



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO – UFERSA
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS – CMPF
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

ANÁBIA VITÓRIA FERNANDES

**USO DA TECNOLOGIA BIM COMO FERRAMENTA COMPLEMENTAR NO
ENSINO DE PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO**

PAU DOS FERROS
2022

ANÁBIA VITÓRIA FERNANDES

**USO DA TECNOLOGIA BIM COMO FERRAMENTA COMPLEMENTAR NO
ENSINO DE PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal Rural
do Semi-Árido – UFERSA, como requisito
parcial para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Matheus Fernandes
de Araújo Silva.

PAU DOS FERROS
2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

F363u Fernandes, Anábíia Vitória .
 Uso De Tecnologia BIM Como Ferramenta
 Complementar No Ensino De Projeto De Estruturas
 De Concreto Armado / Anábíia Vitória Fernandes. -
 2022.
 82 f. : il.

 Orientador: Matheus Fernandes de Araújo Silva.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
 2022.

 1. BIM. 2. Revit. 3. Concreto Armado. 4. TIC.
 5. Nova Lei de Licitações e Contratos
 Administrativos. I. Silva, Matheus Fernandes de
 Araújo , orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

 Biblioteca Campus Pau dos Ferros
 Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
 CRB: 1115

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ANÁBIA VITÓRIA FERNANDES

**USO DA TECNOLOGIA BIM COMO FERRAMENTA COMPLEMENTAR NO
ENSINO DE PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal Rural
do Semi-Árido – UFERSA, como requisito
parcial para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em, 24 de Maio de 2022.

BANCA EXAMINADORA

MATHEUS FERNANDES DE
ARAUJO SILVA:01435936418

Assinado digitalmente por
MATHEUS FERNANDES DE ARAUJO
SILVA:01435936418
Dados: 2022.05.26 10:12:38 -03'00'

Prof. Dr. Matheus Fernandes de Araújo Silva
Orientador

LEONARDO HENRIQUE
BORGES DE OLIVEIRA
08219316446

Assinado digitalmente por LEONARDO HENRIQUE BORGES
DE OLIVEIRA:08219316446
DN: CN=LEONARDO HENRIQUE BORGES DE OLIVEIRA:
08219316446, OU=UFERSA - Universidade Federal Rural do
Semi-Árido, O=UFERSA, C=BR
* Razão: Eu estou aprovando este documento
Localização: sua localização de assinatura aqui
Data: 2022.05.25 22:27:43-03'00'
Foxit PDF Reader Versão: 11.2.2

Prof. Dr. Leonardo Henrique Borges de Oliveira
Examinador Interno

 Date: 2022.05.25
23:42:02 -03'00'

Prof. Dr. Paulo Henrique Araújo Bezerra
Examinador Interno

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter colocado o projeto dos meus sonhos ao alcance, por ter desenvolvido cada detalhe do que hoje constitui a edificação chamada Anábia Fernandes. Por ter mantido a minha estrutura, principalmente psicológica estável, quando as ações externas estavam proporcionando o colapso da edificação a qual hoje represento.

A todo o meu sistema estrutural, representado hoje por meu pai Wielândio Fernandes, minha mãe Jailda Fernandes, meu irmão Abinadabe Fernandes e ao meu noivo Mauro Pereira, Deus não poderia ter escolhido elementos melhores para manter a minha edificação em pé. Vocês proporcionam conforto e segurança a minha construção. Me faltam palavras para expressar a significância que vocês possuem. Muito obrigada!

Aos docentes que constituem o curso de Engenharia Civil, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Campus Pau dos Ferros/RN. Vocês constituem os blocos de alvenaria da minha edificação, foram e são essenciais para o meu desenvolvimento. Em especial ao docente Dr. Matheus Fernandes, que me propôs o desenvolvimento desta pesquisa, e aos docentes Dr. Leonardo Oliveira e Dr. Paulo Bezerra, que aceitaram o convite de constituir a banca examinadora.

Com relação aos demais elementos, integrantes da edificação em questão, trago a representação dos meus colegas, especificamente Gisele Gonçalves, Isabely keyva, Jéssica Rodrigues, Lucas Justino e Guilherme Oliveira.

O meu muito obrigado a todos vocês. Que venham as reformas e com isso o crescimento da edificação Anábia Fernandes!

*“Entrega o teu caminho ao SENHOR;
confia nEle, e Ele tudo fará.” (BÍBLIA
SAGRADA ONLINE - SALMOS 37:5)*

RESUMO

É notório que os discentes que constituem o ambiente universitário se mostram muitas vezes desestimulados, por não conseguirem visualizar de forma realista o que é apresentado na sala de aula pelo docente, sentindo-se despreparados para o mercado de trabalho. O presente trabalho tem por objetivo analisar a implementação de uma ferramenta Building Informativo Modeling (BIM), o Revit da Autodesk, como ferramenta complementar no ensino de projeto do componente curricular de Estruturas de Concreto Armado, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, por meio do desenvolvimento de um minicurso através da utilização do *software*, como uma Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC), onde realizou-se o lançamento e a modelagem de todo sistema estrutural estabelecido, condizente ao projeto arquitetônico. Nesse contexto, o BIM foi utilizado, sendo possível criar por meio dele um modelo digital e realista, composto por um enriquecido banco de dados. Fazendo referência ao decreto nº 10.306 de 2020, que aborda a obrigatoriedade do BIM em 2021 e a nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos, a nº 14.133:2021. Ao método de coleta de informações, foram realizadas pesquisas bibliográficas, junto a um lançamento estrutural de um projeto arquitetônico utilizando o *software* Revit, além de uma apuração de dados, por meio de formulário eletrônico, com perguntas fechadas. O problema é enfatizado de forma descritiva com uma abordagem mista. No final deste, constatou-se a aceitação acadêmica, de modo que os discentes demonstraram compreender os conteúdos abordados no minicurso, e identificação de benefícios mediante adoção da ferramenta. Por fim é sugerido trabalhos posteriores como forma de estratégia de ensino no processo de inserção do BIM.

Palavras-chave: BIM. Revit. Concreto Armado. TIC. Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS.....	19
2.1 OBJETIVO GERAL.....	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
3 REVISÃO TEÓRICA.....	20
3.1 TECNOLOGIAS DE INOVAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA EDUCAÇÃO UNIVERSITÁRIA.....	20
3.2 BUILDING INFORMATION MODELING – BIM.....	21
3.3 SOFTWARE AUTODESK REVIT.....	28
3.4 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS.....	32
3.5 PROJETO ARQUITETÔNICO.....	33
3.6 CONCEPÇÃO ESTRUTURAL.....	34
3.6.1 Pilares.....	37
3.6.2 Vigas.....	41
4 METODOLOGIA.....	43
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	46
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
6.1 SUGESTÃO PARA TRABALHOS POSTERIORES.....	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
APÊNDICE I.....	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Multidimensionalidade do BIM.....	25
Figura 3.2 - Ciclo de vida na plataforma BIM.....	26
Figura 3.3 - Interface Revit.....	29
Figura 3.4 - Configurações do elemento coluna.....	30
Figura 3.5 – Vista lateral de pilares em diferentes níveis.....	31
Figura 3.6 – Fluxo de projeto para compatibilização.....	33
Figura 3.7 - Fluxo das ações nos elementos estruturais.....	36
Figura 3.8 - Processo para determinação da área de influência dos pilares.....	39
Figura 3.9 - Classificação dos pilares quanto ao seu posicionamento.....	40
Figura 3.10 - Representação dos vãos das vigas.....	42
Figura 5.1 - Representação da planta baixa do pavimento térreo.....	47
Figura 5.2 - Representação da planta baixa do pavimento superior.....	48
Figura 5.3 - Elevações dos diferentes níveis estabelecidos em metro (m).....	49
Figura 5.4 - Corte transversal da edificação.....	49
Figura 5.5 - Renderização da edificação.....	50
Figura 5.6 - Representação do traçado de eixos no pavimento térreo.....	51
Figura 5.7 - Sobreposição de plantas baixas.....	53
Figura 5.8 - Disposição de pilares no pavimento térreo.....	55
Figura 5.9 - Disposição de pilares no pavimento superior.....	56
Figura 5.10 - Delimitação da área de influência.....	57
Figura 5.11 - Valores obtidos para área de influência.....	58
Figura 5.12 - Disposição de vigas baldrame.....	62
Figura 5.13 - Disposição de vigas do piso 2.....	63
Figura 5.14 - Disposição de vigas na cobertura.....	64
Figura 5.15 - Disposição de vigas do barrilete.....	65
Figura 5.16 - Disposição de vigas do reservatório.....	65
Figura 5.17 - Vista tridimensional da disposição das vigas.....	66
Figura 5.18 - Vista tridimensional do sistema estrutural.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Coeficiente de majoração - pilares.....	39
Tabela 3.2 - Coeficiente - Posicionamento dos pilares.....	41
Tabela 5.1 - Dimensões geométricas adotadas para os pilares.....	55
Tabela 5.2 - Classe de Agressividade Ambiental (CAA).....	60
Tabela 5.3 - Classe do concreto.....	60
Tabela 5.4 - Valores correspondentes a força normal de compressão e a área de seção do concreto.....	61
Tabela 5.5 - Novos valores para a área de seção do concreto.....	62

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1 - Desenvolvimento de atividades no tempo previsto.....	69
Gráfico 5.2 - Nível de facilidade de uso para o software Revit.....	70
Gráfico 5.3 - Utilização do Revit como recurso metodológico.....	70
Gráfico 5.4 - Importância dos conhecimentos adquiridos para a vida acadêmica...	71
Gráfico 5.5 - Importância dos conhecimentos adquiridos para a vida profissional...	73
Gráfico 5.6 - Indicação do recurso do software BIM utilizado para outra pessoa.....	74
Gráfico 5.7 - Grau de importância da realização do minicurso.....	75

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Cálculo da força nominal

Equação 2: Cálculo da força normal - considerando área de influência

Equação 3: Cálculo de área da seção

Equação 4: Cálculo da altura da viga

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	Duas dimensões
3D	Três dimensões
4D	Quatro dimensões
5D	Cinco dimensões
6D	Seis dimensões
7D	Sete dimensões
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
BCT	Bacharelado em Ciência e Tecnologia
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CE-BIM	Comitê Estratégico de Implementação do BIM
MEC	Ministério da Educação
ProInfo	Programa Nacional de Tecnologia Educacional
TICs	Tecnologias de Informação e Comunicação
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido
BICT	Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia

1 INTRODUÇÃO

Diante do constante avanço tecnológico, é notório a crescente exigência que o mercado da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC)¹ apresenta, relacionada à qualidade dos projetos e ao menor prazo de entrega. Essa demanda provoca a necessidade de adaptação no processo de produção e execução de projetos, em todo o setor AEC.

Uma das mudanças, ocorridas no departamento de projetos, decorrentes do avanço tecnológico, segundo Ferreira *et al.* (2019), surgiu no ano de 1970 em decorrência da adesão ao *software* computacional Computer Aided Design (CAD)². Por meio desta, as pranchas de desenhos, que inicialmente eram produzidas manualmente, foram substituídas por projeções ortogonais, em formato bidimensional (2D)³ desenvolvidas em computadores. Surgiu então a necessidade de otimização desse setor, que exige constante desenvolvimento individual e otimização de tempo, visando sempre projetar mais, garantindo qualidade e eficiência.

Os profissionais da década 70, tiveram que se adaptar ao cenário a qual estavam expostos, e atender as demandas solicitadas pela sociedade, utilizando as ferramentas disponíveis no momento. O mesmo ocorre atualmente, sendo necessário o uso dos recursos disponíveis no mercado da construção civil por parte dos profissionais, de modo a realizarem o seu trabalho com uma maior qualidade.

Outra grande inovação que tem ocorrido no setor da Arquitetura, Engenharia e Construção, no âmbito de desenvolvimento de projetos, se iniciou com a utilização da Modelagem da Informação da Construção, o Building Information Modeling (BIM). Em decorrência da variabilidade de vantagens que o mesmo possui, como a possibilidade de efetuar compatibilização de diferentes projetos.

De acordo com Barison e Santos (2016), o BIM se refere a uma ferramenta metodológica que engloba um conjunto de *softwares*, permitindo uma modelagem mais detalhada dos elementos. Dentre os seus benefícios tem-se o processo de

¹ AEC é uma iniciativa de união entre as entidades e organizações dos mais diversos segmentos da construção civil, constituída pela Arquitetura, Engenharia e Construção.

² CAD traduzido significa Desenho Assistido por Computador, é um sistema computacional bidimensional e tridimensional, desenvolvido para facilitar a produção de projetos e desenhos técnicos, substituindo o trabalho manual.

³ 2D constitui a visualização dos objetos em até duas dimensões.

produção e execução de projeto integrado, garantindo que as construções sejam executadas em um menor tempo, com um menor custo e com uma maior eficiência, por meio de suas habilidades, incluindo a modelagem tridimensional (3D)⁴. Abrangendo todo o ciclo da construção, o BIM estabelece relações interdisciplinares entre as equipes, facilitando o gerenciamento de todo o processo construtivo.

Com relação aos elementos, a qual o BIM garante uma modelagem mais detalhada em decorrência das ferramentas que o constituem, de acordo com Alvarenga e Carvalho (2018), são também chamados de famílias, tratam-se de um grupo com propriedades de parâmetros em comum, e por sua vez, esses parâmetros são os diferentes elementos constituintes. Por exemplo, uma parede, por mais que ela possa apresentar texturas ou dimensões diferentes, a sua essência não é alterada, ou seja, ela continua pertencendo ao mesmo grupo, elemento - parede.

Dentre as principais motivações para adoção do BIM, tem-se as suas inúmeras aplicabilidades em empreendimentos da construção civil, possibilitando o desenvolvimento dos mais diversos tipos de projetos de forma integrada. Uma ferramenta de grande valia para as universidades que dispõem de cursos que compõem o setor da AEC, devido abranger o desenvolvimento de diversos setores da área e em seguida permitir a sua integralização, todo processo sendo facilitado por intermédio da visualização em 3D.

Entre os diversos *softwares* que compõem a metodologia BIM, tem-se o Revit, desenvolvido pela companhia Charles River em 1997 (FERREIRA *et al.* 2019). Este, possui recursos utilizáveis pela arquitetura e engenharia, que possibilitam uma maior qualidade em seus produtos, assim como mais rapidez no processo de execução, isso por ser possível elaborar projetos ricos em informações e efetuar atividades de forma automatizada, como elaboração de cortes.

Mesmo diante do emprego progressivo dessa metodologia no setor profissional, muitas universidades de engenharia civil ainda não utilizam o Revit como parte integrante de seus componentes curriculares, fazendo uso do método tradicional de ensino, onde o processo de aprendizagem com ênfase em projeto é mínimo, assim como a utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), que facilitam a compreensão e absorção de conteúdos pelos discentes.

⁴ 3D constitui a visualização dos objetos em até três dimensões.

Segundo Fernandes *et al.* (2021), as TICs são ferramentas de ensino e aprendizagem, de grande relevância no ambiente escolar, atuando como agente potencializador do aprendizado, contribuindo para a absorção de conhecimento, assim como para a compreensão do conteúdo repassado. Esses instrumentos de apoio precisam estar inseridos na diária universitária, despertando o interesse em aprender dos discentes, diversificando as aulas, conforme apontado por Costa e Souza (2017):

A ampliação da capacidade de armazenamento e memorização de informações, dados, formas de conhecimento e a integração mundial são particularidades notórias que as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) possibilitam. (COSTA E SOUZA, 2017, 221)

Possibilitando a integralização dos conhecimentos advindos dos componentes curriculares, que constituem a estrutura curricular das universidades de engenharia civil, o recurso BIM contribui para o desenvolvimento de novas habilidades e percepção dos discentes, por meio da sua visualização tridimensional, estabelecendo relações entre as diversas áreas do aprendizado, despertando não somente os interesses dos alunos, mas estimulando a aprendizagem.

Sendo as TICs agentes potencializadores do ensino e da aprendizagem, surge a necessidade de implementação dessa tecnologia nos campos universitários, como uma estratégia de ensino, pesquisa e extensão, contribuindo para o entendimento do conteúdo apresentado em sala de aula.

É notória que a evolução gradativa do formato pedagógico exige adaptação ao desenvolvimento tecnológico. De acordo com uma pesquisa realizada por Fernandes *et al.* (2021), alguns professores relatam não dispor de conhecimento para adotar as TICs em suas aulas. Expondo a necessidade do processo constante de aprimoramento de saberes, como indispensável para o desenvolvimento da educação, potencializando uma melhor qualidade de ensino.

A transmissão de conteúdo em aulas comumente é composta pela exposição de conteúdo pelo docente e pela memorização e aplicação em prova por parte do aluno. Sem nenhuma utilização tecnológica. Dificultando a compreensão e visualização do apresentado em aula. A dificuldade de visualização ocorre principalmente na compatibilização e desenvolvimento de projetos.

Na análise dos projetos desenvolvidos no procedimento construtivo, o BIM impacta positivamente, tornando a obra mais completa e eficiente. Diferentemente do que acontece com a ferramenta CAD, que de acordo com Crespo e Ruschel

(2007), apresenta ineficiência em se integrar com as ferramentas de cálculo estrutural, limitando as análises entre os projetos complementares⁵. Estes devem seguir rigorosamente as normas vigentes estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Diversas publicações técnicas têm estimulado o uso da metodologia BIM pelos profissionais AEC, como a coletânea “Implantação do BIM para construtoras e incorporadoras”, composta por cinco volumes, da CBIC (CBIC, 2016) e o Guia AsBEA - Boas Práticas em BIM (ASBEA, 2015). Restringindo-se ao Revit tem-se a postila “Capacitação: Introdução ao Revit” (Alvarenga e Carvalho, 2018). Quando se trata de editais de projetos públicos, segundo a Secretaria de Infraestrutura e Logística do Paraná (2021), alguns municípios já solicitam a utilização do BIM em algum nível desde 2012. A crescente demanda pelo BIM, está relacionada ao seu potencial em compatibilização de projetos, contribuindo para que o profissional tenha foco em mais de um projeto ao mesmo tempo.

De modo a promover uma formação mais qualificada, os campos universitários de engenharia devem se adaptar gradativamente à evolução do formato pedagógico, incluindo as Tecnologias de Informação e Comunicação a qual a sociedade está exposta na formação dos futuros profissionais, facilitando a compreensão dos discentes e causando o estímulo do estudo. Diante do exposto, a motivação inicial para a realização desta pesquisa advém da obrigatoriedade do BIM na execução de obras e serviços de engenharia, desenvolvidos pelos órgãos e entidades da administração pública federal no ano de 2021, mediante a isso estabeleceu-se a seguinte problemática: “Como o *software* Revit contribui para a compreensão dos discentes do curso de Engenharia Civil da UFERSA no componente curricular de Estruturas de Concreto Armado?”.

Quando se trata da área estrutural, nota-se que o interesse dos docentes em estudar e empregar a tecnologia BIM em sua metodologia é reduzido. Isso pode ser constatado com base na baixa quantidade de publicações que expõem a utilização da tecnologia no componente curricular de Estruturas de Concreto Armado.

Discorrendo continuamente acerca do elemento estrutural, quando se trata da sua concepção, o *software* Revit contribui para a compreensão dos conteúdos

⁵ Projetos complementares tratam-se de projetos técnicos que complementam as informações do que se refere ao projeto arquitetônico, diminuindo as chances de ocorrência de erros. É possível citar: estruturais, fundações, hidrossanitário, elétrica, proteção contra incêndio, acessibilidade, entre outros.

ministrados no ambiente universitário, favorecendo a entendimento acerca dos elementos estruturais, que constam nas normas técnicas, inclusive na ABNT NBR 6118:2014 - Projeto de Estruturas de Concreto Armado, por meio da visualização. Uma vez que, quanto mais se adentra a indústria da construção civil na sociedade, maior a sua influência na formação de profissionais, ou seja, os campos universitários da construção civil devem incluir as tecnologias a qual a sociedade está exposta na formação dos futuros profissionais.

O intuito desta pesquisa é potencializar o ensino e a aprendizagem através de um recurso tecnológico, o Revit, que além de fixar a atenção dos alunos, contribui para a compreensão do que é ministrado nas aulas, suprimindo as dificuldades apresentadas pelos discentes.

