residencial		3	50
Pia de cozinha industrial	Preparação	3	50
	Lavagem de panelas	4	50
Tanque de lavar roupas		3	40
Máquina de lavar louças		2	50 <sup>3)</sup>
Máquina de lavar roupas		3	50 <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> O diâmetro nominal *DN* mínimo para o ramal de descarga de bacia sanitária pode ser reduzido para *DN* 75, caso justificado pelo cálculo de dimensionamento efetuado pelo método hidráulico apresentado no anexo B e somente depois da revisão da NBR 6452:1985 (aparelhos sanitários de material cerâmico), pela qual os fabricantes devem confeccionar variantes das bacias sanitárias com saída própria para ponto de esgoto de *DN* 75, sem necessidade de peça especial de adaptação.

<sup>2)</sup> Por metro de calha - considerar como ramal de esgoto (ver tabela 5).

<sup>3)</sup> Devem ser consideradas as recomendações dos fabricantes.

Fonte: NBR 8160:1999 - Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução

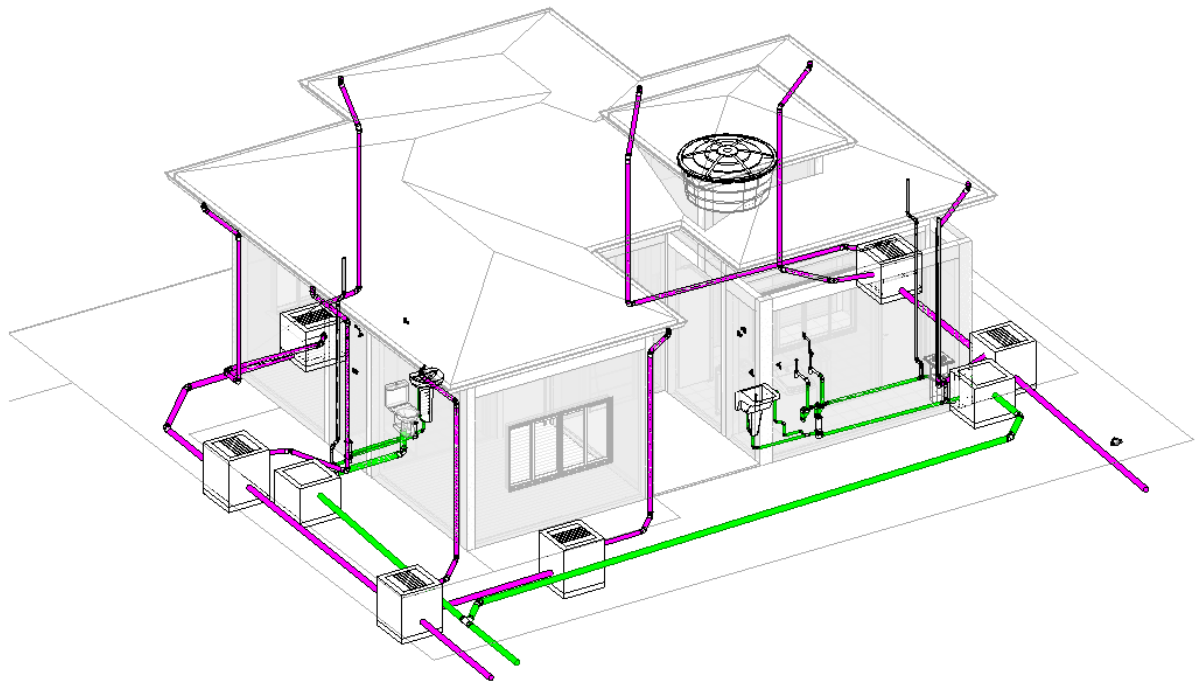
Dessa forma, foi adotado o diâmetro de 100mm para a saída do vaso sanitário, 40mm para os sifões do lavatório do banheiro e do tanque, 50mm para o sifão da cozinha e saída dos ralos e 50mm para as tubulações de ventilação. Além disso, a NBR 8160:1999 estabelece que a inclinação para tubulações com diâmetro nominal igual ou inferior a 75mm devam ter, no mínimo, 2% de declividade e, para tubulações com diâmetro igual ou superior a 100mm, deve-se adotar pelo menos 1% de declividade.

Esses tubos presentes no sistema de esgoto da residência em estudo, se destinam a duas caixas de inspeção: uma destinada ao banheiro e outra a cozinha. Após passarem pelas caixas, o material segue para a rede de esgoto.

Outro sistema desenvolvido no projeto em estudo, foi o de águas pluviais, composto pelas calhas do telhado com seus respectivos tubos de queda e as caixas de passagens. Para essas tubulações, foi adotado o diâmetro de 75mm para os tubos que vão da calha até a caixa de passagem e 100mm para os tubos que fazem a ligação entre as caixas de passagem e a sarjeta na rua, conforme a NBR 10844:1989.

Como resultado da elaboração das esquematizações de esgoto e águas pluviais, obteve-se uma vista 3D como mostra a figura 25, na qual as tubulações de cor verde, indicam o sistema sanitário e as tubulações rosas, indicam o sistema pluvial.

Figura 25 - Vista 3D dos sistemas de esgoto e pluvial



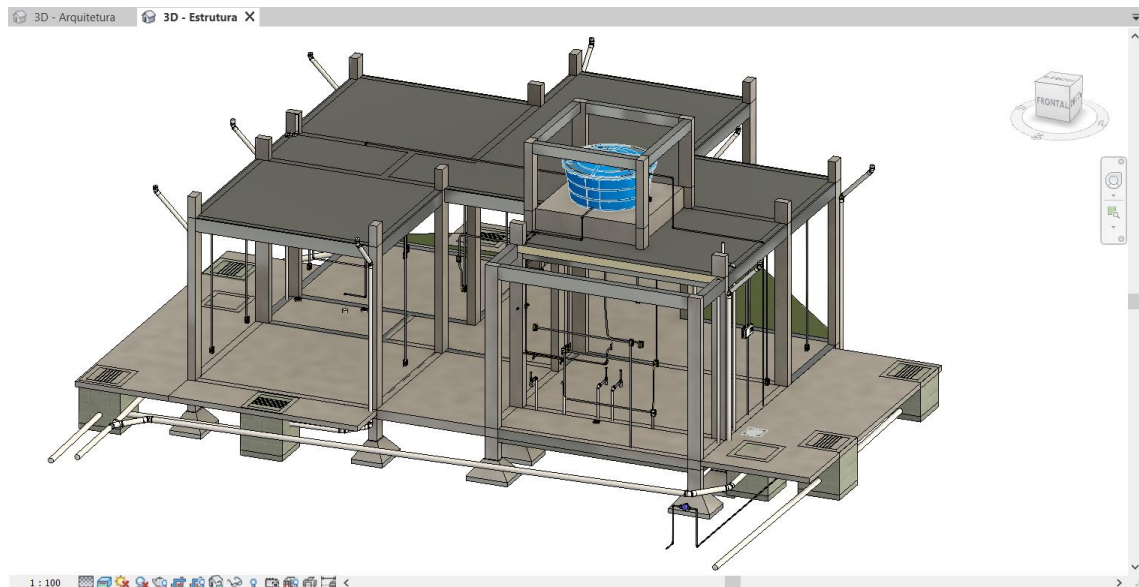
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Por último, assim como no projeto elétrico, no desenvolvimento do projeto hidrossanitário também ocorreram as contabilizações das peças utilizadas de forma automática e adicionadas nas tabelas pré-configuradas no *template* utilizado. Dessa forma, é possível eliminar o tempo gasto com a quantificação das peças e tubos utilizados que seria feita de forma manual, caso o projeto tivesse sido elaborado através das ferramentas CAD 2D.

#### 6.4 Compatibilização dos Projetos

A fase da compatibilização teve início logo após a finalização do projeto hidrossanitário. Para tal, utilizou-se a ferramenta “Gerenciar Vínculos” presente no menu de ferramentas do Revit e, assim, foi possível vincular todos os projetos desenvolvidos dentro de um mesmo arquivo a fim de verificar as incompatibilidades encontradas. Assim, a figura 26 demonstra o resultado da junção dos projetos estrutural, elétrico e hidrossanitário.