Com relação aos métodos de coleta de informações, foram realizadas pesquisas bibliográficas e um estudo de caso. Segundo Yin (2001), esse tipo de estudo abrange abordagens específicas de coletas e análise de dados. A investigação consistiu na realização de um minicurso com o título “Concepção Estrutural”, onde o BIM foi trabalhado como um agente potencializador do ensino e da aprendizagem, por meio dos *softwares* Revit da Autodesk⁶, Lisa e TQS.

Além da pesquisa bibliográfica, após a realização das aulas do referido minicurso, ocorreu a aplicação de um formulário com perguntas objetivas aos participantes. Esse método permite uma maior flexibilidade e possibilita ao entrevistador eliminar dúvidas e obter informações precisas (LAKATOS; MARCONI, 2003). O problema é enfatizado de forma descritiva com uma abordagem qualiquantitativa, uma vez que os dados apresentados serão discutidos. Segundo Gil (2002):

Pesquisas descritivas - as pesquisas deste tipo têm como objetivo a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Uma de suas características mais significativas está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados. (GIL, 2002, p.42)

O presente trabalho é composto por seis capítulos: o primeiro trata-se da introdução, abordando a problemática e a justificativa; o capítulo dois, por sua vez, é constituído pela apresentação dos objetivos que despertaram o interesse em desenvolver essa pesquisa; o terceiro capítulo constitui o embasamento teórico, englobando o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação no ensino, o BIM

⁶A Autodesk é uma empresa de *software* de design e de conteúdo digital.

enquanto ferramenta metodológica, o Revit e alguns pontos relevantes para a pesquisa acerca do lançamento estrutural.

No quarto capítulo tem-se a apresentação da metodologia utilizada. Em seguida, com base na análise do que foi exposto tem-se o capítulo cinco, abordado os resultados e discussões, onde será analisado todo o proposto na metodologia, assim como pontos enfatizantes com relação a utilização do Revit como agente potencializador do ensino, juntamente com a sua modelagem tridimensional, a sua automatização de plantas, elevações e cortes que facilitam a compreensão e visualização do exposto em aulas pelos docentes. Por fim, no capítulo seis, apresentam-se as conclusões do estudo e sugestões sobre trabalhos futuros a serem desenvolvidos.

Todo esse trabalho foi estimulado pela busca de ferramentas tecnológicas, que ao serem inseridas nas metodologias pelos docentes que constituem o ambiente universitário, facilitasse a compreensão dos conteúdos apresentados em sala, intensificando o aprendizado e o ensino.

2 OBJETIVOS

Essa seção além de abordar a ideia central da pesquisa, com relação ao que se deseja alcançar por meio da mesma, conta com os objetivos que induziram a realização do presente estudo, por meio de uma listagem dos pontos do que se almeja atingir ao final da pesquisa.

2.1 OBJETIVO GERAL

Objetivando a eficiência do ensino e da aprendizagem por parte dos discentes no campo universitário, o presente trabalho se propõe a analisar a implementação de uma ferramenta BIM, o Revit da Autodesk, como ferramenta complementar no ensino de projeto do componente curricular de Estruturas de Concreto Armado, de forma introdutória, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos consistem em realizar uma pesquisa bibliográfica abordando um *software* BIM como uma TICs, o Revit da Autodesk, assim como o pré-dimensionamento e posicionamento de alguns elementos estruturais estudados no componente curricular de Estruturas de Concreto Armado (vigas, pilares). Dentre os objetivos específicos é possível listar:

- Compreender a importância da utilização das TICs, por meio de pesquisas bibliográficas na metodologia do componente curricular de Estruturas de Concreto Armado;
- Realizar o lançamento e a modelagem estrutural condizente a um projeto arquitetônico utilizando *software* Revit;
- Verificar a aceitabilidade do uso do *software* Revit pela comunidade acadêmica da UFERSA, Campus de Pau dos Ferros/RN, assim como os benefícios e dificuldades da inclusão do *software* Revit.

3 REVISÃO TEÓRICA

Nesta seção, será feita uma revisão bibliográfica sobre os seguintes temas: Tecnologias de Informação e Comunicação na educação (TICs); BIM, seguida da descrição do software da Autodesk, Revit; e compatibilização de projetos. Por último, serão apresentados pontos importantes sobre o pré-dimensionamento de alguns elementos estruturais e sobre a compatibilidade dos projetos.

Dialogando com Garbelini (2001), Mourão, Araújo e Silva (2019) juntamente com Fernandes *et al.* (2021) sobre as TICs, utilizando os apontamentos para discutir a sua importância e os desafios impostos. O conceito do BIM por sua vez é discutido com Barison e Santos (2016), já a sua multidimensionalidade com Mattos (2014) e Garibaldi (2020), é apresentado também o decreto nº 10.306 de 2020 que tornou o BIM obrigatório na execução de obras e serviços de engenharia por órgãos e entidades da Administração Pública Federal.

Com relação ao Revit, o seu desenvolvimento é apresentado por Ferreira *et al.* (2019), enquanto os benefícios são discutidos com Quirk (2012) e as informações disponibilizadas pelo próprio site da Autodesk, enquanto com Justi (2010) às dificuldades. Discutindo com Melhado (1994) e Graziano (2003) acerca da compatibilidade de projetos, e o processo de desenvolvimento do projeto arquitetônico de acordo com a ABNT NBR 1663 - Parte I (2017), Parte II (2017) e Parte III (2020). Por sua vez, o procedimento de realização da concepção estrutural é discutido com Alva (2007), juntamente com a ABNT NBR 6118:2014. A partir de agora, iremos compreender um pouco mais sobre esses assuntos.

3.1 TECNOLOGIAS DE INOVAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA EDUCAÇÃO UNIVERSITÁRIA

Sinônimo de ciência aplicada desde o século XVIII, a tecnologia tem resultado do conflito entre os saberes técnicos e intelectuais, pela busca de alternativas para atingir o que se almeja, através de experiências e princípios, com aplicação de saberes científicos em resolução de problemas (COSTA; SOUZA, 2017). Ao encontrar essas respostas, o indivíduo facilita a vida em sociedade, proporcionando

melhores condições de vivência em grupo, colaborando com inúmeras invenções que impulsionam a tecnologia.

O desenvolvimento tecnológico, tem possibilitado à sociedade avanços sucessivos, requerendo conhecimento em diversas áreas, e com isso, surgem os desafios de adaptação, contribuindo para a evolução humana, promovendo a necessidade de mudança na forma de ensino das universidades, de modo a se adequar ao perfil em que a sociedade se encontra.

A Lei de Diretrizes e Bases 9394:1996 da educação nacional, recomenda que a prática educacional seja adequada à realidade do mundo, assim como ao mercado de trabalho e favoreça o conhecimento (BRASIL,1996). Assim, a tecnologia mostra-se aliada da educação de modo a superar os desafios que o ensino superior enfrenta, o fato de os estudantes estarem cada dia mais desestimulados. Necessitando de uma reforma e ampliação do sistema de acesso às Tecnologias de Informação e Comunicação.

Surge a necessidade da aplicação das TICs, que de acordo com Garbelini (2001), são instrumentos que ao serem introduzidos pelos docentes na metodologia do ambiente estudantil, caminham para atingir o objetivo da potencialização do ensino, proporcionando uma formação mais eficiente aos universitários. Concerne a uma alternativa que fixa a atenção dos discentes e tornar as aulas mais interativas e produtivas, contribuindo para que, ainda em processo de formação, os discentes tenham a capacidade de processar, armazenar e repassar informações.

O modelo de ensino adotado nos ambientes universitários é caracterizado pela transmissão dos conteúdos por meio de aulas expositivas, geralmente sem nenhum utensílio tecnológico de inovação. O docente compartilha seus conhecimentos gerando reflexão, e os estudantes memorizam para repeti-los em provas (MENDONÇA *et al.* 2015). Comumente ocorre a troca de conhecimentos entre professor-aluno e aluno-professor. As TICs possibilitam mudanças no espaço educacional propiciando reforma e ampliação da produção e propagação do conhecimento, para a construção de novos ambientes de aprendizagem advindos de novas ferramentas.

[...] as TICs permitem profundas mudanças no âmbito educacional, mas também sociais e econômicas, possibilitando a expansão de nossas fontes intelectuais/acadêmicas. A Internet surge como facilitadora de informações, gerando diferentes ferramentas e expandindo as escolhas dos

sujeitos, que se associam por meio de seus gostos e interesses. (MOURÃO; ARAÚJO; SILVA, 2019, p.11).

Segundo os estudos desenvolvidos por Mourão, Araújo e Silva (2019), ao inserir novas metodologias nos limites da universidade para uma formação profissional mais adequada à atualidade dos estudantes, propícia ao desenvolvimento de suas competências, é preciso que as práticas metodológicas tradicionalmente utilizadas pelos professores sejam adaptadas constantemente, suprimindo a necessidade dos alunos. Nesse sentido, a evolução tecnológica gera ferramentas fundamentais para uma educação mais qualificada, sendo imprescindível que o professor esteja em constante formação.

Sendo de grande relevância no ambiente educacional, de acordo com Fernandes *et al.* (2021), alguns docentes declaram não dispor de formação para a docência utilizando as ferramentas TICs. Expondo a necessidade da formação continuada dos professores, com base em um processo constante de aprimoramento dos saberes, imprescindíveis à educação, garantindo a potencialização do ensino de qualidade para os alunos.

Diante do exposto, a propagação das TICs no ambiente social constitui uma nova linguagem na educação. Esta vai além do desenvolvimento de pesquisas, incluindo a sua prática.

Um paradigma que promove a aprendizagem ao invés de um ensino, que coloca o controle do processo de aprendizagem nas mãos do aprendiz e que auxilia o professor a entender que educação não é somente transferência de conhecimento mas um processo de construção do conhecimento pelo aluno, como produto do seu próprio engajamento intelectual ou do aluno como um todo. (COSTA; SOUZA, 2017, p.225).

Com base nos estudos desenvolvidos por Costa e Souza (2017), as universidades devem se adaptar ao avanço tecnológico, modificando as práticas educacionais atendendo as demandas impostas pela sociedade. Por sua vez, o professor deve reconhecer que a comunidade estudantil constantemente requer a adoção do conhecimento acerca das TICs, através de uma melhor qualidade de ensino, sendo imprescindível um domínio sobre esses instrumentos pedagógicos de grande valia para que o ensino possa ser desenvolvido com uma maior qualidade.

Ainda de acordo com Costa e Souza (2017), é preciso que os docentes além de ensinarem aos discentes a pesquisar, os instruem sobre como relacionar as informações que estão sendo repassadas com a vivência prática, despertando o

senso crítico em decorrência da rede de informações a qual estão expostos. Enfatizando o uso das TICS, pode ser percebido o quanto o seu uso pode potencializar o ensino e a aprendizagem, por meio do estímulo e forma de transmitir informações através dos recursos tecnológicos no ambiente da sala de aula.

3.2 BUILDING INFORMATION MODELING – BIM

A evolução digital proporcionou inovações que contribuíram positivamente para os diversos setores da sociedade, incluindo a construção civil. O BIM como constituinte desse desenvolvimento tem tornado o processo de elaboração dos projetos mais eficiente, sejam eles arquitetônicos ou complementares, proporcionando a sua compatibilização. Evitando o surgimento de parte dos problemas, decorrentes da falta dessa integração, e consequentemente reduzindo custos. Uma ferramenta de grande potencial a ser utilizada.

A Modelagem da Informação da Construção, segundo Barison e Santos (2016), trata-se de uma abordagem metodológica constituída de uma representação digital tridimensional para as mais diversas áreas da construção civil, incluindo além da produção de projetos, o planejamento, a construção, o gerenciamento e a manutenção. A visualização 3D proporcionada pela tecnologia BIM permite a análise das propriedades físicas e funcionais da edificação, garantindo um resultado mais preciso ao comparado com os protótipos 2D. Uma metodologia composta por um banco de informações, na qual é possível realizar alterações instantaneamente.

Constituída por um conjunto de *softwares* capazes de produzir as mais variadas informações sobre diversos aspectos da construção civil, a metodologia BIM, além de contribuir positivamente para a produção de projetos, fornece quantitativos que favorecem a elaboração de orçamentos e a gestão de obras, assim como a visualização tridimensional os elementos desenvolvidos, entre outros.

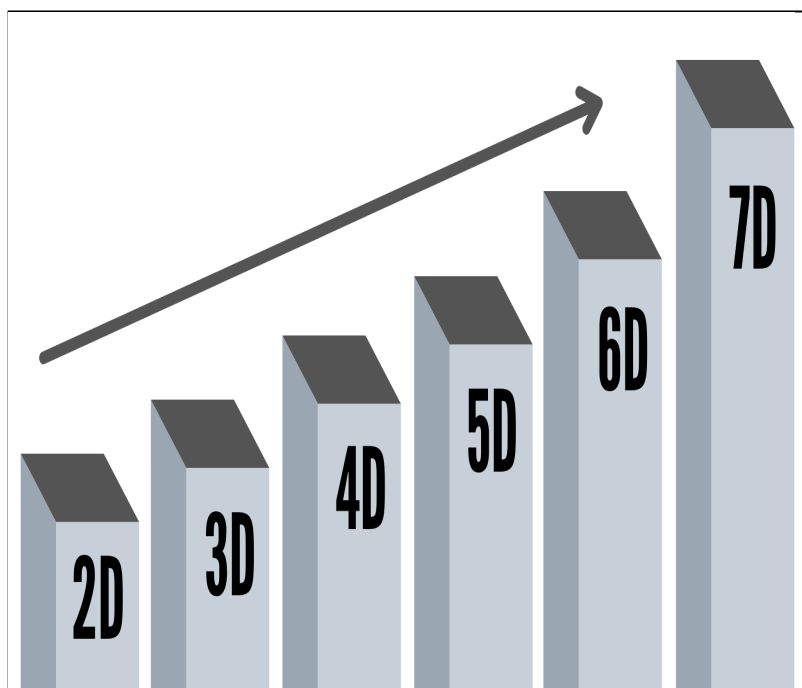
[...] por sua facilidade em solucionar problemas enfrentados há muitos anos no setor, como a gestão de projetos. Essa tecnologia pretende especificar e unir as informações e os atributos dos projetos de uma construção de forma integrada e organizada. (ALVARENGA; CARVALHO, 2008, p.5).

Os benefícios relacionados ao BIM em especificar informações e integrá-las, são mudanças significativas para o setor AEC, um avanço, pois o elevado nível de detalhamento possibilita a detecção de falhas nos elementos e processos

construtivos. Assim, essa modelagem tem como vantagem a sua previsibilidade, sendo possível identificar as incompatibilidades, conflitos, onde futuros possíveis problemas são conhecidos, sendo capaz de estabelecer uma forma mais adequada para a realização do serviço. E a lucratividade, baseada na redução de custos, em tempo, trabalho e material.

Segundo Checcucci (2019), o BIM é constituído por processos de trabalho e ferramentas que possibilitam a realização de um modelo realista da edificação, dispondo de informações acerca do processo construtivo, da operação e demolição, assim como da concepção de todos os projetos. Essa associação, forma uma base sólida para a tomada de decisões durante todo o ciclo da edificação, uma vez que, suas ferramentas contribuem não apenas para o desenvolvimento de projetos como para com o avanço da construção.

Dentre as características que o BIM possui tem-se também a sua multidimensionalidade, como pode ser visto na Figura 3.1. Esta tecnologia é composta pelo formato bidimensional (2D) e tridimensional (3D), assim como pelo cronograma mais a dimensão 3D (4D) e pelo gerenciamento de custos mais formato 3D (5D), há também a dimensão que envolve a análise sustentável e energética juntamente com o modelo 3d (6D) e a formado 7D, que envolve o tridimensional com o gerenciamento de dados. Diferente do que ocorre com *softwares* como o AutoCad, onde o projeto é desenvolvido com geometria básica em formato 2D e 3D, sem disponibilizar informações características do que está sendo executado.

Figura 3.1 - Multidimensionalidade do BIM.

Fonte: Elaboração própria (2022).

Quando se trata da dimensão 2D no BIM, segundo Mattos (2014) se refere a representação **gráfica** no plano, enquanto o 3D aborda a **representação espacial** do plano 2D. O elemento ao ser trabalhado em ambientes tridimensionais produzidos por *softwares* BIM possui semelhança com a produção do que se almeja, caracterizando-se como uma construção virtual.

Ainda segundo os estudos desenvolvidos por Mattos (2014), a dimensão 4D corresponde ao **planejamento**, auxiliando no gerenciamento dos materiais, por meio da análise do estoque, do armazenamento dos materiais, do transporte e da instalação. Através dos vínculos estabelecidos entre os elementos gráficos e o cronograma da obra, tornando possível o acompanhamento físico da edificação.

Segundo Garibaldi (2020), a dimensão 5D se relaciona com a inclusão do custo ao modelo 3D, ou seja, corresponde ao **orçamento** onde é adicionado os dados do custo ao modelo através da quantificação e custo de cada insumo, permitindo a elaboração do orçamento. Uma outra vantagem dessa tecnologia, está no fato que ao realizar uma alteração na planta, ocorre a atualização instantânea nos custos.

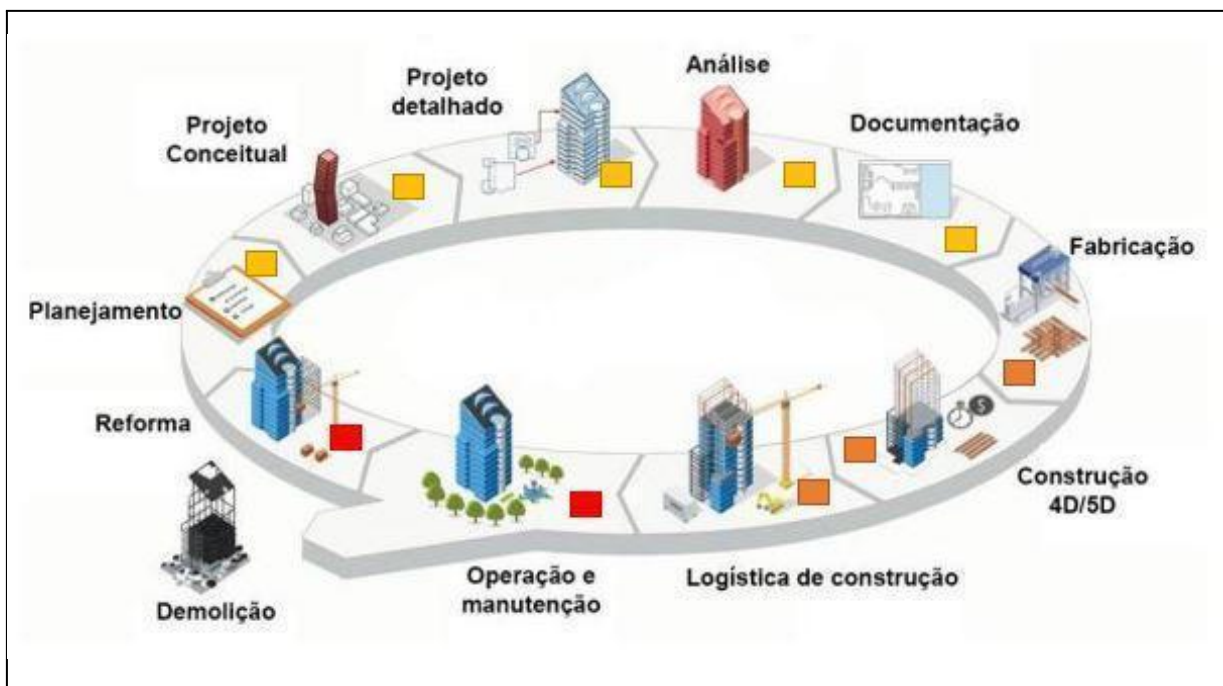
A necessidade de construções mais sustentáveis contribui para o desenvolvimento da dimensão 6D, que se refere à **sustentabilidade** do projeto,

sendo analisado além da quantidade a qualidade do consumo de energia utilizada, de modo a torná-la mais eficiente (MATTOS, 2014).

Dando sequência aos pensamentos de Garibaldi (2020), a dimensão 7D corresponde a **gestão de informações**, onde os dados, correspondentes a gestão de manutenção dos sistemas, são disponibilizados para os usuários. Facilitando a manutenção da edificação através de manuais, possibilitando o gerenciamento do ciclo de vida da edificação.