Figura 26 - Projetos estrutural, elétrico e hidrossanitário



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Após a vinculação dos projetos, gerou-se e exportou-se o primeiro relatório de interferências, que foi entre os projetos estrutural e hidrossanitário. Nesse caso, foram encontradas 27 interferências, como mostra a figura 27.

Figura 27 - Relatório de interferências (Estrutural - Hidrossanitário)

### Relatório de interferência

Arquivo do relatório de interferência do projeto: C:\Users\thiag\Desktop\Projeto TCC - teste.rvt  
Criado: quinta-feira, 17 de fevereiro de 2022 11:59:32  
Última atualização:

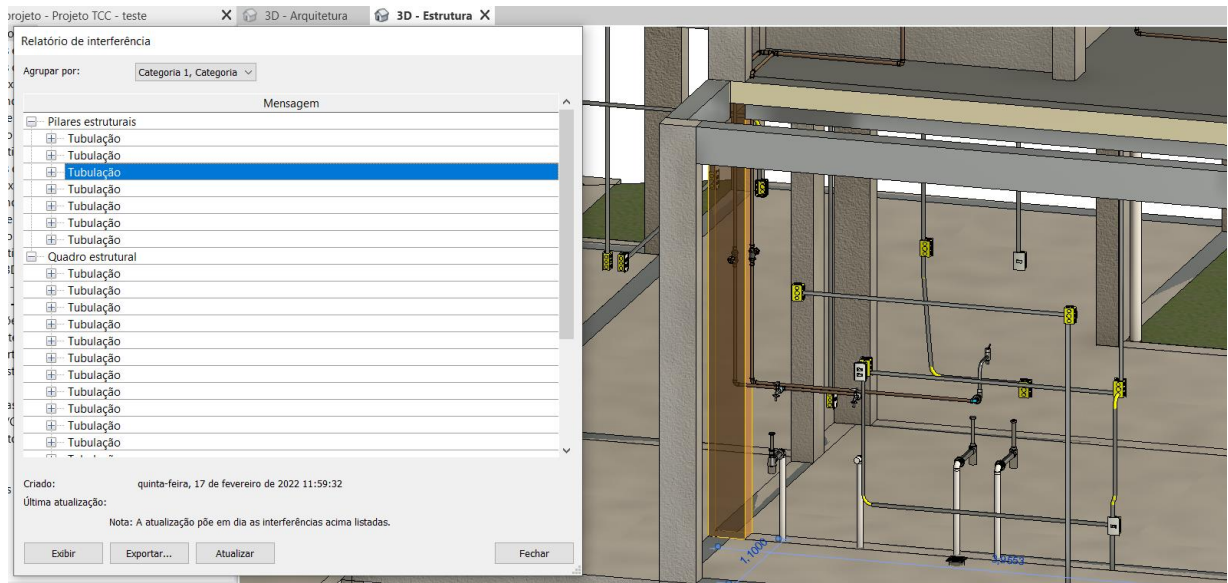
	A	B
1	Pilares estruturais : TQS - Pilar retangular : 15,0 x 25,0 : ID 505752	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável : ID 2279526
2	Pilares estruturais : TQS - Pilar retangular : 15,0 x 25,0 : ID 505752	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável : ID 2279773
3	Pilares estruturais : TQS - Pilar retangular : 15,0 x 25,0 : ID 505752	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável : ID 2282766
4	Pilares estruturais : TQS - Pilar retangular : 15,0 x 25,0 : ID 505752	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável : ID 2286057
5	Pilares estruturais : TQS - Pilar retangular : 15,0 x 25,0 : ID 505752	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável : ID 2286124
6	Pilares estruturais : TQS - Pilar retangular : 15,0 x 25,0 : ID 505754	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável : ID 2279773
7	Pilares estruturais : TQS - Pilar retangular : 15,0 x 25,0 : ID 505754	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável : ID 2280637
8	Quadro estrutural : TQS - Viga retangular : 15,0 x 25,0 : ID 508171	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal : ID 2307454
9	Quadro estrutural : TQS - Viga retangular : 15,0 x 25,0 : ID 508177	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal : ID 2289816
10	Quadro estrutural : TQS - Viga retangular : 15,0 x 25,0 : ID 508177	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal : ID 2293673
11	Quadro estrutural : TQS - Viga retangular : 15,0 x 25,0 : ID 508195	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal : ID 2300843
12	Quadro estrutural : TQS - Viga retangular : 15,0 x 25,0 : ID 508195	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal : ID 2300845
13	Quadro estrutural : TQS - Viga retangular : 15,0 x 25,0 : ID 508195	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal : ID 2301306
14	Quadro estrutural : TQS - Viga retangular : 15,0 x 25,0 : ID 508195	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal : ID 2301328
15	Quadro estrutural : TQS - Viga retangular : 15,0 x 25,0 : ID 508195	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal : ID 2301937
16	Quadro estrutural : TQS - Viga retangular : 15,0 x 25,0 : ID 508195	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal : ID 2301947
17	Quadro estrutural : TQS - Viga retangular : 15,0 x 25,0 : ID 508195	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal : ID 2302075
18	Quadro estrutural : TQS - Viga retangular : 15,0 x 25,0 : ID 508195	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal : ID 2302077
19	Quadro estrutural : TQS - Viga retangular : 15,0 x 25,0 : ID 508198	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável : ID 2270209
20	Quadro estrutural : TQS - Viga retangular : 15,0 x 25,0 : ID 508198	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal : ID 2307688
21	Quadro estrutural : TQS - Viga retangular : 15,0 x 25,0 : ID 508198	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal : ID 2307837
22	Quadro estrutural : TQS - Viga retangular : 15,0 x 25,0 : ID 508219	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal : ID 2307454
23	Quadro estrutural : TQS - Viga retangular : 15,0 x 25,0 : ID 508225	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável : ID 2264671
24	Quadro estrutural : TQS - Viga retangular : 15,0 x 25,0 : ID 508243	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável : ID 2265200
25	Quadro estrutural : TQS - Viga retangular : 15,0 x 25,0 : ID 508246	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável : ID 2270209
26	Quadro estrutural : TQS - Viga retangular : 15,0 x 25,0 : ID 508246	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal : ID 2307688
27	Quadro estrutural : TQS - Viga retangular : 15,0 x 25,0 : ID 508246	Projeto Hidrossanitário - TCC.rvt : Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal : ID 2307837

Fin do relatório de interferência

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Com a utilização do relatório gerado no Revit, foi possível verificar de perto todas as incompatibilidades, visto que com apenas com um clique na interferência mostrada na lista, o *software* direcionava a tela de visualização diretamente para o problema. Dessa forma, não foi preciso gastar tempo procurando os possíveis erros. A figura 28 apresenta a janela de interferências do Revit e a facilidade de visualização das incompatibilidades.

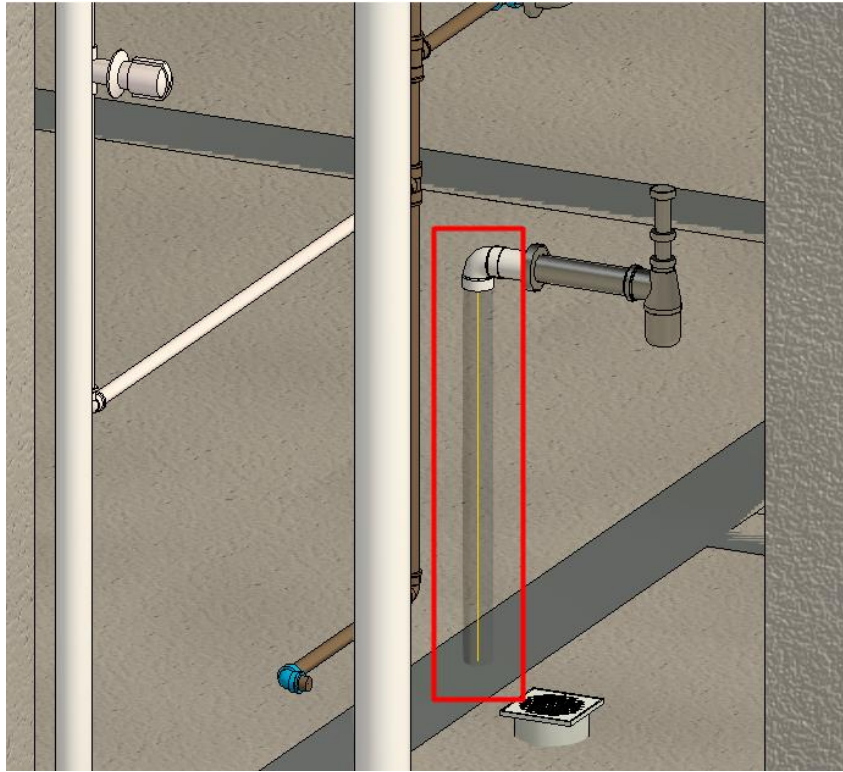
Figura 28 - Janela de interferências do Revit



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

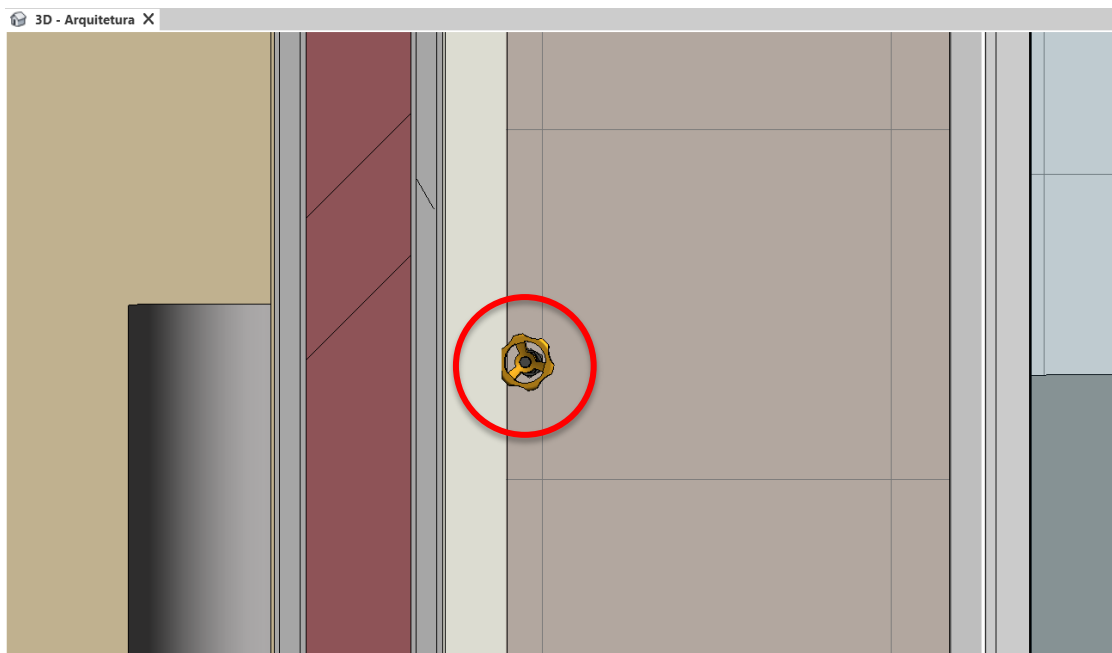
No caso do projeto hidrossanitário, os erros mais encontrados foram tubulações que atravessavam vigas, tanto no banheiro, como na cozinha e na área de serviço. Além disso, foi observado que a coluna de água fria da área de serviço se encontrava dentro de um pilar. Algumas dessas interferências podem ser observadas nas figuras 29 e 30.

Figura 29 - Tubulação do sifão do lavatório do banheiro cortando a viga



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

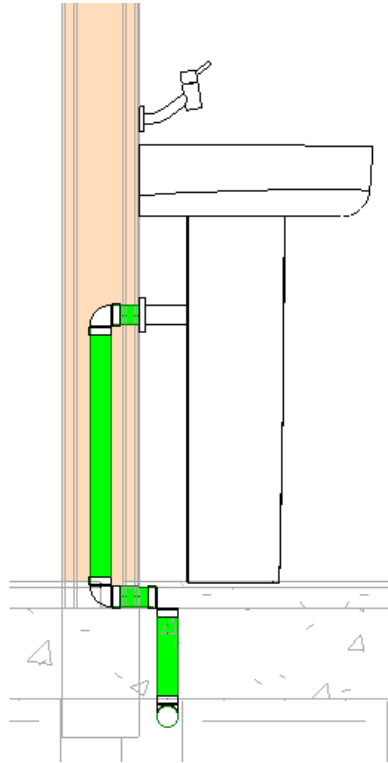
Figura 30 - Registro da coluna de água fria da área de serviço dentro do pilar



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Como forma de solucionar o primeiro problema, foi decidido passar a tubulação do sifão por dentro do contrapiso do banheiro, a fim de dar a volta na estrutura e evitar furar a viga e, assim, economizar tempo e recursos. Desse modo, após a alteração do caminho do encanamento, obteve-se o resultado mostrado na figura 31.

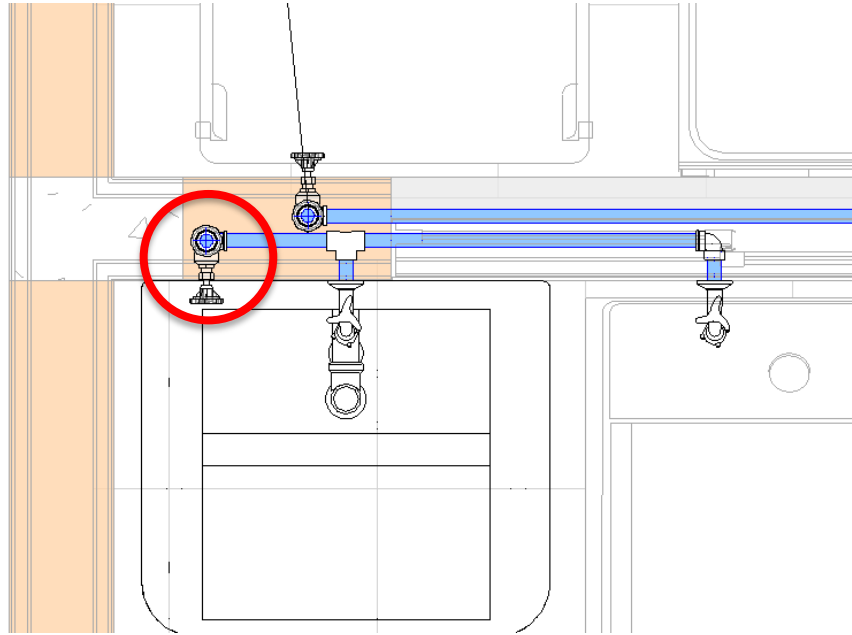
Figura 31 - Novo caminho da tubulação através do contrapiso



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Já para o segundo caso, foi preciso apenas chegar à tubulação da coluna de água fria cerca de 10cm para o lado direito e, dessa forma, retirá-la de dentro do pilar. Assim sendo, a figura 32 apresenta o resultado.