A seguir, a Figura 3.2 retrata as atividades que constituem a plataforma BIM e permitem a análise de todo o ciclo da construção. As setas com destaque amarelo referem-se às fases iniciais da edificação, composta pelo planejamento, modelagem conceitual, desenvolvimento de projetos, análises e simulações, assim como pela documentação do empreendimento. Por sua vez, as setas com destaque laranja representam a fase da execução, abordando as dimensões 4D e 5D por meio do cronograma e do orçamento, assim como a fabricação dos materiais e a execução da obra. Já as com demarcação em vermelho abordam a operação e manutenção - 6D, e o início de um novo ciclo, com a demolição e reforma.

Figura 3.2 - Ciclo de vida na plataforma BIM.



Fonte: Adaptado de (MEANA; BELLO; GARCÍA, 2019).

O BIM traçou diversos caminhos, segundo Hippert e Molina (2020) por um lado a potencialização das TICs e por outro o avanço no desenvolvimento de projetos. Como ferramenta de ensino, a metodologia BIM contribui para a visualização de toda a edificação, colaborando para a compreensão de diversos conceitos, por meio dela os discentes, por exemplo, podem visualizar a alocação dos pilares e vigas de forma mais eficiente, no caso das estruturas de concreto armado, sendo de grande valia para as instituições universitárias.

Com base em projetos, essa ferramenta torna o processo de desenvolvimento mais rápido, possibilitando uma visualização mais detalhada, uma outra vantagem é a compatibilização. Como ferramenta de grande valia para o setor de arquitetura, engenharia e construção, verificasse a necessidade em desenvolver estratégias que contribuam para adoção dessa metodologia pelas universidades.

Dentre as ações direcionadas a adoção do BIM, de acordo com o Decreto nº 10.306 de 02 de abril de 2020, a sua utilização passou a ser obrigatória na execução de obras e serviços de engenharia, de forma direta ou indireta, realizados pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal no ano de 2021 (BRASIL, 2020). Sendo aplicado de forma gradual como especifica o Art. 4º.

O Art. 4º do Decreto nº 10.306:2020 estabelece as fases de implementação gradual da ferramenta BIM. Para a primeira etapa tem-se a obrigatoriedade do seu uso a partir de 1º de janeiro de 2021 no desenvolvimento de projetos no setor da arquitetura e engenharia. Sendo aplicado em novas construções, reabilitações ou ampliações, nas áreas de estruturas, instalações hidráulicas, de aquecimento, de ventilação, de ar condicionado, assim como nas instalações elétricas, na detecção de interferências, extração de quantitativos e geração de documentação gráfica (BRASIL, 2020).

Outra ação direcionada a implementação da Modelagem da Informação da Construção é a Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos, a Lei Nº 14.133, de 1º de Abril De 2021 artigo 19 que aborda a adoção preferencial do BIM nas obras e serviços de engenharia e arquitetura (BRASIL, 2021).

Constatasse a necessidade de familiarização dos estudantes universitários com tal ferramenta. Em decorrência de sua obrigatoriedade, assim como pelos resultados positivos que a utilização do BIM proporciona. Tornando o processo de desenvolvimento de projetos mais eficiente, com resultados de melhor qualidade

técnica e visual. Uma vez que, em *softwares* 2D muitas falhas ficam omitidas e só vêm à tona no processo de execução, parte disso advém do progresso evolutivo dos projetos ocorrer de forma independente.

Ainda com relação às ações direcionadas a adoção do BIM tem-se a ABNT NBR 15965:2011 - Criação do Comitê Estratégico de Implementação do BIM (CE-BIM), que tem por objetivo desenvolver medidas estratégicas que colaborem com a sua implementação (BRASIL, 2018). Esta norma garante que o BIM seja utilizado de forma eficaz, sem que ocorra a perda de informações entre a compatibilização de projetos.

Segundo Santos e Barison (2011), às estratégias adotadas por algumas universidades internacionais, como a State University na Califórnia, consideradas líderes em ensino BIM, se basearam em fazer uso da ferramenta em disciplinas isoladas, como forma colaborativa em cursos e processos interdisciplinares, sendo utilizada também no ensino remoto. Uma série de iniciativas para uso dessa tecnologia, de modo a aplicá-la ao ambiente universitário, gerando um leque de possibilidades de caminhos para adquirir conhecimento.

Dentro dessa abordagem metodológica que é o BIM, uma das ferramentas que vem ganhando espaço é o *software* Revit, desenvolvido pela companhia Charles River, em 2002.

3.3 SOFTWARE AUTODESK REVIT

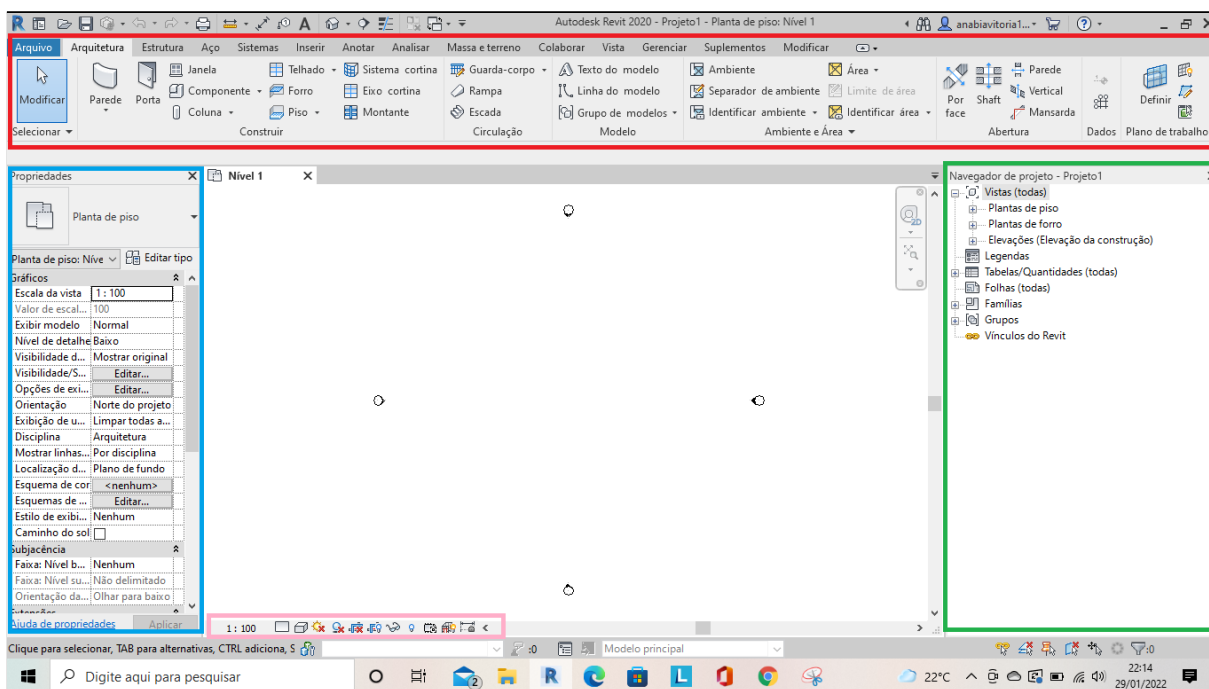
O Revit é um dos muitos *softwares* que constituem a plataforma BIM. Ele é desenvolvido com recursos utilizáveis em projetos de arquitetura e engenharia, devido a sua multifuncionalidade, tornando possível a obtenção de plantas, cortes, tabelas, vistas e renderizações, realizadas pelo próprio programa, assim como a representação das elevações. Possibilitando a elaboração de projetos arquitetônicos, hidráulicos, elétricos e estruturais, entre outros.

O seu desenvolvimento ocorreu em 1997 pela companhia Charles River, e em 2002 foi comprado pela Autodesk, empresa responsável pelas suas atualizações desde então (FERREIRA *et al.* 2019). Os diversos avanços do programa o tornaram uma das ferramentas mais utilizadas dentro da tecnologia da Modelagem da Informação da Construção. Erroneamente algumas pessoas utilizam o Revit como

sinônimo de BIM, no entanto o mesmo se trata de um dos muitos programas que o constituem.

Com relação a sua interface, o Revit se destaca pelos seus comandos já pré estabelecidos, tornando-se bastante intuitivo, facilitando o seu manuseio, como pode ser visto na Figura 3.3. Na parte superior da tela, em destaque vermelho, tem-se a “Barra de Guias”, facilitando o acesso aos diversos menus e comandos. Já em destaque azul, na lateral-esquerda da tela, tem-se a barra “Propriedades”, onde se é possível obter informações e realizar alterações do elemento que esteja sendo manuseado. Por sua vez, na lateral-direita em destaque verde, é observado o “Navegador de Projeto”, contendo as famílias, assim como as vistas e elevações do projeto a serem editadas. Já na barra inferior “Controle de Vistas”, em destaque rosa, o usuário pode configurar elementos visuais do projeto, podendo alterar escala, caminho do sol, sombra, entre outros.

Figura 3.3 - Interface Revit.

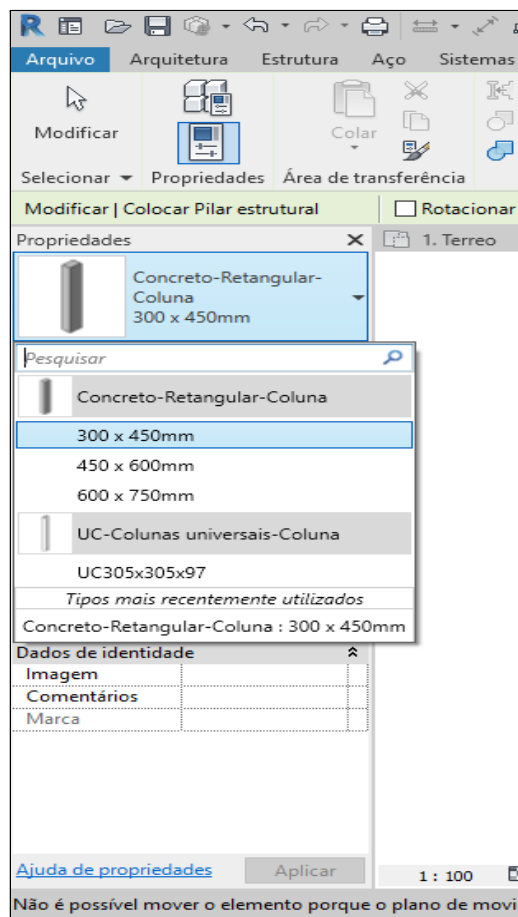


Fonte: Revit, 2020.

Abordando o conceito de famílias, elementos que possuem características em comum, no caso do desenvolvimento de um modelo estrutural, como ferramenta metodológica, o próprio Revit já disponibiliza algumas famílias de componentes estruturais, como vigas, pilares e lajes. Pode ser observado na Figura 3.4, no menu

“Propriedades” algumas configurações do elemento coluna que o programa já dispõe, como variados tipos e diversas dimensões.

Figura 3.4 - Configurações do elemento coluna.



Fonte: Revit, 2020.

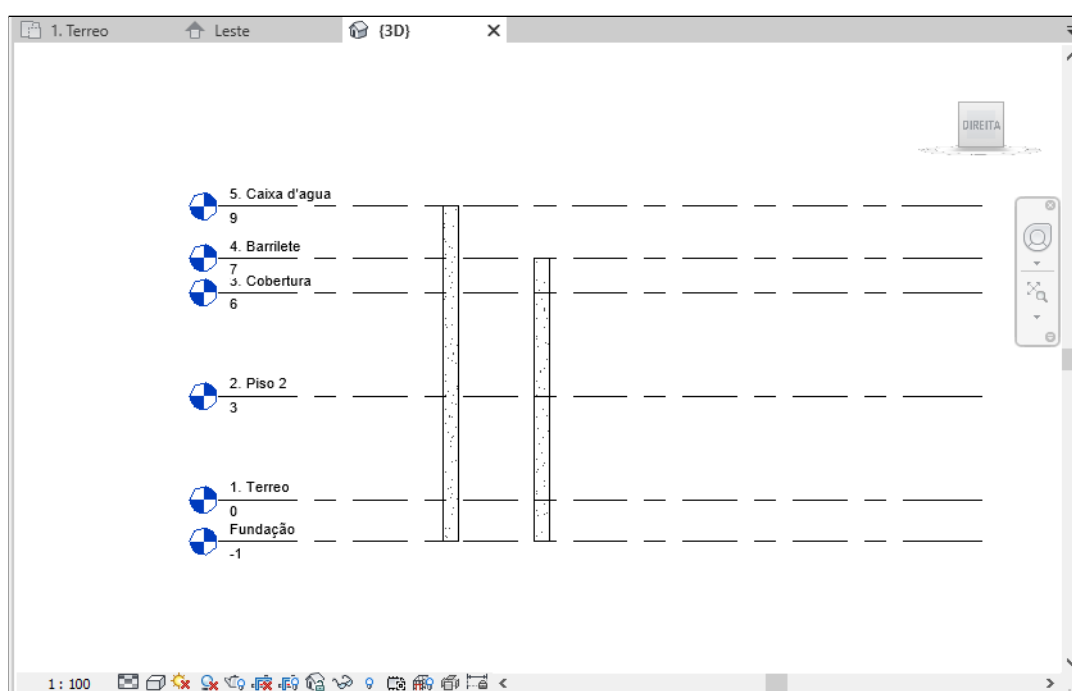
Este *software* foi desenvolvido para que os projetos executados possuam conexão, de modo que ao realizar uma alteração em determinado ponto, alterando apenas em uma única vista, independente do ambiente em que a alteração ocorra, os dados e documentos vinculados a ele sejam alterados instantaneamente, contribuindo para a redução do tempo gasto na sua execução. Quando ocorre um conflito o Revit emite uma mensagem de erro instantaneamente.

Ainda abordando o modelo estrutural, a visualização tridimensional detalhada dos pilares nos pavimentos da edificação que o *software* possui, possibilita estabelecer de forma eficiente a sua alocação. Por exemplo, ao inserir a pilares no pavimento térreo é possível estendê-lo até o último pavimento, permitindo a visualização de possíveis interferências de forma prática.

[...] permite ao usuário criar restrições com a altura de um nível horizontal, que pode ser vinculada à altura do conjunto especificado de paredes e ajustada parametricamente, criando um modelo de banco de dados dinâmico que está vinculado à geometria. Este desenvolvimento respondeu a uma necessidade na indústria de arquitetura para ser capaz de alterar desenhos em escalas múltiplas e em folhas de desenho fragmentado. (QUIRK, 2012).

A Figura 3.5 trata de uma representação ilustrativa de uma modelagem de colunas nas diversas elevações que constituem uma edificação de dois pavimentos. É possível visualizar que enquanto um elemento tem como altura superior a caixa d'água, o outro está elevado até sete metros, altura do barrilete.

Figura 3.5 – Vista lateral de pilares em diferentes níveis.



Fonte: Revit, 2020.

No Revit os elementos vão além de desenhos. O programa também possibilita a extração dos materiais empregados, das quantidades e dos custos, assim como a elaboração das tabelas de quantitativos, que são geradas automaticamente.

De acordo com o próprio site da AUTODESK (2021), enquanto muitos *softwares* possuem modelagens específicas, o Revit é multidisciplinar, o que contribui para que ocorra o menor número possível de interferências físicas, por meio da compatibilização em um único arquivo. É possível desenvolver o projeto

arquitetônico, hidráulico, elétrico e estrutural de forma conjunta, assim como demais projetos, e por meio disto identificar incoerências que só seriam perceptíveis quando estes estivessem sendo executados.

Quando se trata de dificuldades de implantação do Revit, segundo Justi (2010), tratando de um escritório considerado como de pequeno porte, tem-se o elevado custo do *software* a ser considerado. No entanto, diante das características já apresentadas, o preço equivale aos benefícios e facilidades que o programa apresenta.

Ainda de acordo com Justi (2010), outra dificuldade relacionada a sua implementação é a cultura enraizada do uso do AutoCAD. Principalmente quando se trata de escritórios do setor da AEC mais antigos, que apresentam resistência a mudanças, isso por considerar que ao estudar novas metodologias, não terão tempo hábil de relacionar o estudo com a prestação de serviços a empresa.

Todavia, as empresas devem se adaptar às demandas impostas pelo desenvolvimento tecnológico. Enquanto, as instituições universitárias devem se atentar a essas inovações e implementá-las, de modo a formar profissionais mais capacitados.

3.4 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Diante do constante aumento de demanda de projetos, é comum que mais de um projetista seja responsável pelo desenvolvimento de um único projeto da construção civil. Contribuindo para a ocorrência de falhas e incompatibilizações na etapa de execução.

Como forma de identificar esses possíveis problemas e minimizá-los, assim como atender a complexidade e exigência dos projetos, se tornou necessário o desenvolvimento de *softwares* mais completos, que permitam a compatibilização dos projetos, ou seja, a análise de compatibilidade.

Segundo Graziano (2003), a compatibilização trata-se da convergência entre os elementos da construção, assim como entre as instalações. Se refere a sobreposição de projetos e identificação de interferências. A mesma deve ser realizada com todos os projetos, uma vez que, ela se torna mais efetiva quando realizada já nos estudos iniciais, em decorrência da flexibilidade de alteração dos projetos.

De acordo com Melhado (1994), a compatibilização deve ter uma sequência de ocorrência, essa por sua vez, pode ocorrer de inúmeras maneiras. A Figura 3.6 retrata uma forma de sequenciamento de modo que, ainda de acordo com Melhado (1994), todo o procedimento seja desenvolvido de forma ordenada e acumulativa. Contudo, tratando da verificação de compatibilidade entre o projeto arquitetônico e o estrutural, tem-se inicialmente o desenvolvimento do projeto arquitetônico, com a disposição dos espaços, seguido da concepção estrutural e assim, a verificação de compatibilidade entre os dois, de modo a identificar interferências.

Figura 3.6 – Fluxo de projeto para compatibilização.



Fonte: Elaboração própria.

Além de contribuir para a identificação das interferências ainda na fase de desenvolvimento dos projetos, programas como o Revit, possibilitam a visualização dessas incompatibilidades, anteriormente ao processo de execução. Colaborando também para compreensão e ensino, por parte do discente e do docente, como uma ferramenta TICs. Uma vez que, o Revit trata-se de uma metodologia multidisciplinar, que envolve o desenvolvimento de projetos de diversos componentes curriculares, sendo uma ferramenta de grande potencial para a abordagem da compatibilização no ambiente universitário, facilitando a visualização do conteúdo ministrado.

3.5 PROJETO ARQUITETÔNICO

De acordo com a NBR 16636:2017 - Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos - Parte 1: Diretrizes e terminologia, projeto se refere a representação do conjunto de elementos desenvolvidos, por um profissional habilitado, necessários para a execução de uma ideia por meio de princípios técnicos, se adequando aos recursos disponíveis, leis e regulamentos locais.

A complexidade dos empreendimentos, assim como a busca por uma qualidade cada vez maior, torna necessário que o processo de desenvolvimento de projetos seja rico em detalhes, essencialmente para a execução adequada e eficiente da obra.

Dentre as normas técnicas regulamentadoras vigentes, utilizadas no Brasil, para projeto arquitetônico, é possível citar além da NBR 16636 - Parte 1 (2017), a sua Parte 2: Projeto arquitetônico (2017) e Parte 3: Projeto urbanístico (2020). No caso do projeto arquitetônico, tem-se que o mesmo se refere à materialização e disposição de espaços, de modo a atender as necessidades dos indivíduos que irão circular no ambiente, trata-se de uma etapa essencial para a construção da edificação.

Após a materialização arquitetônica desenvolvida por um profissional qualificado, atendendo as normas e regulamentos, ocorre o desenvolvimento dos projetos complementares, como é o caso do projeto estrutural. A partir disso ocorre a compatibilização. O lançamento estrutural deve ocorrer de forma integrada ao arquitetônico, garantindo estabilidade, segurança e o aproveitamento de espaços, evitando desperdícios de materiais, falhas estruturais e a sua perda de eficiência.

Por isso a necessidade de dominar *softwares* BIM, garantindo projetos com o máximo de detalhamento, que disponibiliza informações variadas como planilhas orçamentárias, quantitativos, cortes e vistas automáticas, assim como elevações, entre outros. Além de ser um programa que permite o desenvolvimento de projetos de forma integrada.