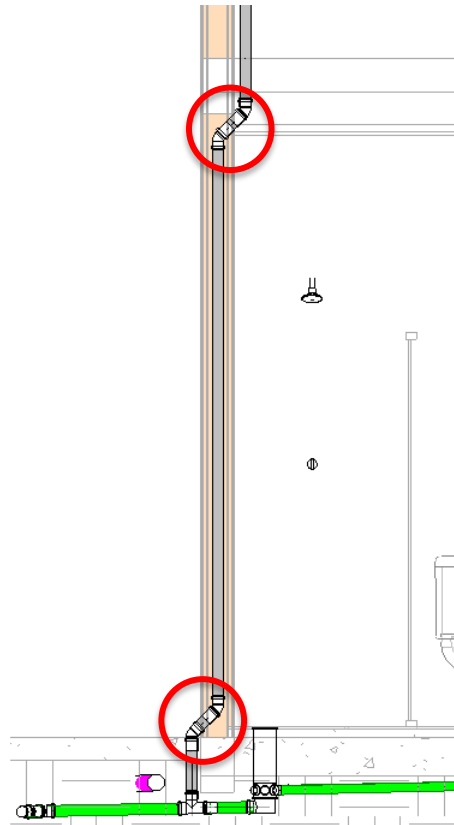
Figura 32 - Nova posição da coluna de água fria da área de serviço



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Além dos casos citados, foi observado também que as tubulações de ventilação do banheiro, da cozinha e da área de serviço também cortavam vigas, tanto baldrame, como as vigas superiores. Para resolver essa situação, foi escolhido fazer um pequeno desvio na tubulação, através da utilização de joelhos de 45°, com o objetivo de evitar furos nas vigas. À visto disso, a figura 33 expõe esses desvios realizados.

Figura 33 - Desvios na tubulação de ventilação



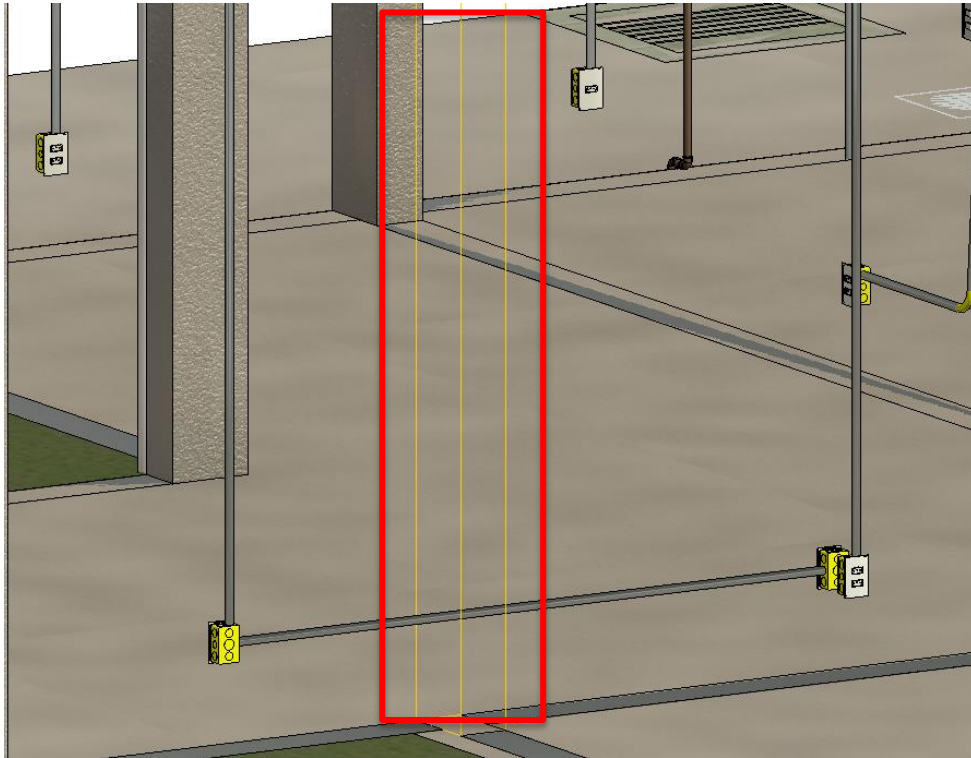
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Ademais, esse tipo de desvio também foi feito nas tubulações das colunas de água fria dos ambientes com a mesma finalidade.

Enquanto isso, para a verificação do projeto elétrico, foi gerado outro relatório com o propósito de analisar as incompatibilidades com o projeto estrutural, arquitetônico e, até mesmo, com o hidrossanitário. Dessa maneira, foram encontradas 24 interferências que, em sua grande maioria, eram relacionadas a choques com peças estruturais, como vigas e pilares.

Como forma de apresentar alguns desses problemas encontrados, serão apresentados três casos e suas respectivas soluções. A primeira dessas ocorrências se deu devido a passagem do eletroduto por um dos pilares da sala de estar, como mostra a figura 34.

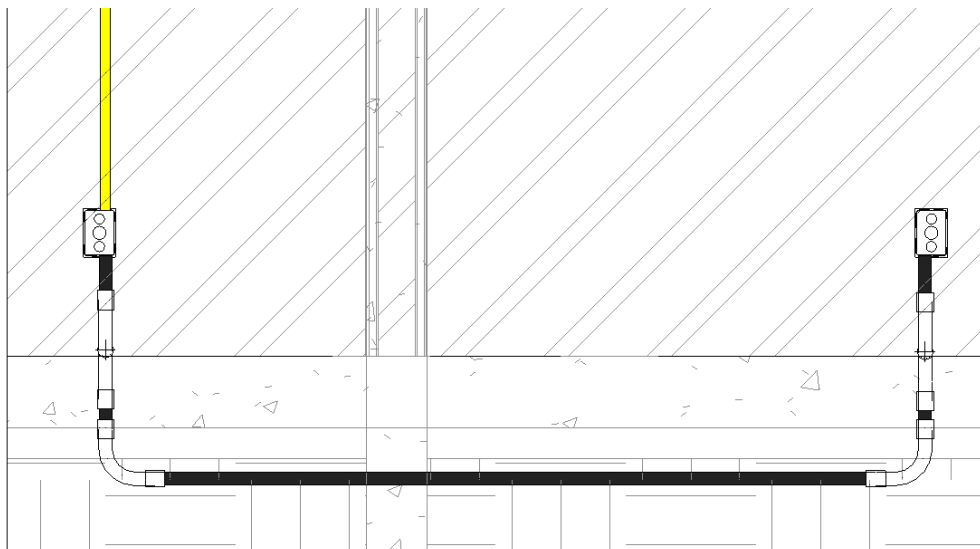
Figura 34 - Eletroduto atravessando pilar



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

A solução adotada para esse caso foi a passagem do eletroduto pelo solo e com a subida pelo contrapiso, visto que preferiu-se evitar furar qualquer peça estrutural. Para isso, foi preciso, também, alterar o tipo do eletroduto utilizado para o eletroduto rígido. O resultado pode ser observado na figura 35.

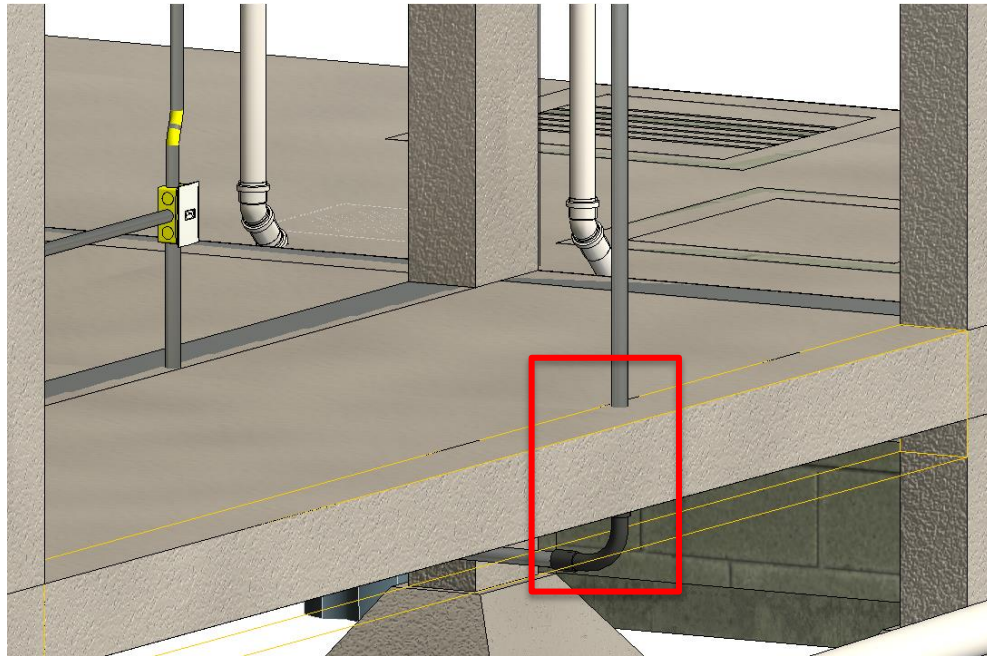
Figura 35 - Eletroduto com passagem pelo solo



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

A segunda situação foi devido a passagem dos eletrodutos da área de serviço que estavam situados de forma que atravessavam as vigas baldrame, conforme a figura 36.

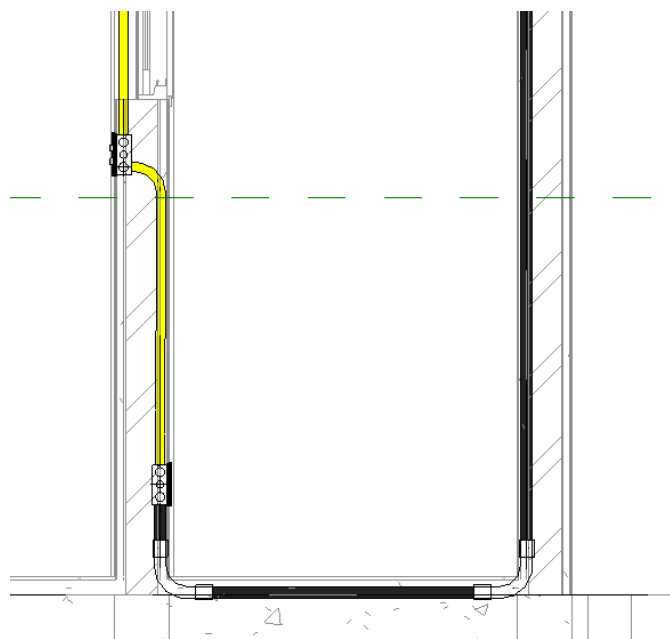
Figura 36 - Eletrodutos atravessando vigas baldrame



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Para solucionar essa interferência, preferiu-se passar esse eletroduto pelo contrapiso do ambiente. A nova disposição das peças do sistema elétrico é mostrada na figura 37.

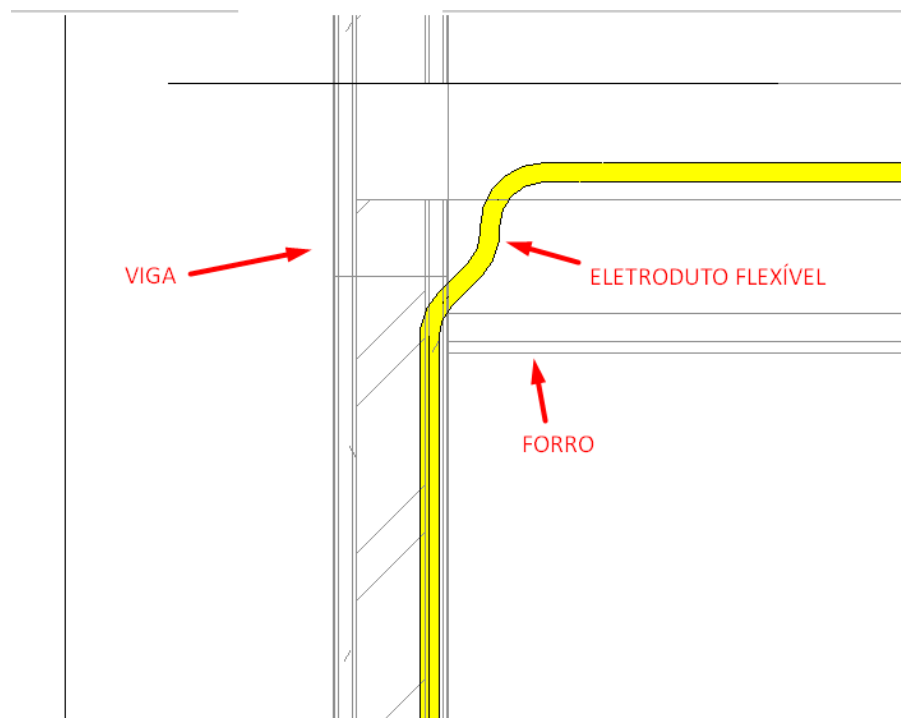
Figura 37 - Nova disposição dos eletrodutos



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Por fim, a terceira ocorrência que será apresentada neste trabalho se deu devido aos conduítes que vinham da laje e cortavam as vigas superiores para chegar nas tomadas e interruptores. Para resolver essas incompatibilidades, escolheu-se realizar um pequeno desvio nos eletrodutos que desciam para os pontos elétricos. Essa decisão foi escolhida, pois como há a presença de forros na residência, os conduítes não ficariam visíveis. A figura 38 demonstra a solução adotada no projeto.

Figura 38 - Desvio realizado no eletroduto



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Portanto, após a elaboração dos projetos, foi possível observar as diversas vantagens da modelagem paramétrica frente a modelagem bidimensional, o que contribui para a economia de tempo e recursos dos profissionais e empresas. Ademais, a ideia de concepção de um projeto modelo pode ser algo a ser trabalhado nas disciplinas de projeto do curso de Engenharia Civil do IFAL, a fim de fazer com que os alunos desenvolvam o conhecimento nessa metodologia e adquiram habilidades para trabalhar no novo fluxo de trabalho oferecido pelo BIM, através do compartilhamento de informações entre os responsáveis envolvidos.

## 7 O BIM NA EDUCAÇÃO

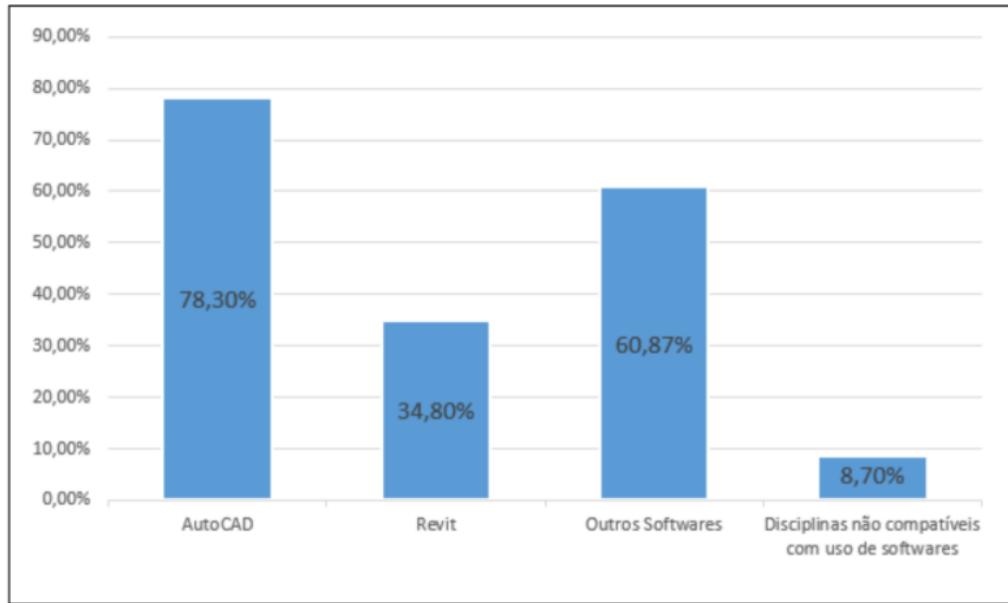
De acordo com Checcucci, Pereira e Amorim (2014), a utilização do BIM nas universidades traz vantagens no desenvolvimento de autonomia do estudante, capacidade de trabalhar em equipe, proatividade e liderança. Dessa forma, esta fase do presente trabalho foi dividida em duas etapas: análise de pesquisa e do PPC do curso.

Para a realização da primeira etapa, avaliação de dados obtidos em pesquisa, utilizou-se como base o artigo científico desenvolvido por Machado (2021), visto que o universo de pesquisa envolvido no trabalho do autor, é o mesmo vivenciado para a elaboração deste estudo. Diante disso, o autor realizou pesquisa e entrevista com professores do curso de Edificações do IFAL – Campus Maceió, que também compõem, em sua grande maioria, o quadro de docentes do curso de Engenharia Civil, a fim de entender o nível de conhecimento e as possíveis aplicações do BIM nas disciplinas.