3.6 CONCEPÇÃO ESTRUTURAL

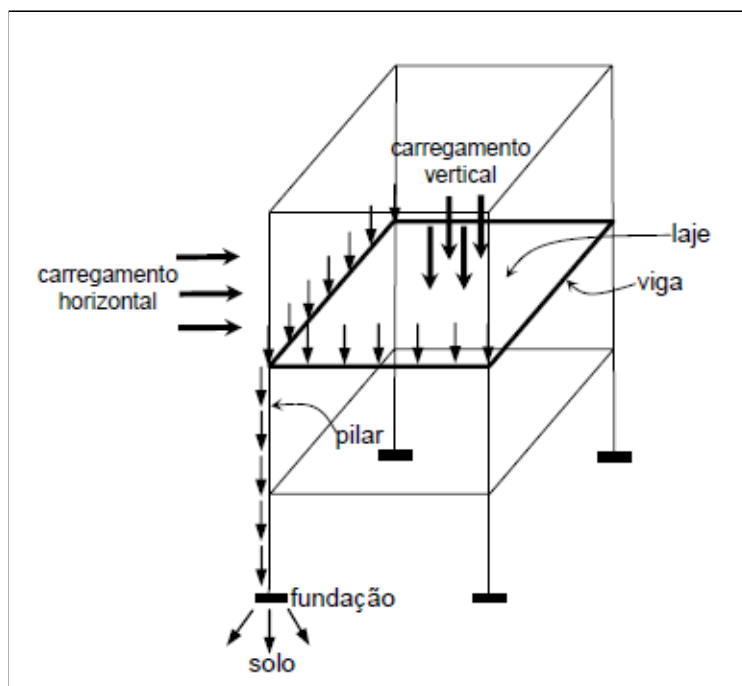
Ao se referir a concepção estrutural, tem-se que a mesma consiste na determinação do sistema estrutural e no arranjo dos elementos estruturais. Que além de considerar a finalidade da edificação, devem atender, ao máximo possível, as condições para qual foi projetada a estrutura da edificação. Constituída por diferentes elementos, que ao serem combinados formam um conjunto resistente, a estrutura além de garantir segurança, visa conforto, economia e durabilidade.

A base para o desenvolvimento do projeto estrutural, é o projeto arquitetônico, prevendo o posicionamento dos elementos estruturais, através da

distribuição dos ambientes, em todos os níveis da edificação. Garantindo segurança, estabilidade, funcionalidade e estética (CARVALHO; PINHEIRO, 2013). Seguindo rigorosamente as especificações para elementos estruturais presentes na ABNT NBR 6118:2014 - Projeto de estruturas de concreto armado - Procedimento. Dentre os principais elementos que constituem os arranjos da edificação e garantem a segurança, tem-se como sistema convencional: as vigas, os pilares, as lajes, as fundações, entre outros.

Os elementos estruturais possuem em sua composição concreto e aço, todavia é comum que essas composições trabalhem de forma conjunta (concreto armado), de modo a resistir às forças atuantes na edificação, como o peso próprio da estrutura, cargas acidentais e força do vento, entre outras. Referindo-se a edifícios de múltiplos pavimentos, segundo Alva (2007), quanto maior for a sua altura, maior deverá ser a capacidade de resistência estrutural. Mediante a isso, a escolha da composição desses elementos e a sua distribuição, por parte do profissional habilitado à frente da obra, é de extrema responsabilidade.

Decisões de elevada importância são tomadas constantemente, no processo de escolha e distribuição de elementos estruturais, visando garantir a eficiência de todo o sistema, que será responsável por receber as cargas das lajes, transmitir para as vigas, logo após para os pilares e em seguida para as fundações, como pode ser observado na Figura 3.7.

Figura 3.7 - Fluxo das ações nos elementos estruturais

Fonte: Alva (2007).

Há casos em que os edifícios possuem funcionalidade mista, onde parte é destinada ao uso comercial, enquanto a outra tem uso residencial, constituída por pavimentos tipos⁷ ou não, assim, nem sempre possuem a mesma distribuição de espaços. A posição dos elementos estruturais, geralmente constituídos de concreto armado, podem ter uma distribuição específica para cada andar, favorecendo a ocorrência de interferências no posicionamento dos pilares e vigas.

No entanto, essas incompatibilidades nem sempre são visualizadas pelos profissionais responsáveis no processo de elaboração do projeto, isto pelo fato dos projetos, na maior parte dos casos, não serem desenvolvidos por um único profissional. O que contribui para que na fase de execução ocorram as interferências, e consequentemente atrasos de entrega de obra, gastos de tempo e investimento. Reforçando a necessidade de conhecer, ainda em formação, softwares que atendam as demandas da sociedade.

Tratando de programas que permitam observar detalhadamente os elementos e o seu lançamento, contribuindo para o ensino e a aprendizagem, por meio da compreensão e visualização, as TICs ganham destaque positivo, uma vez

⁷ Pavimento tipo também chamado de pavimento padrão, refere-se ao pavimento do edifício que se repete com frequência em planta.

que segundo Fernandes *et al.* (2021), essas tecnologias atuam como agente potencializador do aprendizado, contribuindo não apenas para a absorção de conhecimento, mas facilitando a compreensão, assim como estimulando o estudo. Como integrante dessa tecnologia, tem-se a metodologia BIM, constituída por diversos *softwares*, entre eles o Revit.

Outro fator que colabora para a eficiência do lançamento estrutural, segundo os estudos desenvolvidos por Alva (2007), é a vivência com a prática. A dimensão 3D que o Revit possui, favorece essa visualização, tornando possível, por meio deste recurso, converter a ideia abstrata da distribuição dos elementos estruturais ao decorrer dos pavimentos, em algo real. Contribuindo para a identificação das incompatibilidades.

Quando se deseja conhecer de forma aproximada a geometria dos pilares, realiza-se o seu pré-dimensionamento, para uma análise prévia, juntamente com o posicionamento dos pilares, lajes e vigas. É recomendável considerar a localização do reservatório superior e dos pavimentos tipo, para a fixação dos elementos. Neste procedimento, os pilares e vigas devem atender rigorosamente às especificações da ABNT NBR 6118:2014.

O pré-dimensionamento das lajes difere de acordo com o seu tipo, seja ela maciça, nervurada, treliçada, entre outros, por este motivo o procedimento não é descrito neste trabalho..

3.6.1 Pilares

Os pilares de acordo com a NBR 6118:2014 item 14.4.1.2 são “Elementos lineares de eixo reto, usualmente dispostos na vertical, em que as forças normais de compressão são preponderantes”, ou seja, a força dominante de compressão tende a comprimir o elemento na vertical.

Possuído com frequência uma seção retangular, esses elementos estruturais, são comumente alocados nos cantos da edificação, nas caixas d’água, assim como nos cruzamentos de vigas, um outro fato que contribui para esse requisito é a experiência do profissional responsável.

Seguindo a norma brasileira de Projeto de estruturas de concreto — Procedimento (ABNT NBR 6118:2014), a menor dimensão para pilares é de 19 cm,

ðno entanto, por meio de uma majoração de solicitação de esforços, é possível adotar um valor mínimo de 14 cm, como pode ser visto na Tabela 3.1, onde “*b*” refere-se a menor dimensão da seção transversal.

Tabela 3.1 - Coeficiente de majoração - pilares

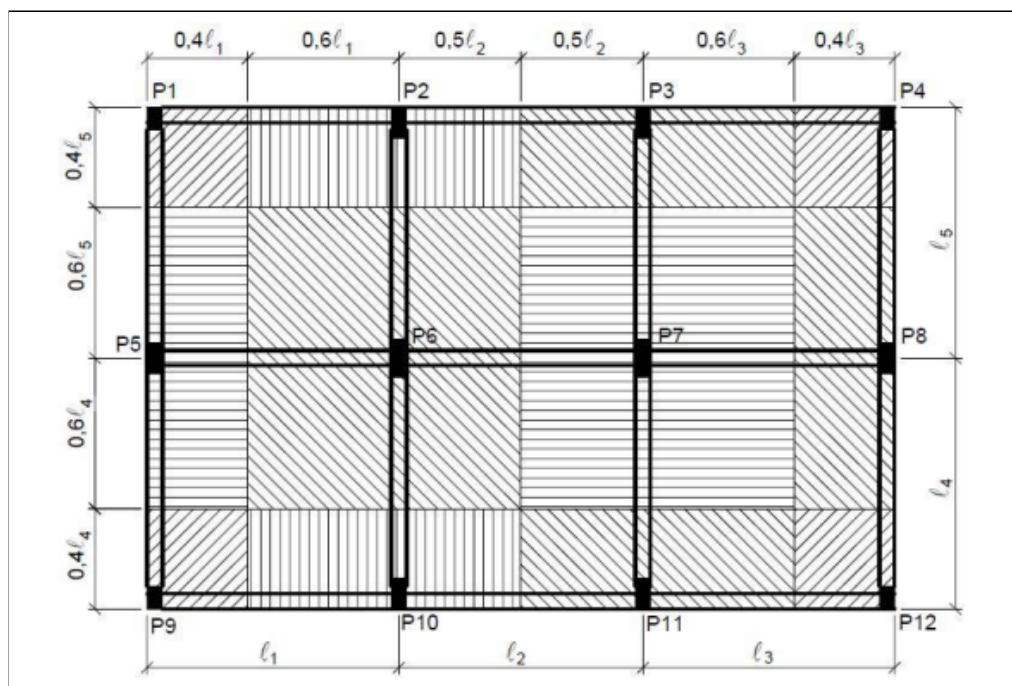
<i>b</i> (cm)	≥ 19	18	17	16	15	14
γ_n	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25

Fonte: Adaptado da NBR 6118:2014.

Verifica-se que quanto menor o valor adotado para a menor dimensão do pilar, maior o coeficiente adicional a ser utilizado. A referida norma ainda especifica que a área mínima a ser atendida pelo elemento tenha um valor de 360 cm².

O pré-dimensionamento dos pilares é realizado com base no processo das áreas de influência. Este se refere a parcela da carga total do pavimento transferida para cada pilar. Por meio da determinação desses valores é possível estimar a carga vertical a qual os pilares estão submetidos.

A área de influência é obtida a partir da região horizontal que se encontra entre um pilar e outro. Segundo Pires (2011), os valores referentes a essas áreas são obtidos por meio das fórmulas, presentes na Figura 3.8, a seguir, onde “*l*” refere-se a distância de um pilar a outro. Para os pilares do canto os valores obtidos para as áreas serão menores, conseqüentemente a carga atuante terá grandeza inferior que as demais.

Figura 3.8 - Processo para determinação da área de influência dos pilares

Fonte: Pires (2011).

De acordo com Alva (2007), em casos de elevada complexidade na distribuição de espaços dos pavimentos que compõem a edificação, o procedimento de obtenção dos valores das áreas de influência pode resultar em valores imprecisos. Com base nos estudos de Alva (2007), quanto mais uniforme for o alinhamento dos pilares, maior será a precisão dos resultados a serem obtidos.

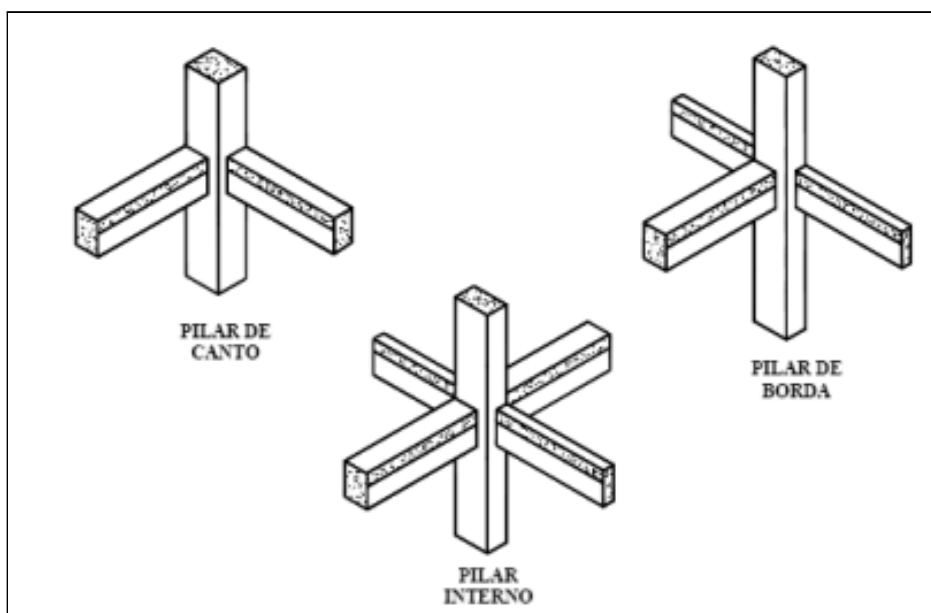
Um outro fator a ser determinado no pré-dimensionamento dos pilares é a força normal de compressão (N_d), que considera os efeitos de flexão, ou seja, as ações horizontais que atuam sobre a estrutura, como a ação do vento.

Como pode ser visto na Equação 1 posteriormente, o valor da força normal é obtido por meio da multiplicação entre a força normal nominal (N_k) do pilar, com relação ao pavimento analisado, e o coeficiente (β) adotado a depender da posição que o pilar se encontra.

$$N_d = N_k \cdot \beta \quad (1)$$

Com relação ao coeficiente dependente do posicionamento dos pilares, como pode ser visto na Tabela 3.2, os valores dependem da classificação do pilar em relação a posição, a saber: interno, canto e de extremidade, como mostra a Figura 3.9 abaixo.

Figura 3.9 - Classificação dos pilares quanto ao seu posicionamento.



Fonte: Pinheiro (2007).

Tabela 3.2 - Coeficiente β - Posicionamento dos pilares.

Posição	Coeficiente β
Interno	1,8
Canto	2,5
Extremidade	2,2

Fonte: Adaptado do Alva (2007).

Para a força N_k , comumente se adota um valor por pavimento entre 10KN/m^2 a 12KN/m^2 (ALVA, 2007). Este é estimado através dos valores obtidos das áreas de influência, considerando as cargas nominais atuantes no pavimento analisado.

Essas cargas referem-se ao somatório das cargas permanentes (g)⁸ e acidentais (q)⁹, e correspondem ao valor médio da carga por m^2 .

Ainda segundo os estudos realizados por Alva (2007), este dado também pode ser obtido por meio do cálculo das reações de apoio das vigas sobre o pilar analisado. Assim a força normal é calculada como consta na Equação 2, a seguir.

$$N_d = \beta * (g + q) * A_i * n \quad (2)$$

Assim, de acordo com a Equação 2, apresentada anteriormente, o valor resultante da força normal considerando os dados das áreas de influência dos pilares por pavimento, é obtido por meio da multiplicação entre o coeficiente de posição do pilar, pela carga nominal, juntamente com a área de influência do pilar analisado e pela quantidade de pavimentos.

Outro fator a ser determinado no processo de pré-dimensionamento dos pilares é o cálculo da área de seção do concreto. Como consta na Equação 3 a seguir, onde o seu valor é obtido por meio da taxa de armadura longitudinal (ρ), ou seja, área total da armadura da seção dividida pela área da seção bruta do concreto, usualmente se utiliza um valor de 2%, juntamente com a tensão de compressão nas barras para uma deformação de 0,2% (σ_s), com a resistência do concreto utilizado (f_{cd}) e a força normal (N_d).

$$A_c = \frac{N_d}{0,85 * f_{cd} + \rho * \sigma_s} \quad (3)$$

3.6.2 Vigas

As vigas, de acordo com a NBR 6118:2014, item 14.4.1.1, são “Elementos lineares em que a flexão é preponderante”. Esta flexão resulta da ação dos carregamentos transversais, que tendem a curvar o elemento gerando a distribuição de tensões no seu interior.

A referida norma específica que a seção transversal das vigas não deve apresentar largura menor que 12 cm. Em casos excepcionais, seguindo rigorosamente as condições impostas pela ABNT NBR 6118:2014, com relação a

⁸ As cargas permanentes são aquelas que atuam com valores constantes durante toda a vida útil da estrutura. Com por exemplo o peso próprio da estrutura (ABNT NBR 6120: 2019).

⁹ As cargas acidentais são aquelas cuja atuação varia em função do seu uso, são inconstantes. Como por exemplo, pessoas, móveis e veículos (ABNT NBR 6120: 2019).

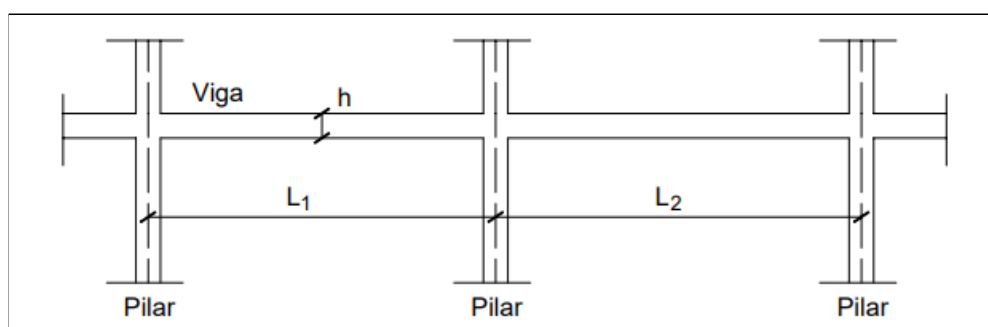
espaçamentos e cobrimentos, assim como lançamento e vibração do concreto, esse limite pode ser reduzido, a um valor mínimo de 10 cm. Comumente, esse valor varia de acordo com as dimensões da alvenaria adotada e especificações estabelecidas no projeto arquitetônico.

Usualmente a altura da seção transversal das vigas varia em torno de um décimo a doze avos do vão, como consta na Equação 4, a seguir.

$$h = \frac{L}{10} \text{ a } \frac{L}{12} \quad (4)$$

Por meio da representação de uma viga na Figura 3.10, tem-se que “L” se refere à distância de um centro a outro do pilar. No caso de uma viga de múltiplos apoios, também chamada de viga contínua, o valor utilizado será o do maior vão.

Figura 3.10 - Representação dos vãos das vigas.



Fonte: Alva (2004).

Alva (2007) recomenda que quando se tem apoios diretos¹⁰ a viga de apoio tenha altura igual ou maior que a viga apoiada. Uma outra recomendação é que os valores adotados para a altura (*h*) sejam múltiplos de cinco centímetros, de modo a facilitar o processo de execução.

¹⁰Apoio indireto é o nome dado quando se tem uma viga apoiada sobre outra viga.

4 METODOLOGIA

A metodologia da presente pesquisa é baseada na abordagem mista, que de acordo com Paiva (2019), “geralmente denominada quali-quantitativa, se utiliza de métodos qualitativos e quantitativos para coleta de dados, de forma a contribuir com a melhor compreensão do fenômeno estudado” (p. 13).

Sobre a pesquisa qualitativa, Marconi e Lakatos (2011) explicam que:

A metodologia qualitativa preocupa-se em analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano. Fornece análise mais detalhada sobre as investigações, hábitos, atitudes, tendências de comportamento e etc. (MARCONI E LAKATOS, 2011, p. 269).

Ainda com fundamentação no método qualitativo, Pereira *et al.* (2018) citam que, “muitas vezes os métodos qualitativos podem se transformar em quantitativos por meio do emprego de questões fechadas”. Sobre a perspectiva da pesquisa quantitativa, os estudos realizados por Paiva (2019), apontam que é necessário meios quantificáveis para que se possa estabelecer o determinismo funcional.

Assim, como a presente pesquisa se caracteriza como pesquisa descritiva, onde Gil (2002, p. 42) explica que:

As pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis. São inúmeros os estudos que podem ser classificados sob este título e uma de suas características mais significativas está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática (GIL, 2002, p. 42).

Em relação aos métodos de coleta de informações, a pesquisa teve como ponto de partida pesquisas bibliográficas, juntamente de uma análise com descrição. Segundo Yin (2001), esse tipo de estudo abrange abordagens específicas de coletas e análise de dados. Ou seja, trata-se de um estudo de uma apuração, junto a um levantamento e revisão de obras publicadas que abordam o estudo e análise de *softwares* BIM como Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), segundo Fernandes *et al.* (2021), ferramentas que atuando como agentes potencializadores do aprendizado

A investigação é fundamentada na realização de um minicurso gratuito, com certificação, dispondo de vagas limitadas, intitulado de “Concepção Estrutural”,

oferecido pela UFERSA, Campus de Pau dos Ferros/RN, nos meses de Agosto e Setembro de 2021, de forma remota, através do Google meet, em decorrência da pandemia mundial, em decorrência da COVID-19, onde o Revit foi trabalhado como instrumento capaz de impulsionar o ensino e aprendizagem, por meio dos *softwares* Revit da Autodesk, Lisa e TQS, abordado por três docentes da UFERSA, do curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (BICT) e Engenharia Civil.

O curso tem como coordenador um docente titular da UFERSA campus Pau dos Ferros/RN e docentes convidados que ministram disciplinas específicas da área estrutural do curso de Engenharia Civil, o curso aconteceu de acordo com a disponibilidade de cada professor convidado.

Com relação a divulgação do minicurso, o processo ocorreu por meio de redes sociais e grupos compostos por estudantes que compõem a referida universidade. Por sua vez, as inscrições foram realizadas por meio da resposta a um formulário eletrônico realizado na plataforma google forms, totalizando 31 inscritos, como dito, com vagas eram limitadas ao perfil dos estudantes matriculados no curso de Engenharia Civil que estivessem cursando ou já tivessem cursado o componente curricular de Estruturas de Concreto Armado I, por meio desta limitação, 19 discentes foram selecionados.

A carga horária máxima do minicurso, consistia em 12h de duração, sendo no primeiro momento abordado o *software* Revit, logo após o LISA e encerrando o TQS. A exposição do conteúdo para cada programa se deu em dois momentos, cada um de duas horas. Ao término das aulas destinadas ao Revit, os discentes deveriam desenvolver processo semelhante ao modelo apresentado nas aulas pelos docentes, para uma edificação de no mínimo dois pavimentos.

Ficou a cargo da autora deste trabalho a função de realizar uma apresentação de uma edificação de um pavimento em 3D no Revit 2020, esta posteriormente foi utilizada nas aulas a qual o referido programa foi tratado, assim como observar e documentar a interação dos participantes com as ferramentas.

Além da pesquisa bibliográfica, e a realização das aulas do referido minicurso, ocorreu aplicação de um questionário em formato online, realizado na plataforma google forms, como consta no Apêndice I, ao fim das aulas direcionadas ao *software* Revit, tendo a obtenção de 15 respostas dos 19 discentes selecionados. O questionário era composto por sete perguntas fechadas e uma

pergunta aberta, contudo esta não era obrigatória. Esse método permite uma maior flexibilidade e possibilita aos participantes eliminar dúvidas e obter informações precisas (LAKATOS; MARCONI, 2003). A questão aberta possibilitou aos discentes expressar suas opiniões e sugestões acerca do assunto tratado.

O principal objetivo da questão aberta, foi investigar a aceitação da comunidade acadêmica, por parte dos envolvidos, com relação a implantação do BIM, especificamente do Revit, como ferramenta complementar no ensino de projeto do componente curricular de Concreto Armado na UFERSA, campus Pau dos Ferros. O formulário obteve um total de 15 respostas, dentre tais, 4 discentes optaram por expressarem sua opinião e/ou comentário.

De modo geral, o formulário foi desenvolvido com base nos objetivos apresentados ao início do presente trabalho. De modo a compreender a familiaridade dos entrevistados sobre o BIM e o grau de importância ao apoio que a implementação da metodologia BIM apresentaria para os mesmos no curso.

Todo esse trabalho é estimulado pela busca de ferramentas tecnológicas, que ao serem inseridas nas metodologias pelos docentes que constituem o ambiente universitário, facilitem a compreensão dos conteúdos apresentados em sala, intensificando o aprendizado e o ensino do discente, na especificidade do componente curricular Estruturas de Concreto Armado na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Campus de Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Perante a influência das tecnologias, a qual a sociedade se encontra exposta, buscou-se conhecer por meio das aulas do minicurso intitulado “Concepção Estrutural”, oferecido pela UFERSA, Campus de Pau dos Ferros, a opinião dos participantes em relação a inserção da tecnologia BIM no ensino introdutório do componente curricular de Estruturas de Concreto Armado, no curso de Bacharelado em Engenharia Civil.

Os discentes, a princípio, durante a participação inicial do curso, expressaram que na universidade o uso de recursos tecnológicos é escasso, diferentemente do que é exigido pelo mercado de trabalho. Alguns relataram se sentirem despreparados para o campo trabalhista, uma vez que o conteúdo repassado pelos docentes no ambiente da sala de aula se torna algo abstrato. Nesse sentido, eles acreditam que é preciso, pode-se dizer até mesmo fundamental, haver engajamento da instituição com o uso tecnológico nas metodologias de ensino atuais. Pensando nisso, a autora do presente trabalho, em parceria com os docentes responsáveis desenvolveram o minicurso abordado neste trabalho, como forma de possibilitar o contato dos recursos tecnológicos da atualidade com os discentes, ainda na universidade.

para analisar a aceitação do bim pelos participantes, no processo de adesão da ferramenta, de modo a complementar o ensino de projeto, no componente curricular de estruturas de concreto armado, realizou-se a aplicação de um formulário de múltipla escolha ao término das aulas que abordavam a metodologia bim, por intermédio da adesão do *software* Revit, da Autodesk. Este era composto por oito questões, sendo sete de perguntas fechadas e uma de pergunta aberta, conforme apresentado no Apêndice I. A questão em aberto, por sua vez, não era obrigatória. Ao total se obteve 15 respostas ao formulário, das 19 inscrições realizadas.

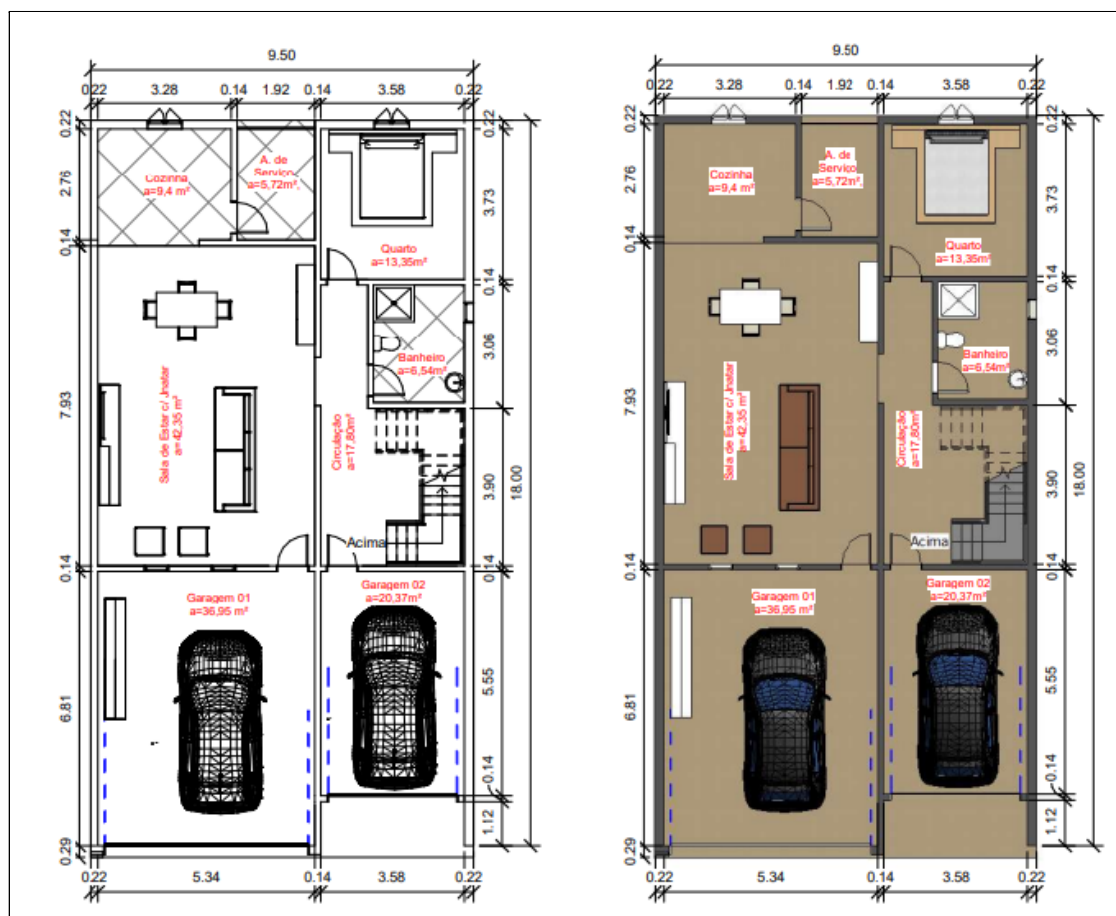
No primeiro momento, foi desenvolvido no Revit 2020, uma edificação residencial constituída por dois pavimentos, tendo 174 m^2 de área ocupada¹¹ e 348 m^2 de área construída¹², composta por seis cômodos e duas garagens no primeiro

¹¹ A área de ocupação refere-se à projeção da edificação, olhando por cima da construção.

¹² A área construída refere-se ao somatório de todas as áreas do projeto.

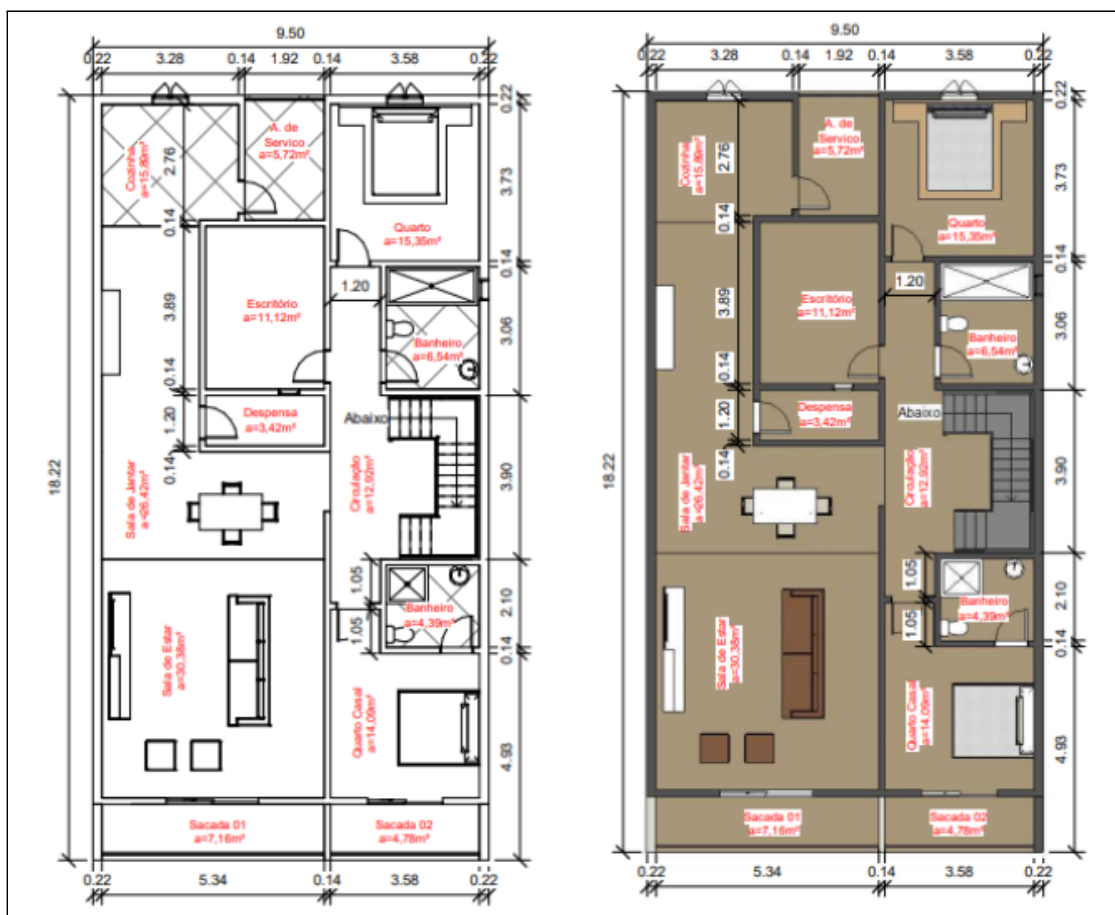
pavimento; enquanto no segundo, por nove compartimentos, com mais três varandas, contando com a área de serviço. Posteriormente a planta baixa foi utilizada para realizar a concepção estrutural apresentada pelo docente durante a ministração das aulas em que o Revit foi abordado. A Figura 5.1 apresenta a planta baixa do pavimento térreo e a Figura 5.2 por sua vez, a planta baixa do pavimento superior (piso 2), ambas vistas a seguir.

Figura 5.1 - Representação da planta baixa do pavimento térreo.



Fonte: Elaboração própria (2022), fundamentada no Revit 2020.

Figura 5.2 - Representação da planta baixa do pavimento superior.

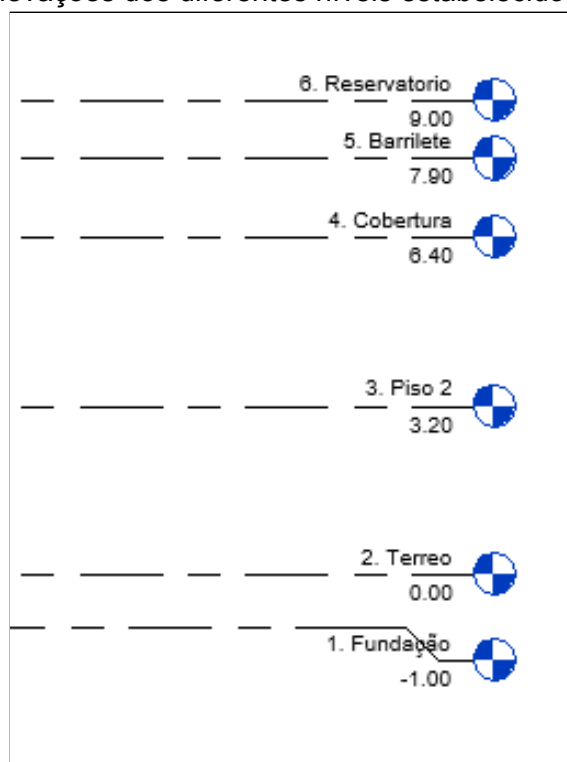


Fonte: Elaboração própria (2022), fundamentada no Revit 2020.

Destaca-se a facilidade de desenvolvimento das plantas baixas, por meio da automatização das ferramentas que o *software* possui, juntamente com a sua extração automática de cortes e vistas em 3D, ricos em detalhes, que contribuem para assegurar qualidade dos projetos, em decorrência da visualização de possíveis incompatibilidades.

No que concerne à elaboração automatizada de cortes, ratificou-se os estudos desenvolvidos por Quirk (2012), onde por intermédio da determinação das elevações de referência que constituem a edificação, foi possível visualizar, de forma prática e rápida, os diferentes níveis dos elementos. O usuário estabelece restrições relacionadas à altura horizontal do nível, que pode ou não ter vínculo com a altura de um conjunto de elementos, sendo ajustado por meio de uma configuração vinculada à geometria. A Figura 5.3, apresenta as elevações estabelecidas no exemplo retratado no trabalho.

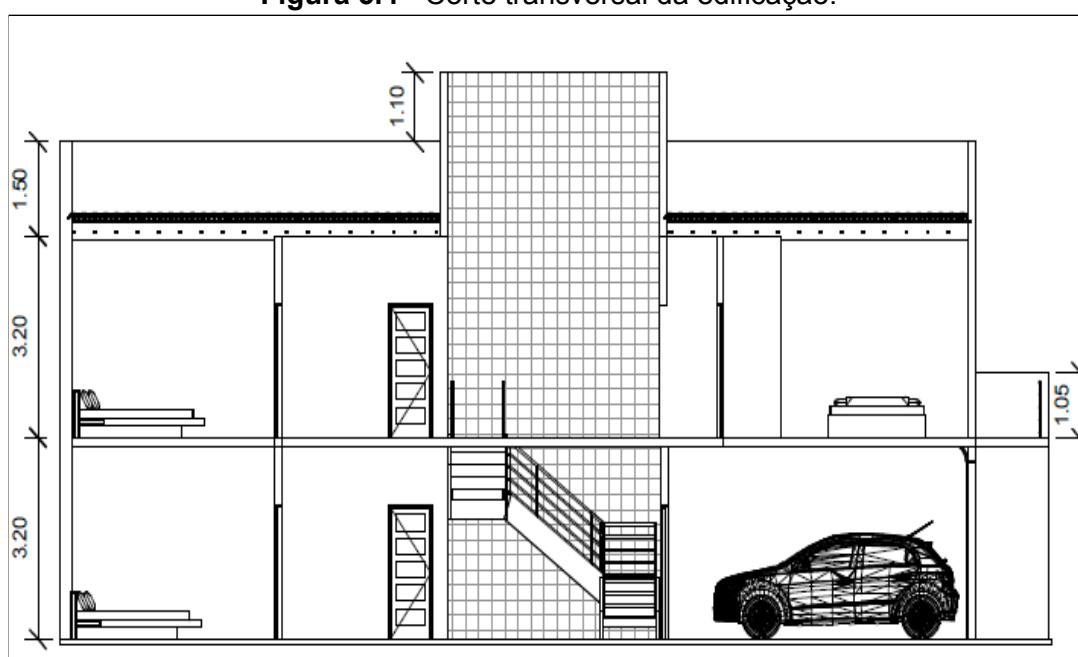
Figura 5.3 - Elevações dos diferentes níveis estabelecidos em metro (m).



Fonte: Elaboração própria (2022), fundamentada no Revit 2020.

Visando facilitar a compreensão visual da atividade desenvolvida, a Figura 5.4 refere-se a um corte longitudinal automático realizado pelo *software*. Por sua vez, a Figura 5.5 ilustra uma vista tridimensional da modelagem 3D.

Figura 5.4 - Corte transversal da edificação.



Fonte: Elaboração própria (2022), fundamentada no Revit 2020.

Figura 5.5 - Renderização da edificação.



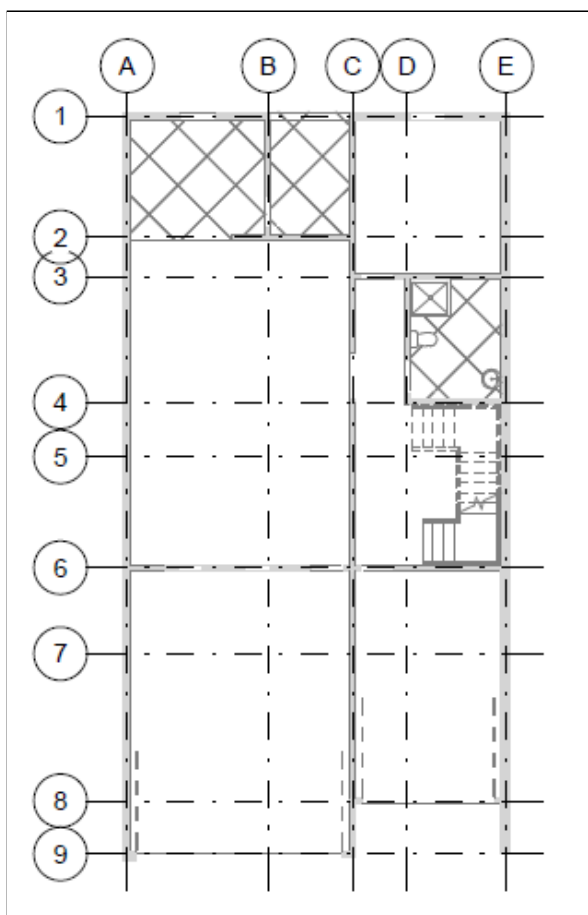
Fonte: Elaboração própria (2022), fundamentada no Revit 2020.

Após a execução do projeto arquitetônico, efetuou-se o desenvolvimento da concepção estrutural. Foi estabelecido o tipo de sistema estrutural a ser utilizado, juntamente com o lançamento dos elementos estruturais que o constituem, em seguida foi realizado o pré-dimensionamento dos mesmos. As etapas foram realizadas considerando a finalidade da edificação juntamente com a arquitetura.

Reforçando os estudos desenvolvidos por Carvalho e Pinheiro (2013), com a realização do projeto arquitetônico, tem-se a base para a elaboração do processo de concepção estrutural e pré-dimensionamento, onde é previsto o posicionamento dos elementos estruturais, através da distribuição dos ambientes, nos níveis da edificação.

A princípio foram traçados os eixos de locação da edificação, partindo do plano médio das alvenarias. A disposição dos eixos facilita a inserção dos pilares no programa, e também tem a finalidade de facilitar a localização dos pilares no canteiro de obra. Para a numeração desses, seguiu-se a identificação com letras da esquerda para direita, e com números de cima para baixo, como pode ser observado na Figura 5.6.