Além de uma entrevista realizada com os professores através do *Google Meet*, Machado (2021) elaborou um questionário com 12 questões que tinha como objetivo buscar referências sobre: identificação e área de atuação do docente; utilização de *softwares* durante as aulas; conhecimento da metodologia BIM; aplicabilidade do BIM no curso; conhecimento sobre a conta educacional da Autodesk e sobre o Revit; interesse na participação de uma oficina sobre o BIM e o Revit.

À vista disso, pôde-se observar que a grande maioria, cerca de 78,3%, dos docentes que participaram da pesquisa, ainda usam o AutoCAD como ferramenta de projeto nas aulas e apenas 34,8% utilizam o Revit, conforme é apresentado na figura 39.

Figura 39 - Utilização de softwares nas aulas



Fonte: Machado (2021)

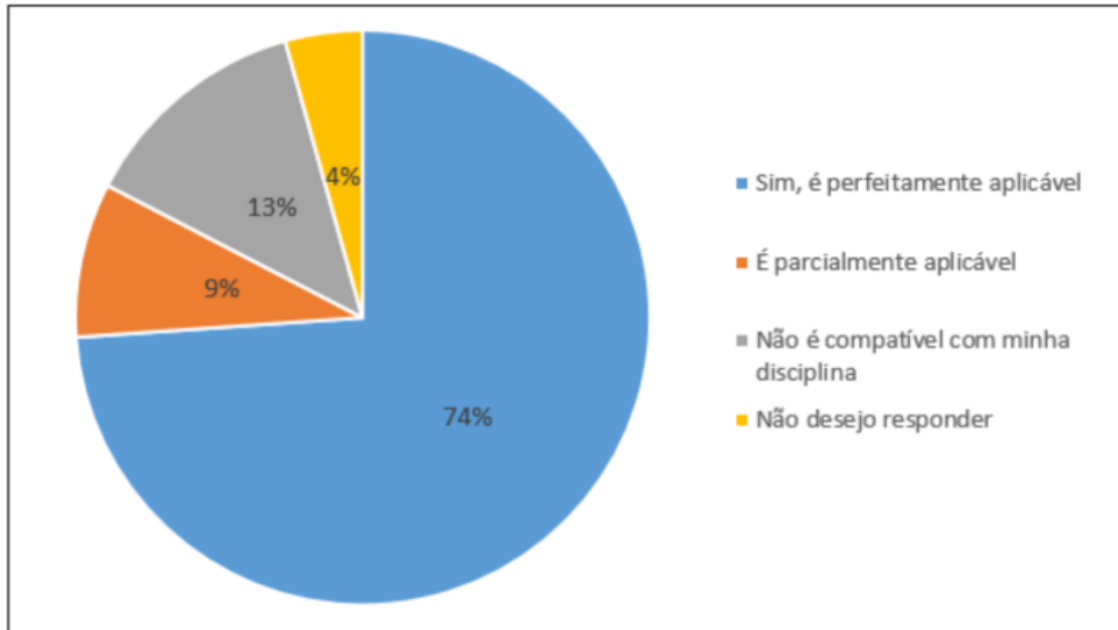
Já sobre o conhecimento da metodologia BIM por parte dos professores, Machado (2021) obteve os seguintes dados:

- 82,6% afirmaram conhecer, mas nunca ter utilizado;
- 17,4% já fizeram algum uso do BIM.

Esses números demonstram que é necessário que haja uma modernização no sistema educacional, a fim de fazer com que professores estejam aptos a utilizar as novas ferramentas, visto que, para implementar o BIM nas universidades, é preciso que os mesmos tenham conhecimentos avançados sobre essa nova metodologia.

Para o questionamento sobre um possível processo colaborativo, com o objetivo de envolver mais de uma disciplina de projeto, através da troca de informações entre *softwares* em formato IFC, que é utilizado para compartilhamento de projetos que utilizam a metodologia BIM, a pesquisa obteve como resultado: 73,4 % afirmaram que a aplicabilidade do BIM pode ocorrer de forma perfeita; 8,7% responderam que é parcialmente aplicável; 13% informaram não haver compatibilidade com as disciplinas que lecionam; 1 entrevistado preferiu não responder a esse questionamento. A representação desses dados pode ser observada na figura 40.

Figura 40 - Aplicabilidade do BIM pelos professores entrevistados



Fonte: Machado (2021)

Ao analisar a imagem acima é notório que existe um caminho aberto para a inserção do BIM no ensino. Entretanto, é preciso que haja também um investimento na qualificação do corpo docente, através de cursos e oficinas, e na aquisição de computadores e *softwares*.

O quinto questionamento buscava adquirir opiniões dos professores sobre a elaboração de um projeto base que seria trabalhado ao longo do curso, a fim de promover a multidisciplinaridade e, assim, trazer a realidade do BIM para as aulas. Para essa pergunta, 100% dos professores participantes responderam que esse processo faria com que o ensino se tornasse mais proveitoso para os alunos. Isso faz com que o uso do *Building Information Modeling* gere um ambiente de colaboração entre os componentes curriculares, professores e alunos.

A pergunta seguinte era sobre a capacidade dos entrevistados de usar os recursos de exportação e importação de arquivos em formato IFC ou outro. Quanto a isso, 30,4% dos participantes relataram ser capazes de realizar esse compartilhamento de modelos entre as plataformas de trabalho.

Quando questionados sobre o conhecimento do pacote educacional fornecido pela empresa Autodesk, 65,2% dos entrevistados afirmaram já fazer uso do recurso, enquanto 34,8% ainda não conhecia ou não tinha conhecimento de como criar uma conta na plataforma.

Ademais, os docentes foram questionados sobre a utilização de *softwares* da Autodesk e, como resposta, foi obtido o seguinte percentual:

- 82.6% utilizam o AutoCAD;
- 34.8% utilizam o Revit;
- 8.7% utilizam o Civil3D.

Dessa forma, fica exposto que, no Instituto Federal de Alagoas – Campus Maceió, ainda existe a predominância de utilização de práticas de projeto 2D, ou seja, há a necessidade de evolução de dessas metodologias para que os discentes saiam das universidades habilitados a disputar uma vaga no mercado de trabalho cada vez mais exigente.

Além disso, houve um questionamento, com possibilidade de mais de uma resposta, sobre o conhecimento e utilização dos *softwares* AutoCAD e Revit por parte do setor AEC, o qual observou-se que cerca de 69,6% indicaram que a primeira ferramenta é a mais conhecida e utilizada. Porém, 78,3% afirmaram que o Revit vem ganhando cada vez mais espaço no mercado. Esses dados confirmam, mais uma vez, que apesar do AutoCAD ser utilizado em grande escala ainda, os softwares BIM têm conseguido conquistar o seu espaço, mesmo que em passos lentos.