Figura 5.6 - Representação do traçado de eixos no pavimento térreo.



Fonte: Elaboração própria (2022), fundamentada no Revit 2020.

Prosseguindo, realizou-se a modelagem dos elementos estruturais, que consistiu na criação do arranjo estrutural dentro do modelo, definindo-se uma pré-geometria e disposição. Como sistema estrutural adotou-se pilares, vigas e lajes, elementos de investigação deste estudo. Sendo respectivamente, os dois primeiros elementos listados de concreto armado, e por sua vez a laje do tipo maciça para a sua representação.

Como o próprio *software* já apresenta em sua biblioteca famílias de alguns elementos estruturais, o processo de desenvolvimento da modelagem geométrica ocorreu de forma rápida e prática. A sequência seguida para a modelação teve início pelos pilares, vigas e logo após lajes, tendo como vantagem a visualização em 3D, procedimento similar ao praticado no paradigma tradicional.

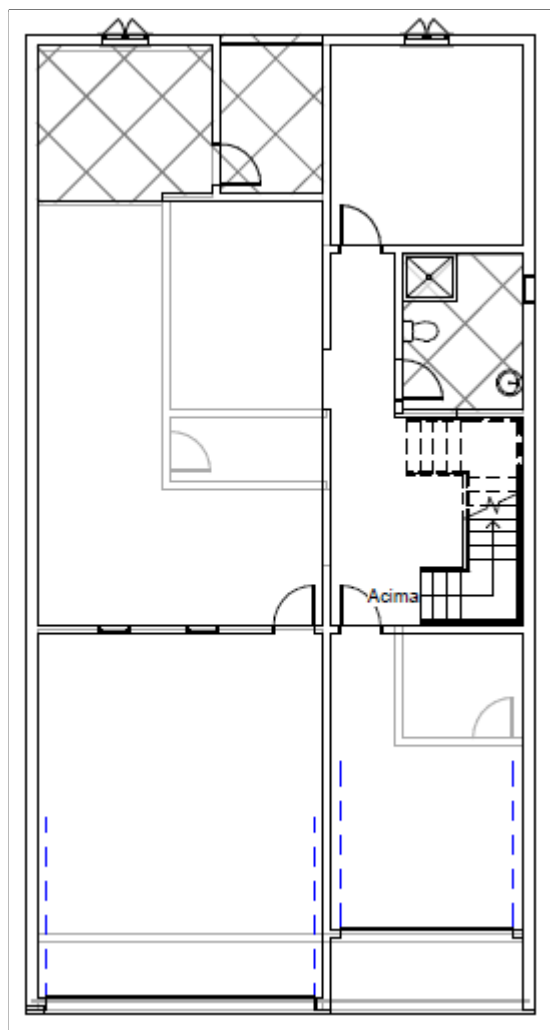
É válido o adendo de que a modelagem dos elementos estruturais realizada pelo Revit se adequa a um papel inicial, podendo ter subseqüentes manutenções, concerne a uma modelagem geométrica tridimensional, onde o elemento estrutural é

criado geometricamente semelhante a realidade, representando de forma realista os elementos a serem executados e o seu comportamento dentro na edificação.

A execução de atividades como dimensionamento estrutural, deve ser feita em *softwares* especializados, dada a sua complexidade. No entanto, o Revit possui a possibilidade de salvar o arquivo desenvolvido no formato *Industry Foundation Classes* (IFC), Classes de Fundamentos da Indústria. De acordo com o buildingSMART (2022), o IFC refere-se a um formato padronizado e aberto, de nível internacional, reconhecido pela ISO 16739-1:2018, que unifica arquivos BIM, permitindo a exportação para outros *softwares* pertinentes ao dimensionamento.

No processo de locação de pilares, atentou-se para que a estética não fosse interferida e que houvesse compatibilidade entre o pavimento térreo e o superior. Para este caso, utilizou-se a característica do *software* em fazer sobreposição automática de níveis, facilitando o processo de compatibilização, onde por meio desta, foi possível visualizar pontos de interferência, de forma prática, evitando que os elementos fossem alocados em locais que pudessem ocorrer incompatibilidades. A Figura 5.7 traz a sobreposição das plantas baixas referente ao pavimento térreo e o superior, da edificação em questão. Os elementos com tom escuro representam a planta baixa, enquanto os de tom claro referem-se à planta do pavimento superior.

Figura 5.7 - Sobreposição de plantas baixas.



Fonte: Elaboração própria (2022), fundamentada no Revit 2020.

Continuamente estabeleceu-se a geometria da seção, para uma verificação prévia de suas dimensões, junto ao posicionamento dos elementos. Neste procedimento, seguiu-se rigorosamente às especificações da ABNT NBR 6118:2014 do item 13.2.3, com relação à dimensão e área mínima a ser adotada em pilares.

Para tanto, optou-se por pilares no interior da edificação de dimensão mínima de 14 cm, utilizando o coeficiente de majoração de 1,25, como especificado na referida norma. Por sua vez, para os pilares ao contorno da edificação utilizou-se dimensão mínima de 20 cm. Estes foram posicionados de forma que a maior parte permanecesse embutida nas paredes. Atentou-se em seguir o critério estabelecido pela norma com relação à área mínima utilizada de 360 cm². A Tabela 5.1 apresenta as dimensões estabelecidas e o valor das áreas, estas obtidas por meio do auxílio do *software* Excel.

Tabela 5.1 - Dimensões geométricas adotadas para os pilares.

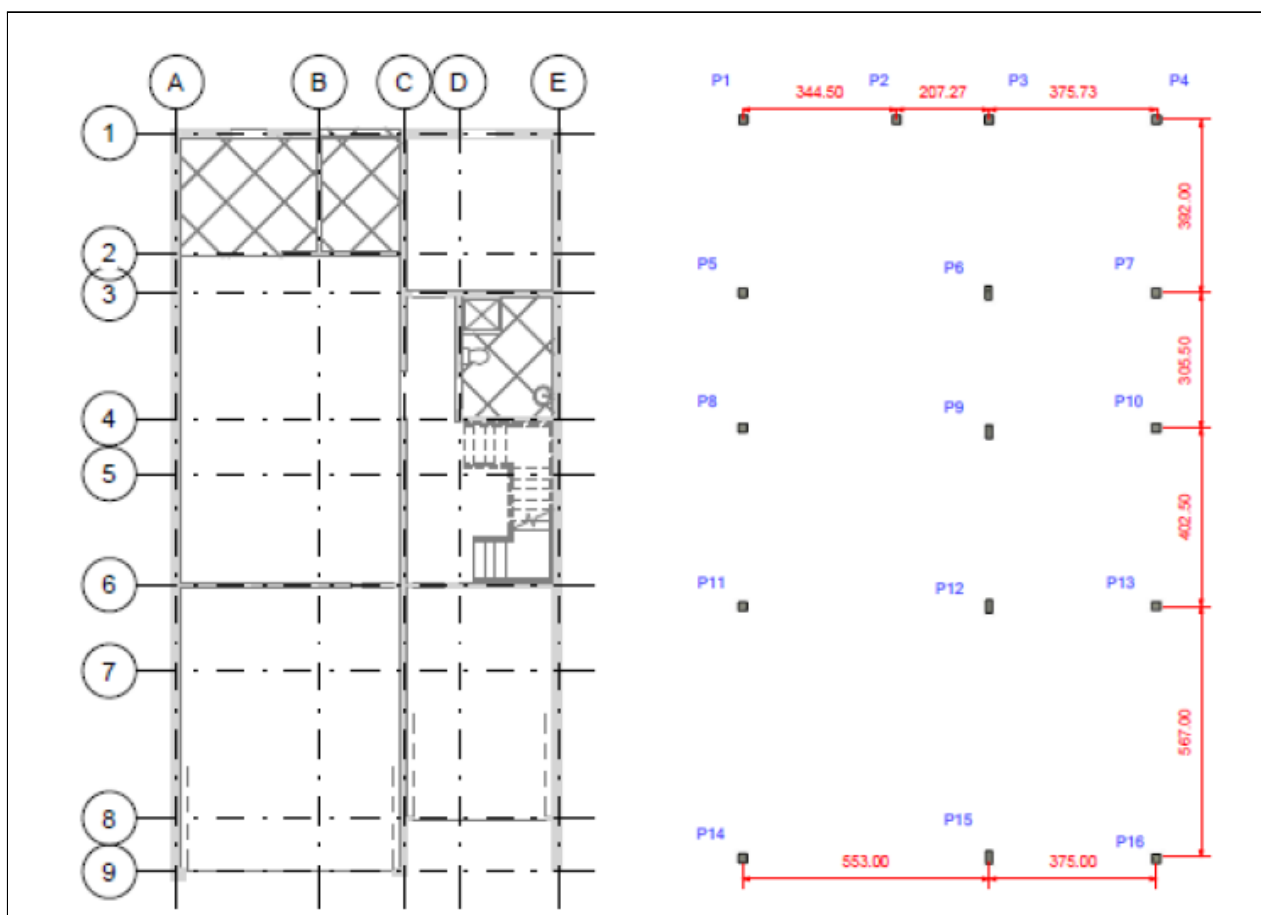
PILAR	b (cm)	h (cm)	A (cm ²)
P1	20	20	400
P2	20	20	400
P3	20	20	400
P4	20	20	400
P5	20	20	400
P6	14	30	420
P7	20	20	400
P8	20	20	400
P9	14	30	420
P10	20	20	400
P11	20	20	400
P12	14	30	420
P13	20	20	400
P14	20	20	400
P15	14	30	420
P16	20	20	400

Fonte: Elaboração própria (2022), fundamentada no Excel 2016.

No processo de lançamento dos pilares, a localização do reservatório superior, que se encontra em um nível acima ao da escada, foi levado em consideração para a fixação dos elementos, assim como as varandas. O lançamento dos elementos em questão ocorreu no cantos da edificação; logo após na localização do reservatório e varandas, os demais foram alocados de modo que a distância entre os eixos dos elementos não fosse inferior a três metros e superior a seis metros, com exceção dos pilares P2 e P3 onde a distância entre eles foi pouco superior a dois metros, isso por estarem localizados na extremidade da varanda do piso 2.

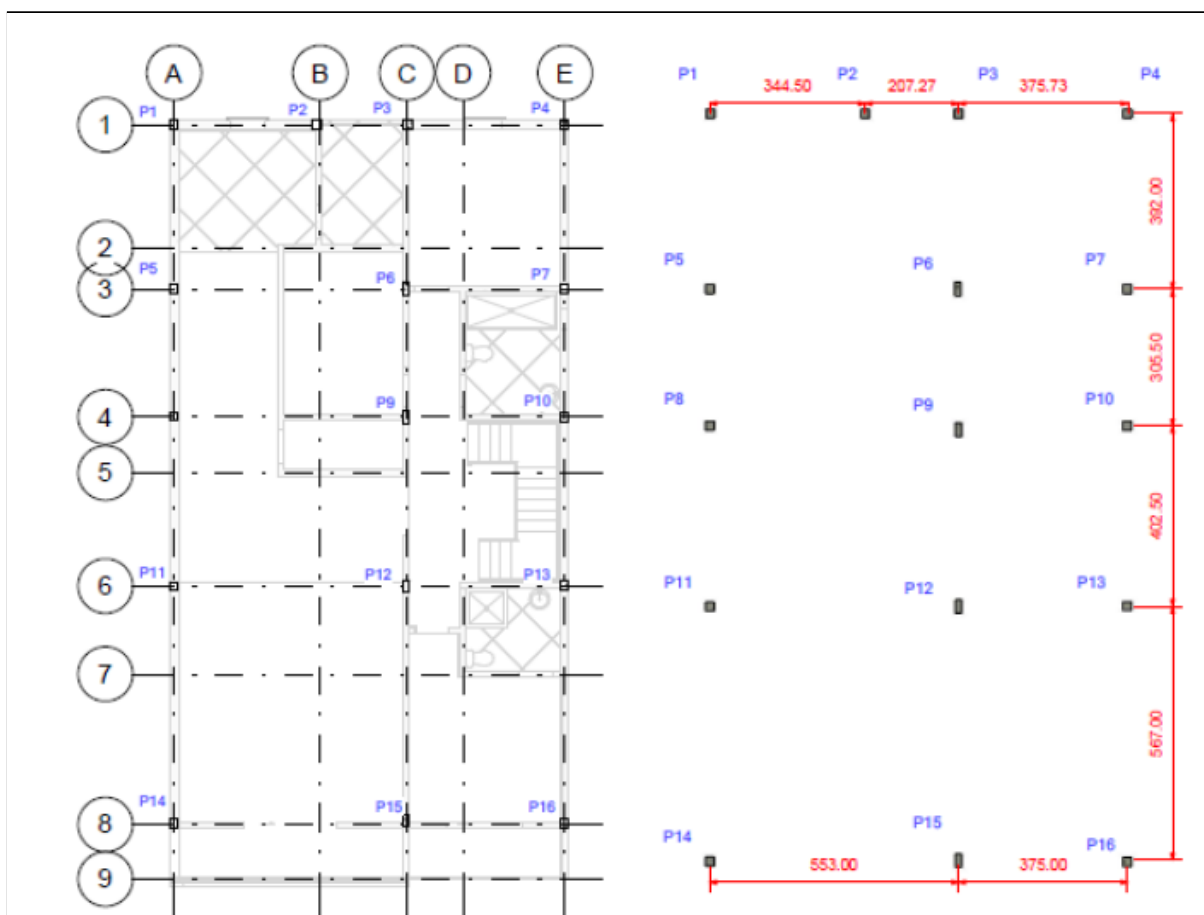
Como propôs Alva (2007), foi considerado também os conhecimentos obtidos no processo de lançamento dos pilares por intermédio da vivência com a prática. Baseado nessas informações, a Figura 5.8 e 5.9, apresentam a disposição utilizada para os pilares, sendo respectivamente pavimento térreo e logo após superior.

Figura 5.8 - Disposição de pilares no pavimento térreo.



Fonte: Elaboração própria (2022), fundamentada no Revit 2020.

Figura 5.9 - Disposição de pilares no pavimento superior.



Fonte: Elaboração própria (2022), fundamentada no Revit 2020.

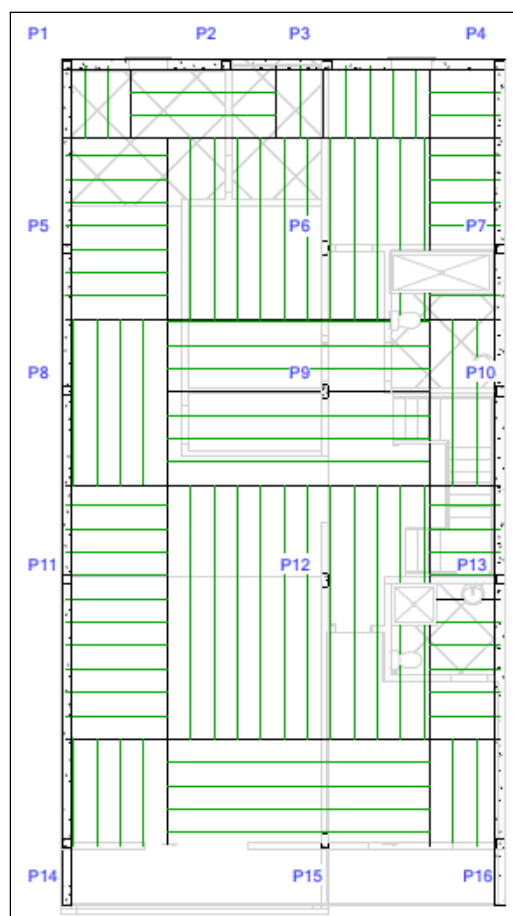
Após realizado o lançamento dos pilares, por meio da visualização 3D que o *software* possui, é possível observar de forma clara como a disposição ocorreu, além de verificar se a altura vertical, considerada necessária, foi realmente adotada e assim, visualizar se ocorreu alguma incompatibilidade entre os níveis da edificação.

Por intermédio das Figuras 5.8 e 5.9, verificou-se a compatibilidade dos elementos entre os dois pavimentos. A visualização tridimensional, assim como a característica do *software* em relação a sobreposição de níveis, contribuiu para que fosse possível evitar interferências entre os elementos nas plantas baixas, não interferindo na estética da edificação. Esta análise facilita a visualização dos discentes, participantes do minicurso, pois foi possível determinar a localização mais adequada para o elemento estrutural em questão.

Com relação ao pré-dimensionamento dos pilares, definiu-se às áreas de influência, obtidas a partir da delimitação horizontal e vertical em planta da região que se encontra entre um pilar e outro, sendo possível determinar a parcela da carga total do pavimento que será transferida para cada elemento, de modo que se possa estimar a carga vertical a qual os pilares estão submetidos.

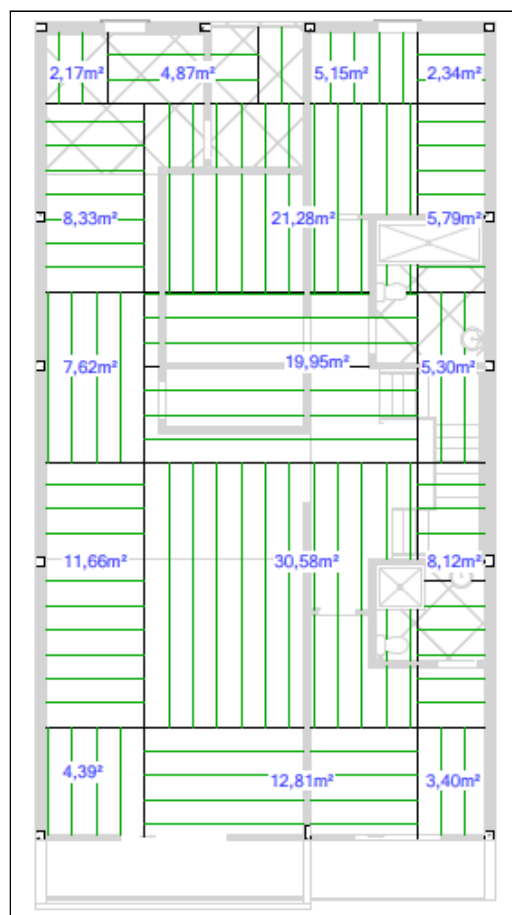
Para a determinação dos valores referente às áreas de influência, acatou-se os estudos realizados por Pires (2011). Dessa forma, a Figura 5.10 ilustra as delimitações das áreas de influência. Logo após a Figura 5.11 os valores obtidos para elas, de acordo com as delimitações de cada uma. É possível verificar que para os pilares de canto, o valor obtido para as áreas são menores, consequentemente as cargas que atuam sobre eles serão de grandezas inferiores, ao comparado com as demais cargas dos elementos.

Figura 5.10 - Delimitação da área de influência.



Fonte: Elaboração própria (2022), fundamentada no Revit 2020.

Figura 5.11 - Valores obtidos para área de influência.



Fonte: Elaboração própria (2022), fundamentada no Revit 2020.

Em seus estudos, Alva (2007) sugere como estimativa adotar o valor por pavimento para a força normal nominal entre 10 kN/m^2 a 12 kN/m^2 , de acordo com suas investigações ele constatou que estes valores são representativos para o somatório das cargas permanentes (g) e acidentais (q). Para o pré-dimensionamento em questão, utilizou-se 12 kN/m^2 , de modo a garantir segurança a edificação. Nos pilares que recebem as cargas do reservatório superior, foi acrescentado uma força vertical de 100 kN , estimando o peso próprio do reservatório com o volume de água reservado.

Por sua vez, para o cálculo da área de seção considerou-se a taxa de armadura longitudinal (ρ), onde de forma usual optou-se por assumir um valor de 2%, valor utilizado por Alva (2007) em seus estudos, juntamente com a tensão de compressão nas barras para uma deformação de 0,2% (σ_s), a resistência do

concreto utilizado (f_{cd}), e a força normal (N_d), que considera a força normal nominal (N_k) do pilar, a quantidade de pavimentos, as áreas de influência e o coeficiente (β).

Para os dados referentes ao tipo de concreto, de acordo com o indicado na Tabela 5.2, considerando a classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto como urbana, tem-se a agressividade como moderada, e assim a Classe de Agressividade Ambiental (CAA) II, isso implica que a classe do concreto deverá ser igual ou superior a C25, como pode ser visto posteriormente na Tabela 5.3, adotou-se o valor mínimo para classe do concreto de C25.

Tabela 5.2 - Classe de Agressividade Ambiental (CAA).

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
II	Moderada	Submersa	Pequeno
III	Forte	Urbana ^{a, b}	Grande
IV	Muito forte	Marinha ^a	Elevado
		Industrial ^{a, b}	
		Industrial ^{a, c}	
		Respingos de maré	

Fonte: Adaptada da ABNT NBR 6118:2014.

Tabela 5.3 - Classe do concreto.

Concreto ^a	Tipo ^{b, c}	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	$\leq 0,65$	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,45$
	CP	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,50$	$\leq 0,45$
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	$\geq C20$	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C40$
	CP	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C35$	$\geq C40$

Fonte: Adaptada da ABNT NBR 6118:2014.

No que diz respeito ao aço utilizou-se barras CA-50. A Tabela 5.4 a seguir apresenta os valores obtidos para a força normal de compressão e a área de seção transversal do concreto.

Tabela 5.4 - Valores correspondentes a força normal de compressão e a área de seção do concreto.

PILAR	A_i m^2	Reservatório kN	β	ρ %	b cm	N_d kN	A_c cm^2
P1	2,17	0	2,5	2,0%	20	110,67	46,9
P2	4,87	0	2,2	2,0%	20	218,57	92,7
P3	5,15	0	2,2	2,0%	20	231,13	98,0
P4	2,34	0	2,5	2,0%	20	119,34	50,6
P5	8,33	0	2,2	2,0%	20	373,85	158,6
P6	21,82	0	1,8	2,0%	14	801,23	339,8
P7	5,79	0	2,2	2,0%	20	259,86	110,2
P8	8,33	0	2,2	2,0%	20	373,85	158,6
P9	19,95	100	1,8	2,0%	14	832,56	353,1
P10	5,3	100	2,2	2,0%	20	337,86	143,3
P11	11,66	0	2,2	2,0%	20	523,30	221,9
P12	30,58	100	1,8	2,0%	14	1222,90	518,6
P13	8,12	100	2,2	2,0%	20	464,43	197,0
P14	4,89	0	2,5	2,0%	20	249,39	105,8
P15	12,81	0	1,8	2,0%	14	470,38	199,5
P16	3,4	0	2,5	2,0%	20	173,40	73,5

Fonte: Elaboração própria (2022), fundamentada no Excel 2016.

Perante os dados da Tabela 5.4, tem-se que para o valor da carga vertical estimada nos pilares, com exceção do pilar P12, a área da seção transversal do concreto para o elemento estrutural em questão é inferior a 360 cm². Dessa forma não é necessário modificar as dimensões estabelecidas previamente. Já para P12 é preciso determinar uma outra dimensão. Mediante a isso, dividindo o valor definido da área da seção transversal do concreto pela dimensão mínima estimada (14 cm), é acertado um outro valor, arredondado para múltiplos de cinco centímetros, com uma altura de 40 cm, para atender a área da seção transversal do concreto. A Tabela 5.5 apresenta os novos valores:

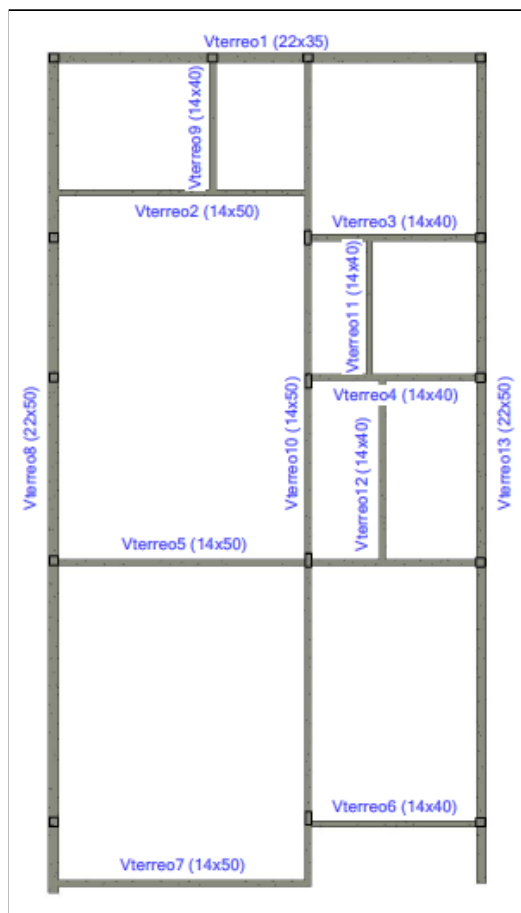
Tabela 5.5 - Novos valores para a área de seção do concreto.

PILAR	A_i m^2	Reservatório kN	β	ρ %	b cm	N_d kN	A_c cm^2	h cm	$h_{arrad.}$ cm	A_c cm^2
P1	2,17	0	2,5	2,0%	20	110,67	46,9	—	—	—
P2	4,87	0	2,2	2,0%	20	218,57	92,7	—	—	—
P3	5,15	0	2,2	2,0%	20	231,13	98,0	—	—	—
P4	2,34	0	2,5	2,0%	20	119,34	50,6	—	—	—
P5	8,33	0	2,2	2,0%	20	373,85	158,6	—	—	—
P6	21,82	0	1,8	2,0%	14	801,23	339,8	—	—	—
P7	5,79	0	2,2	2,0%	20	259,86	110,2	—	—	—
P8	8,33	0	2,2	2,0%	20	373,85	158,6	—	—	—
P9	19,95	100	1,8	2,0%	14	832,56	353,1	—	—	—
P10	5,3	100	2,2	2,0%	20	337,86	143,3	—	—	—
P11	11,66	0	2,2	2,0%	20	523,30	221,9	—	—	—
P12	30,58	100	1,8	2,0%	14	1222,90	518,6	37,0	40	560,0
P13	8,12	100	2,2	2,0%	20	464,43	197,0	—	—	—
P14	4,89	0	2,5	2,0%	20	249,39	105,8	—	—	—
P15	12,81	0	1,8	2,0%	14	470,38	199,5	—	—	—
P16	3,4	0	2,5	2,0%	20	173,40	73,5	—	—	—

Fonte: Elaboração própria (2022), fundamentada no Excel 2016.

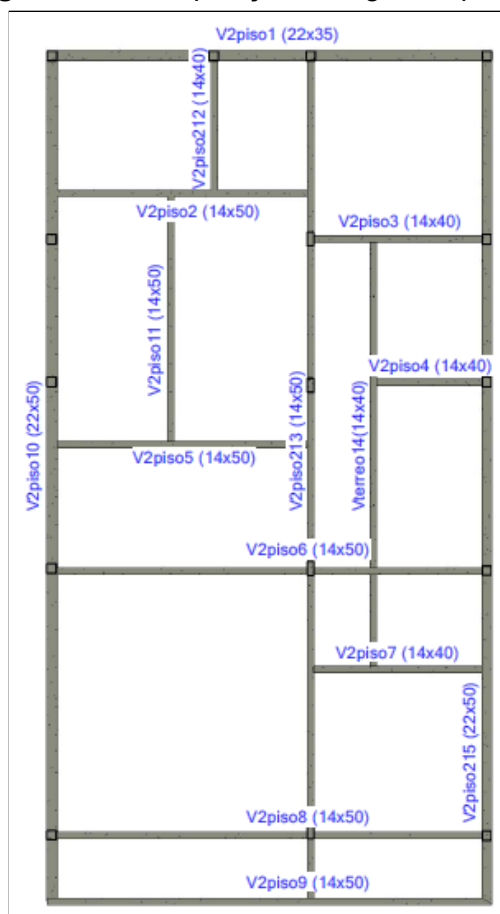
Para o pré-dimensionamento das vigas, considerou-se a altura da seção transversal entre um décimo a doze avos do vão. Atentou-se em cumprir rigorosamente as restrições impostas pela ABNT NBR 6118:2014 do item 13.2.2, de um valor mínimo para espessura de 10 cm. A Figura 5.12 retrata a disposição utilizada para as vigas baldrame, enquanto a Figura 5.13, refere-se às vigas do pavimento superior. As Figura 5.14 e a 5.15 respectivamente, ilustram as vigas da cobertura e do barrilete, por sua vez, a Figura 5.16 a disposição de vigas do reservatório. A identificação destas, ocorreu inicialmente pela horizontal, de cima para baixo, e vertical da esquerda para direita. Para as vigas contínuas adotou-se como altura o resultado da fração $l/12$, já para as biapoiadas $l/10$.

Figura 5.12 - Disposição de vigas baldrame.



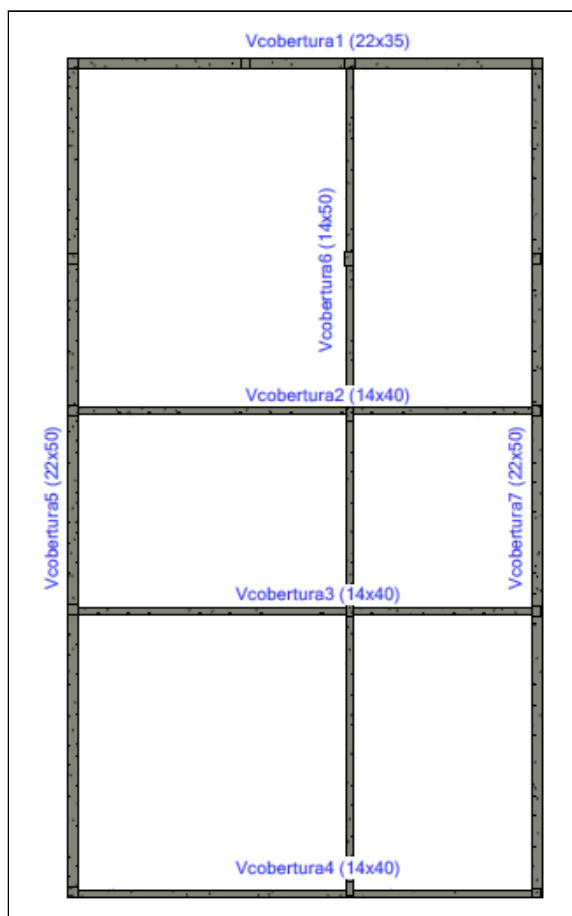
Fonte: Elaboração própria (2022), fundamentada no Revit 2020.

Figura 5.13 - Disposição de vigas do piso 2.



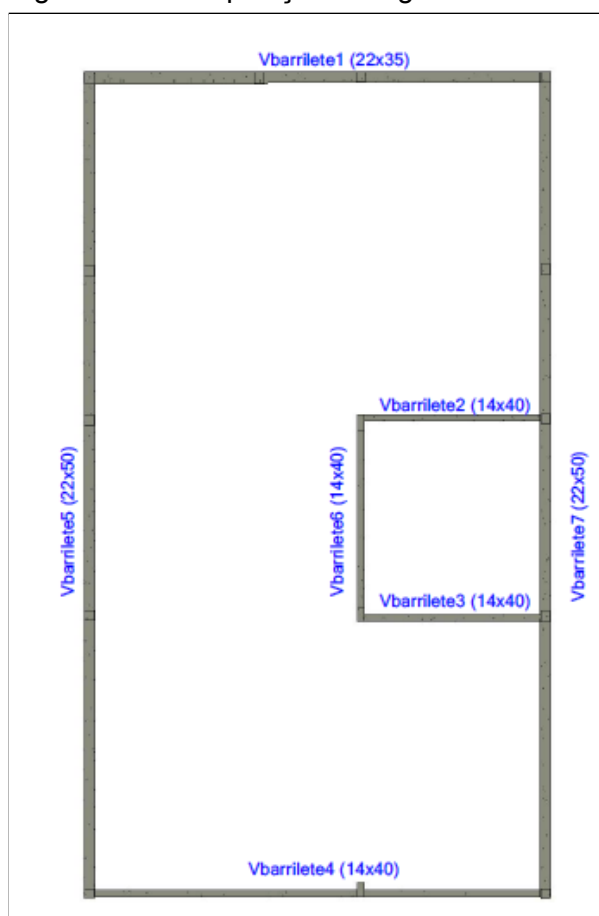
Fonte: Elaboração própria (2022), fundamentada no Revit 2020.

Figura 5.14 - Disposição de vigas na cobertura.



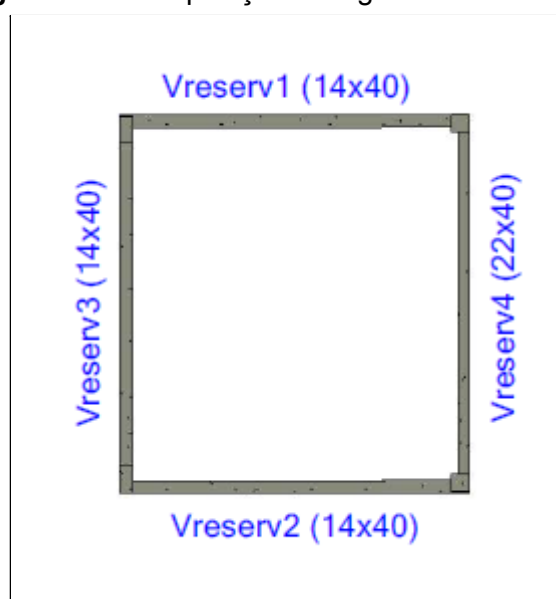
Fonte: Elaboração própria (2022), fundamentada no Revit 2020.

Figura 5.15 - Disposição de vigas do barrilete.



Fonte: Elaboração própria (2022), fundamentada no Revit 2020.

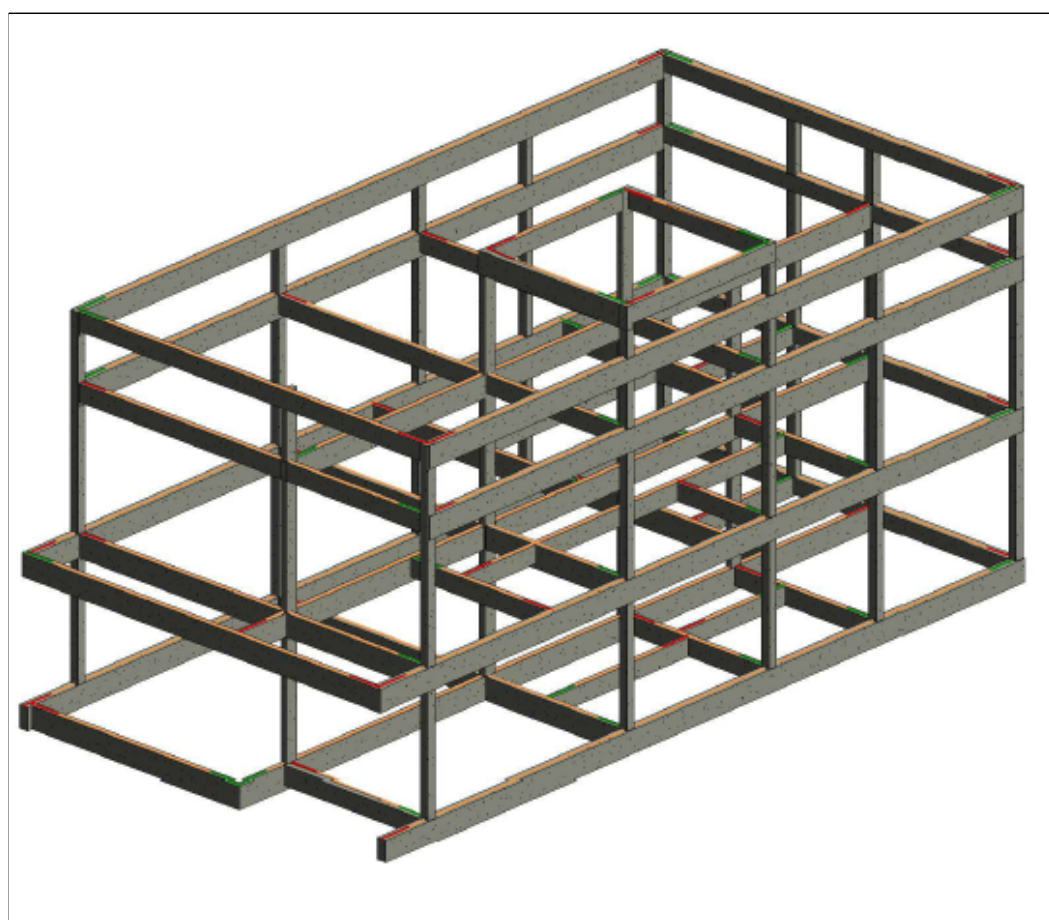
Figura 5.16 - Disposição de vigas do reservatório.



Fonte: Elaboração própria (2022), fundamentada no Revit 2020.

De modo a facilitar a visualização do que foi apresentado nas figuras anteriormente, tem-se a representação tridimensional disponibilizada pelo *software*, como pode ser observado na Figura 5.17 a seguir. A visualização 3D proporciona a facilidade de entendimento do projeto, mediante a realidade virtual, característica do programa. Tornando as decisões a serem tomadas pelos discentes, futuros profissionais, mais eficientes. Uma vez que, é possível visualizar os detalhes dos elementos estruturais antes da sua execução.

Figura 5.17 - Vista tridimensional da disposição das vigas.

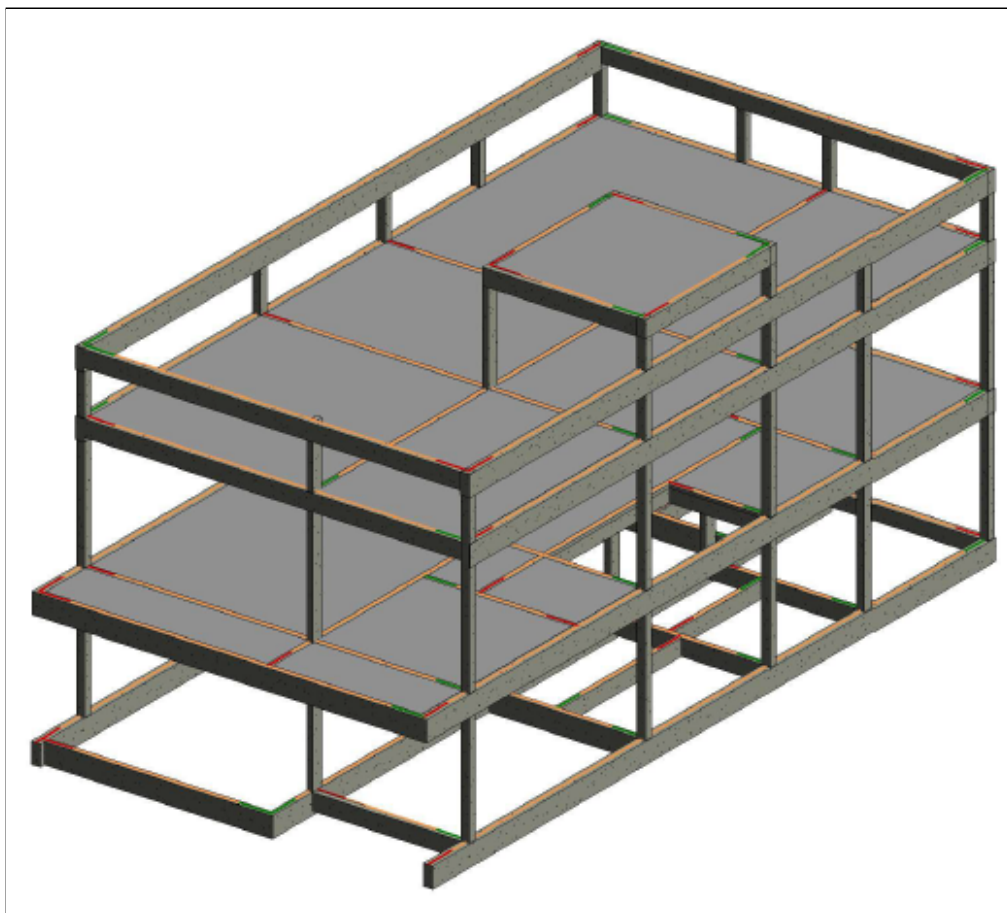


Fonte: Elaboração própria (2022), fundamentada no Revit 2020.