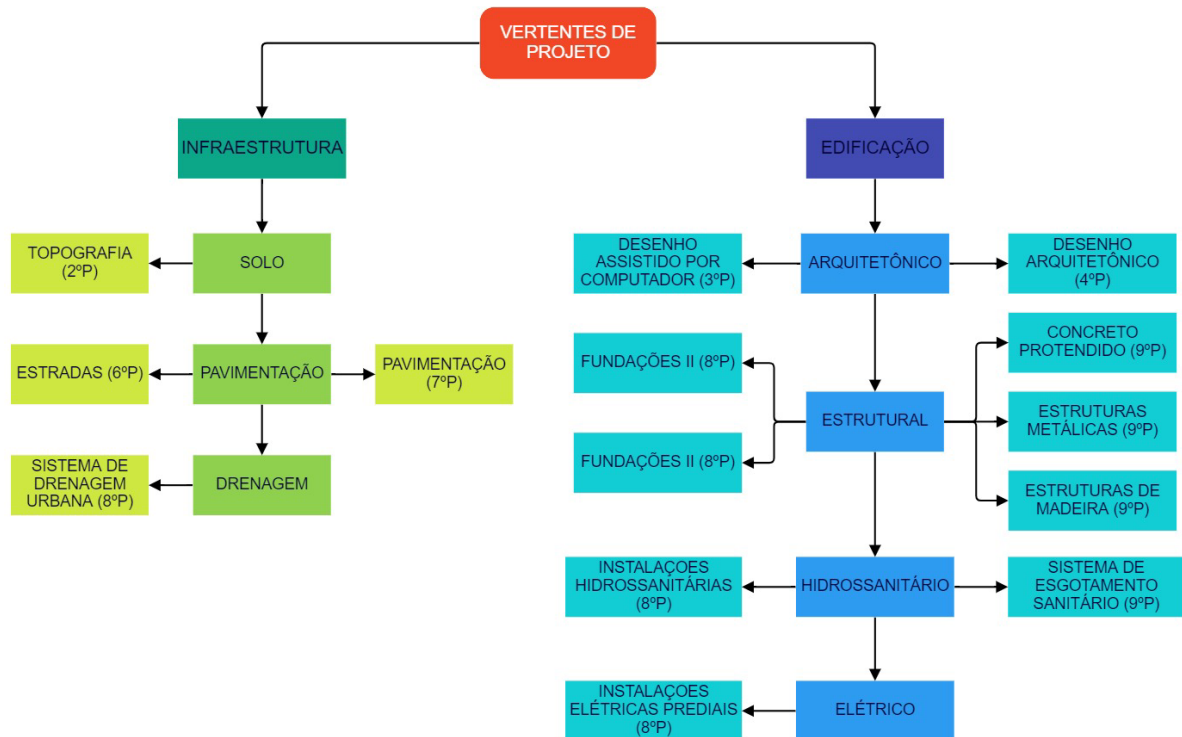
Por fim, Machado (2021) questionou os entrevistados sobre a possibilidade de participação em uma oficina sobre BIM e 100% dos docentes afirmaram que gostariam de participar. Isso mostra que há uma vontade por parte dos professores em se capacitar para oferecer uma educação melhor e cada vez mais atualizada para seus alunos, além de fortalecer a ideia de inserção do Building Information Modeling no Instituto Federal de Alagoas – *Campus* Maceió.

Como forma de complementar este estudo, realizou-se também a análise do Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil do IFAL Maceió, através do método elaborado por Checucci (2014), que tinha como objetivo identificar interfaces entre os componentes curriculares e o BIM, independentemente do nível de aplicação.

Essa técnica consiste na elaboração e preenchimento de retângulos, que simbolizam as disciplinas, de acordo as 4 categorias criadas pela autora: (a) relação entre o componente e o BIM; (b) conteúdos BIM que podem ser trabalhados; (c) etapas do ciclo de vida da edificação que podem ser discutidas; (d) disciplinas do projeto que podem ser trabalhadas. A figura 41 mostra essa representação.



Figura 42 - Fluxograma de componentes curriculares com possíveis aplicações do BIM



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Além das apresentadas no fluxograma, existem outras matérias em que o BIM pode ser trabalhado, mesmo que de forma teórica e introdutória:

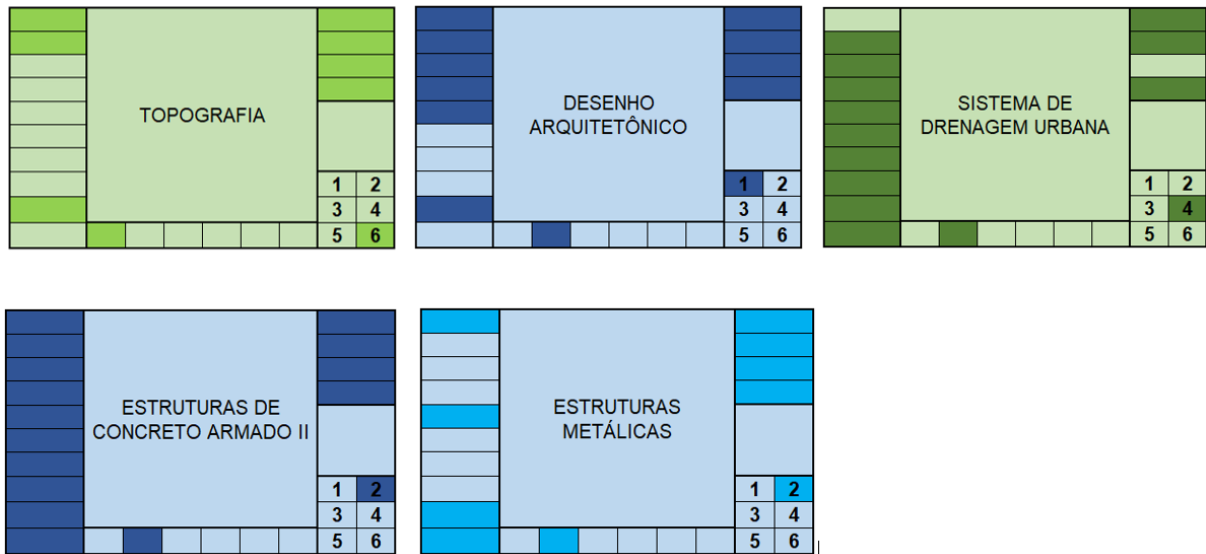
- Introdução à Engenharia Civil – 1ºP;
- Projetos Integradores I, II e III – 4ºP, 6ºP e 8ºP;
- Alvenaria Estrutural – Eletiva I;
- Planejamento e Gerenciamento de Obras – Eletiva II.

Entretanto, para a realização do presente trabalho, foram analisadas apenas as disciplinas citadas no fluxograma (Apêndice A), pois as mesmas possuem chance maior de trabalharem com o BIM.

Após essa primeira análise, foi colocado em prática o método estabelecido pela autora Checcucci (2014). Dessa forma, escolheu-se, uma por vez e em ordem crescente de períodos, as disciplinas para análise. Para a montagem e realização do preenchimento dos retângulos, utilizou-se o Excel.

Diante disso, para um melhor entendimento do método utilizado, serão apresentados 5 exemplos na figura 43.

Figura 43 - Exemplos das análises realizadas



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Para o primeiro caso, a disciplina de Topografia, foi escolhido a coloração de tom médio, pois entende-se que o BIM possa ser utilizado, porém depende do foco dado pelo professor. Além disso, no componente curricular, podem ser trabalhados conceitos importantes, etapa do ciclo de vida da edificação, através de análises preliminares do terreno que serviria como base para a elaboração do projeto base do curso, e há a possibilidade de trabalho de disciplina de projeto. Para a categoria (b) foram escolhidos os conteúdos a ser trabalhados: ciclo de vida, colaboração e visualização do modelo. Por fim, na categoria (c) foi escolhido a etapa de estudo de viabilidade (1).

Ademais, na situação da matéria de Desenho Arquitetônico, obteve-se como resultado da análise o seguinte: na categoria (a) foi observado que a disciplina possui forte relação com a interface BIM, por isso a escolha do tom escuro; para os conteúdos que podem ser trabalhados, classe (b), analisou-se como possível o ciclo de vida da edificação, a colaboração, interoperabilidade, coordenação, modelagem geométrica tridimensional e visualização do modelo; na categoria (c), escolheu-se a projeção como etapa do ciclo de vida a ser trabalhada; por fim, na categoria (d), disciplina de projeto a ser apresentada seria a de Arquitetura.

Enquanto isso, o terceiro componente curricular apresentado como exemplo, foi Sistema de Drenagem Urbana, que diferente do primeiro caso, essa disciplina possui forte relação com o BIM e por isso escolheu-se a tonalidade mais escura. Além do mais, na categoria (a) foram escolhidas 3 opções das 4 possíveis. Já na (b), entendeu-se que era possível o trabalho de todos os conteúdos, exceto o ciclo de vida da edificação, visto que se trata de uma obra

horizontal, ligada a infraestrutura de um bairro ou cidade. No grupo (c) foi escolhido o item de projeção. Por último, a disciplina de projeto escolhida foi a de Hidráulica, pois trata-se do desenvolvimento de um projeto que envolve drenagem.

Tem-se também a análise da disciplina de Estruturas de Concreto Armado II, na qual foi escolhida a cor escura que simboliza a existência de uma interface com o BIM e, para as classes (a) e (b), foram escolhidas todas as opções, o que fortalece a escolha do tom mais escuro. Na categoria (c) marcou-se a opção de fase de projeção, enquanto na (d) selecionou-se a disciplina de Estrutura.

Por fim, foi realizada a avaliação da matéria de Estruturas Metálicas, na qual optou-se pelo tom mais claro, pois a depender do foco dado pelo docente, a disciplina pode ou não ter a utilização do BIM como ferramenta. Além disso, na primeira categoria, foram selecionadas todas as opções, porém na classe (b), apenas 4 conteúdos foram escolhidos: 1, 5, 9 e 10. Para os dois últimos grupos, foram escolhidas as opções de número 2: projeção na categoria (c) e a disciplina de projeto “Estrutura” na (d).

## 8 CONCLUSÃO

Dessa forma, de acordo com as informações obtidas com a elaboração e apresentação dos projetos arquitetônico, estrutural e complementares no presente estudo, foi possível observar que o BIM chega ao setor AEC com inúmeras vantagens frente as práticas atuais de projetos 2D. Entre esses benefícios, pode-se citar: a melhor visualização do projeto através da modelagem geométrica 3D, levantamento de dados da edificação de forma automatizada, identificação de possíveis interferências, de forma antecipada, que antes eram observadas apenas durante a execução da obra, ganho de tempo e economia de recursos.

Além disso, a utilização dessa metodologia, pode ser vista como uma oportunidade de diferenciação por parte de empresas e profissionais, visto que a Modelagem da Informação da Construção ainda não se encontra totalmente adotada pelo setor da construção civil no Brasil e ainda enfrenta alguns desafios, como a falta de mão de obra qualificada e a necessidade de revisão nos processos de trabalho, por exemplo. Isso se deve ao fato de o BIM trazer a proposta de organização de um novo *workflow*, que visa a interoperabilidade e colaboração por parte das disciplinas envolvidas no projeto.

Como forma de complementar este trabalho, foram analisados diversos estudos que trabalhavam a mesma temática de inserção do BIM no ensino superior, em especial no curso de Engenharia Civil. Através dessas revisões e das análises dos dados obtidos na pesquisa realizada por Machado (2021), a qual engloba professores que, além de lecionarem no curso de Edificações, também fazem parte do corpo docente do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Alagoas, Campus Maceió.

Assim, pôde-se notar que os *softwares* de modelagem 3D ainda são pouco utilizados no meio acadêmico e isso se deve ao fato de existir a necessidade de capacitação dos docentes para a utilização nas novas ferramentas. Além do mais, é de grande importância a participação da comissão de inserção do BIM no ensino do IFAL, a fim de buscar soluções e caminhos para que ocorra essa implantação, através da mudança no PPC do curso.

Ademais, a pesquisa do autor apresenta outros dados, que demonstram que a grande maioria dos professores possuem o conhecimento sobre o que é o *Building Information Modeling* e que a aplicação desse método na grade curricular do curso é totalmente possível.

Por fim, foi realizada uma investigação, através da utilização do método de Checcucci (2014), sobre as disciplinas do curso de Engenharia Civil que possuíam ou não a possibilidade de inserção do BIM. Assim sendo, observou-se, no fluxograma e nas análises realizadas, que 14 componentes curriculares (Apêndice A) apresentavam condições de passarem por uma

mudança na sua metodologia de ensino. Além disso, outras 6 disciplinas, como foi mostrado no fluxograma elaborado, poderiam sofrer a inserção da Modelagem da Informação da Construção, porém de forma mais teórica e introdutória.

Essas informações mostram que existe um caminho aberto para o BIM no ensino superior, porém é essencial que haja uma movimentação por parte dos responsáveis das Instituições de Ensino Superior (IES) para que essa adoção seja concretizada e contribua para que os discentes se formem com os conhecimentos necessários para disputar uma vaga no mercado de trabalho. Assim, o presente estudo busca contribuir com o processo de inserção dessa nova metodologia através da elaboração de um Plano de Introdução do BIM no curso de Engenharia Civil do IFAL, Campus Maceió.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. A. de. **Implementação do BIM no ensino: adequação de matrizes curriculares de cursos de arquitetura através da identificação de permeabilidades de conteúdo**. 2018. 198 f. Dissertação (Mestrado em ambiente construído) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018.

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. **Ensino De BIM: Tendências Atuais no Cenário Internacional**. Gestão & Tecnologia de Projetos, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 67-80, 2012. DOI: 10.4237/gtp.v6i2.218. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/51011>. Acesso em: 21 de dezembro de 2021.

BATISTELLO, P.; BALZAN, K. L.; PEREIRA, A. T. C. **BIM no ensino das competências em Arquitetura e Urbanismo: transformação curricular**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 10, p. e019019, 2019. DOI: 10.20396/parc.v10i0.8653989. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8653989>. Acesso em: 21 dez. 2021.

CATELANI, W. S. **Coletânea Implementação Do Bim: Volume 1 Fundamentos Bim**. Brasília,DF: CBIC, 2016.

CHECCUCCI, É. D. S.; PEREIRA, A. P. C.; AMORIM, A. L. D. **Modelagem da Informação da Construção (BIM) no Ensino de Arquitetura**. Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics - SIGraDi: Knowledge-based Design, 17, São Paulo, v. 1, n. 7, p. 307-311, 2014.

CHECCUCCI, É. D. S. **ENSINO-APRENDIZAGEM DE BIM NOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E O PAPEL DA EXPRESSÃO GRÁFICA NESTE CONTEXTO**. Tese (Tese em Arquitetura e Urbanismo) - UFBA. Salvador, p. 235. 2014.

Curso Projetando Loteamentos Com AutoCad Civil 3D - Terraplenagem, Parcelamento e Modelagem. **Tutorial Cursos EAD**. Disponível em: <https://www.tutorialcursos.com/item/curso-projetando-loteamentos-com-autocad-civil-3d-%252d-terraplenagem%2c-parcelamento-e-modelagem.html>. Acesso em: 5 de julho de 2022.

EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

GONÇALVES Jr. Francisco. (2018) **BIM: Tudo o que você precisa saber sobre essa metodologia**. Mais Engenharia, AltoQi. Disponível em: <https://maisenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/>. Acesso em: 2 de novembro de 2021.

JUSTI, A. R. **Implantação Da Plataforma Revit Nos Escritórios Brasileiros**. Gestão & Tecnologia de Projetos, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 140-152, 2008. DOI: 10.4237/gtp.v3i1.56.

Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50931>. Acesso em: 23 de setembro de 2021.

LEAL, B. M. F. **BIM no ensino de tecnologia da construção: estudo de caso**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 10, p. e019027, 2019. DOI: 10.20396/parc.v10i0.8653550. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8653550>. Acesso em: 21 dez. 2021.

MACHADO, Alexandre Cunha. **Uso da plataforma BIM no curso técnico integrado ao ensino médio em edificações: uma intervenção nas aulas de projeto**. Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Paula Santos de Melo Fiori. 2021. 47 f. Artigo científico (Especialização). Curso de Especialização em Docência do Ensino Profissional, Instituto Federal de Alagoas, Maceió, 2021.

RUSCHEL, Regina Coeli; ANDRADE, Max Lira Veras Xavier de; MORAIS, Marcelo de. **O ensino de BIM no Brasil: onde estamos?**. Ambiente Construído [online]. 2013, v. 13, n. 2, pp. 151-165. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1678-86212013000200012>>. Epub 18 Jul 2013. ISSN 1678-8621. <https://doi.org/10.1590/S1678-86212013000200012>. Acesso em: 22 de dezembro de 2021.

SERIDÓ, Lucas Rafael de Sousa. **A Adoção Do Bim No Ensino De Engenharia Civil E Arquitetura E Urbanismo Em Instituições De Ensino Superior Do Ceará**. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará. Cratéus, p. 78. 2021.

SUCCAR, B. **Building Information Modelling Framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders**. Automation in Construction, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.