No que concerne ao pré-dimensionamento das lajes, devido a ampla variedade de sistemas estruturais, optou-se por não se realizar o pré-dimensionamento. Todavia, a espessura representativa da laje, considerando esta do tipo maciça, foi de 12 cm, cumprindo a restrição imposta pela ABNT NBR 6118:2014 item 13.2.4.1 para esse tipo de laje, sendo estas de piso e não em

balanço. O lançamento das lajes em 3D, juntamente com os demais elementos estruturais abordados, é visualizado na Figura 5.18.

Figura 5.18 - Vista tridimensional do sistema estrutural.



Fonte: Elaboração própria (2022), fundamentada no Revit 2020.

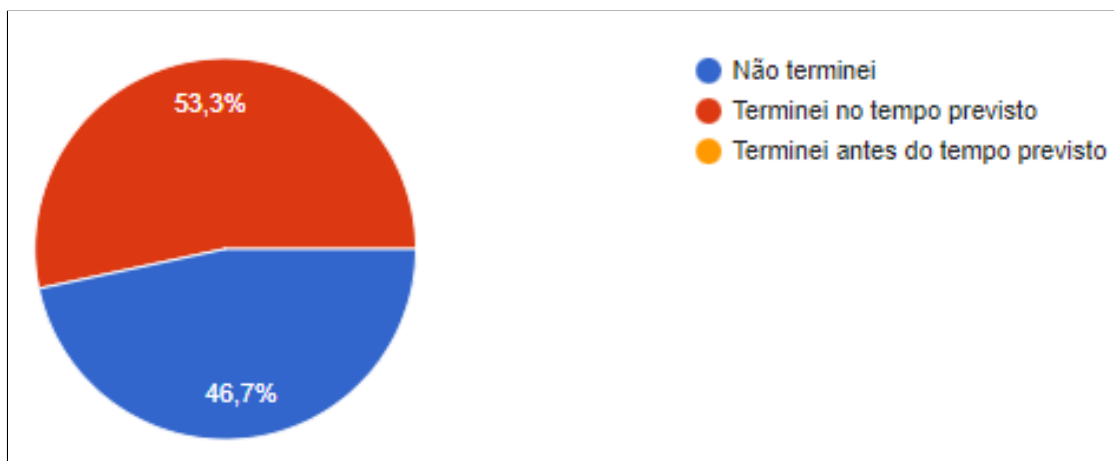
Ademais, desconsiderou-se a escada pois seria um item que exigiria maior minúcia em relação ao seu dimensionamento, e não foi abordado durante a realização do minicurso.

Portanto, diante do exposto é percebido a realização de um lançamento estrutural que contempla um projeto arquitetônico utilizando o *software* Revit 2020, e assim atendendo um dos nossos objetivos específicos.

Já realizado todo o procedimento descrito anteriormente, ao responderem o formulário disponibilizado, os discentes quando questionados sobre se conseguiram realizar corretamente as etapas propostas do projeto, a maior parte dos alunos responderam que conseguiram finalizar a atividade no tempo previsto.

Ademais, apresentaremos seguidamente uma explanação para a contemplação dos dados obtidos/coletados, através do formulário Google forms. O Gráfico 5.1 apresenta os primeiros dados obtidos para esse questionamento, onde mesmo que os discentes participantes do minicurso não possuíssem tanto conhecimento quanto ao uso do Revit, como relatado por estes durante a realização das aulas, mais da metade dos participantes conseguiram desenvolver as atividades no tempo previsto. Destacando a facilidade de manuseio que o *software* possui, mediante a sua interface de fácil execução.

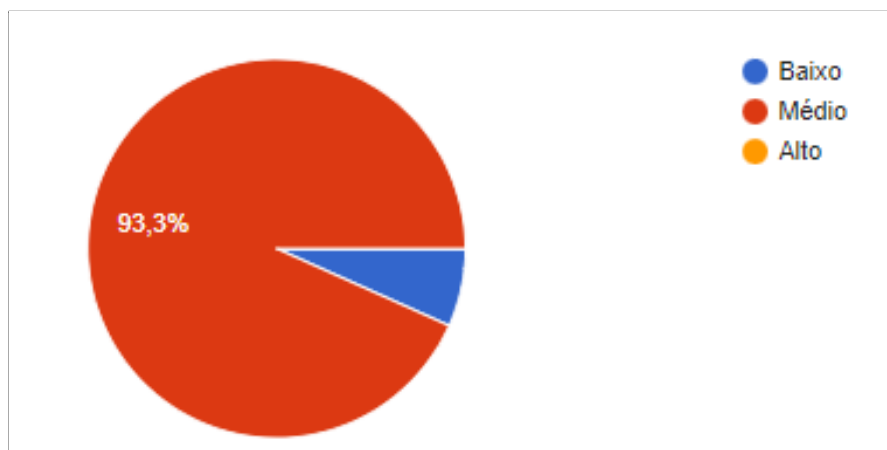
Gráfico 5.1 - Desenvolvimento de atividades no tempo previsto.



Fonte: Elaboração própria (2022), obtida através do formulário.

Os discentes, ao serem questionados acerca do nível de facilidade que o *software* Revit apresenta de manuseio, como pode ser observado no Gráfico 5.2, 93,3% dos discentes participantes o classificam como de grau médio. Nesse mesmo quesito, apenas 6,7% considerou como baixa a facilidade de manuseio. Por intermédio deste resultado, verifica-se que a maior porcentagem de participantes consideraram o programa como de facilidade mediana. Reforçando continuamente a facilidade de manuseio que o *software* possui no processo de desenvolvimento das tarefas.

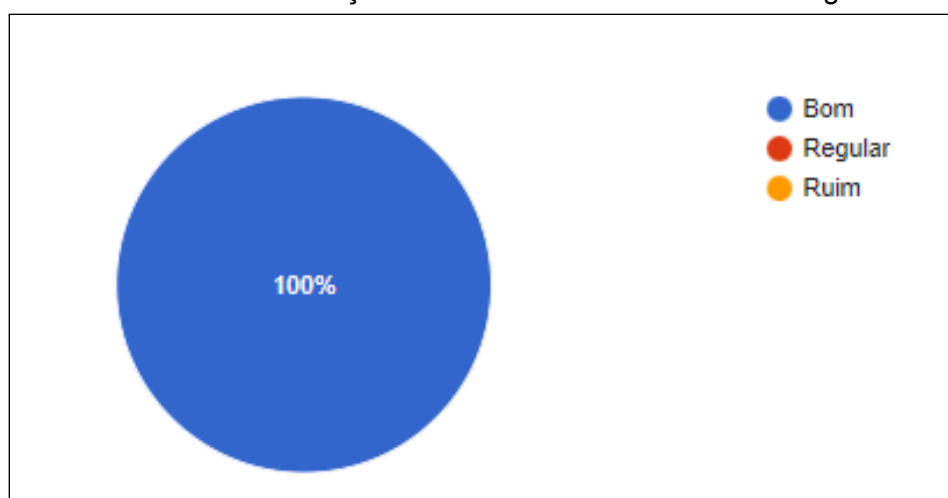
Gráfico 5.2 - Nível de facilidade de uso para o *software* Revit.



Fonte: Elaboração própria (2022), obtida através do formulário.

De acordo com os trabalhos desenvolvidos por Túlio (2013), quando se trata de recursos didáticos utilizados no ambiente da sala de aula, a sua utilização está relacionada a um planejamento em que os objetivos a serem alcançados estejam interligados com a metodologia a ser utilizada. Isto devido os recursos contribuem para compreensão dos conteúdos repassados pelo docente. Segundo a opinião dos participantes, quando questionados sobre a utilização do *software* Revit, como recurso metodológico no componente curricular de Concreto Armado, se verificou uma aprovação de 100%, como pode ser observado no Gráfico 5.3.

Gráfico 5.3 - Utilização do Revit como recurso metodológico.



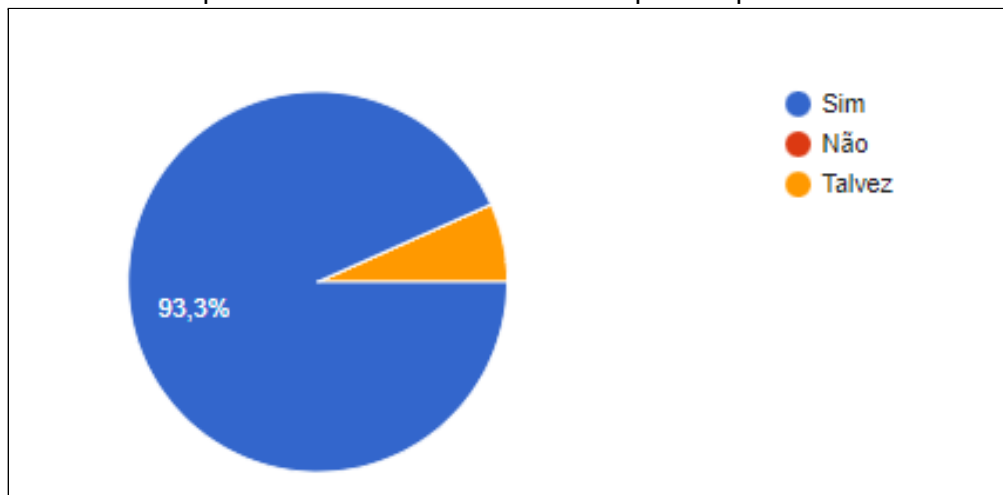
Fonte: Elaboração própria (2022), obtida através do formulário.

Por intermédio deste resultado constata-se que houve uma concordância total por parte dos discentes, sobre a utilização do *software* Revit como uma ferramenta metodológica, em que a tecnologia se torna aliada do docente. Assim, por meio de um plano de aula interligado com a metodologia BIM, os objetivos listados para a aula são atingidos. E os discentes, por sua vez, são estimulados a aplicar os conhecimentos adquiridos em sala em situações corriqueiras, fixando o que foi apresentado em aula.

Corroborando com a ideia de ter a tecnologia como aliada do professor, por meio da adoção das Tecnologias de Informação e Comunicação, Nicola e Paniz (2016), por meio de seus estudos, afirmam que quando são adotadas ferramentas na metodologia a fim de alcançar resultados positivos no ensino e na aprendizagem, os alunos despertam o interesse por novas situações e começam a aprimorar seus conhecimentos. A aprovação dos discentes em ter a metodologia BIM como parte integrante do ambiente de sala de aula é enfatizado, através de uma sugestão realizada, pelo colaborador A: “Tornar um componente obrigatória ou aptativa”. Entende-se que o discente sugere um novo componente curricular, seja ele obrigatório ou não, onde se tenha a implementação da metodologia BIM.

Quando questionados sobre se os conhecimentos adquiridos no decorrer das aulas do minicurso serão importantes para a sua vida acadêmica, 93,3% dos discentes afirmaram que sim, enquanto 6,7% demonstrou não saber se os conhecimentos adquiridos seriam colocados em prática. Esta interpretação é realizada com base no Gráfico 5.4.

Gráfico 5.4 - Importância dos conhecimentos adquiridos para a vida acadêmica.



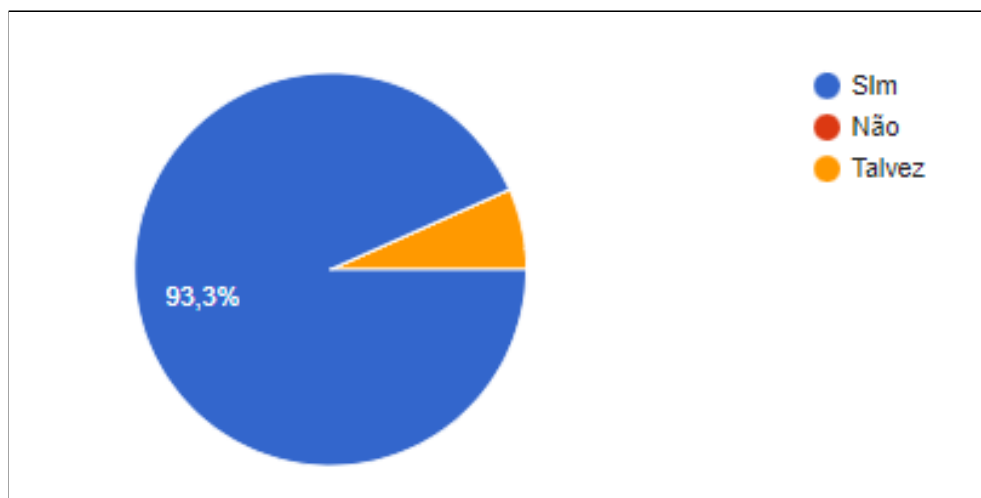
Fonte: Elaboração própria (2022), obtida através do formulário.

Nesse contexto, em relação a adoção do Revit, como ferramenta complementar no ensino de projeto de Estruturas de Concreto Armado, com base nas respostas aos formulários e ao relatado pelos participantes durante a realização do minicurso, tem-se como pontos destaques que o *software* proporciona uma visão realista do sistema estrutural; aproximar o discente da realidade; auxilia na identificação de incompatibilidades, na compreensão dos conceitos de definição, assim como a sua geometria e funcionamento estrutural de forma clara.

Durante o uso da ferramenta, fatores como a desestimulação para estudo foram afetados, pois os discentes afirmaram que ao compreenderem o conteúdo apresentado em sala, o aprendizado se torna fluido, despertando disposição para resolução de atividade, assim contribuindo para o processo de interação aluno-professor, além de possibilitar resolução de situações para futuras atuações profissionais, enquanto Engenheiro(a) Civil.

Dada a influência que as tecnologias exercem sobre a sociedade, no que se refere a estar sempre atualizada, buscou-se conhecer a opinião dos participantes desta vez, em relação à importância dos conhecimentos adquiridos através das aulas, baseadas na inserção do *software* Revit como ferramenta complementar no ensino de projeto de Estruturas de Concreto Armado, para sua vida profissional. Como dados obteve-se que 93,3% consideram que os conhecimentos adquiridos no curso serão importantes para a sua vida profissional, como pode ser visto no Gráfico 5.5. O reconhecimento da influência positiva que a realização do minicurso proporcionou aos discentes é verificado também por meio da sugestão feita pelo colaborador B: “Realização de mais minicursos de análise, dimensionamento e concepção estrutural”.

Gráfico 5.5 - Importância dos conhecimentos adquiridos para a vida profissional.

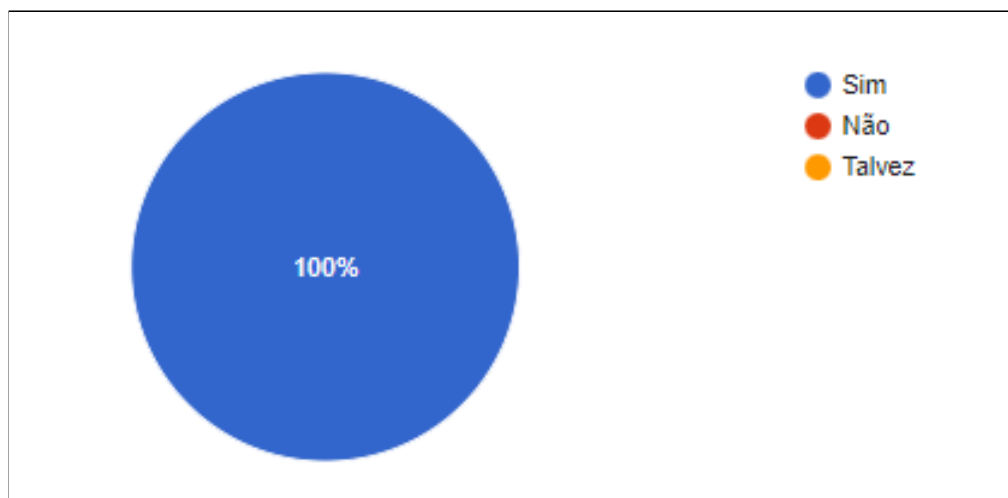


Fonte: Elaboração própria (2022), obtida através do formulário.

Os dados acima são relevantes, uma vez que, de acordo com o Decreto nº 10.306 de 2020, o BIM passou a ser obrigatório na execução de obras e serviços de engenharia, a serem desenvolvidos pelos órgãos e entidades da administração pública federal no ano de 2021 (BRASIL, 2020). Assim é necessário que os discentes, futuros profissionais, dominem os *softwares* da atualidade, e como a maior parte dos alunos informaram durante as aulas estarem tendo o primeiro contato com o programa, por temerem o desconhecido, e por estarem acomodados a usarem outros *softwares* como o CAD, tem-se que a realização do minicurso contribuiu para que os participantes percebessem que por mais que o programa não seja simples, recorrendo às funções de execução do Revit, o acadêmico de Engenharia Civil ao adotar práticas e/ou formações complementares poderá manuseá-lo e com isso desenvolver projetos.

Por sua vez, quando os discentes foram questionados se indicariam o *software* BIM utilizado para outras pessoas, obteve-se os seguintes dados mostrados no Gráfico 5.6, logo abaixo.

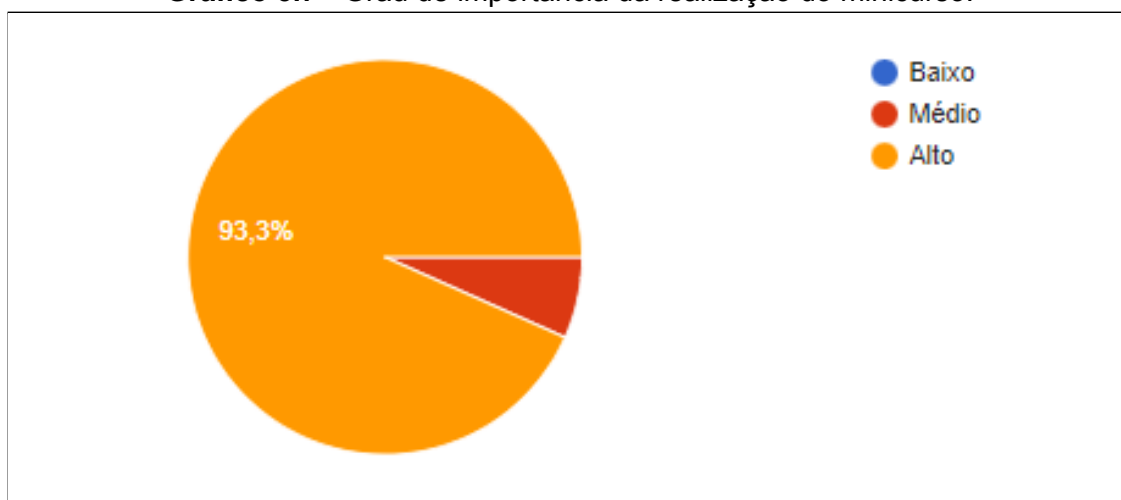
Gráfico 5.6 - Indicação do recurso do *software* BIM utilizado para outra pessoa.



Fonte: Elaboração própria (2022), obtida através do formulário.

É possível detectar uma unanimidade para uma futura indicação correspondente ao *softwares* Revit, a estudantes, pesquisadores e profissionais da Engenharia Civil.

E no que diz respeito ao grau de classificação de importância que a realização do minicurso apresentou, obteve-se 93,3% para alto, conforme é possível verificar no gráfico 5.7, a seguir. Assim sendo, apenas 6,7% classificou como mediana a importância da realização do minicurso. É possível se certificar do quanto relevante foi apresentar essa abordagem metodológica para os discentes, como chamou Barison e Santos (2016), constituída da representação digital tridimensional, por meio de um comentário realizado pelo colaborador C: “Curso muito bom, é já é um grande passo para que os nossos futuros profissionais já tenham contato com este tipo de ferramenta no âmbito acadêmico”.

Gráfico 5.7 - Grau de importância da realização do minicurso.

Fonte: Elaboração própria (2022), obtida através do formulário.

A ressalva a qual os discentes apontaram em relação a implementação da ferramenta BIM, é que com base no relato deles, do recurso seria possível extrair mais benefícios se estes forem inseridos com maior frequência no decorrer do semestre letivo, não apenas a abordagem do software Revit, mas demais outros. Assim, uma maior quantidade e variedade seria bem recebida por eles. Tais opiniões enfatizam ainda mais a aceitação acadêmica da abordagem metodológica baseada na introdução das TICs, junto a qualidade de ensino e aprendizagem, obtida mediante a realização deste trabalho.

Diante do apresentado pelos colaboradores/participantes da pesquisa, os recursos do *software* Revit contribuem significativamente para a compreensão, reconhecendo a importância da ferramenta na formação, assim como para a vida acadêmica e profissional, além de recomendarem a estudantes, pesquisadores e profissionais da engenharia civil, portanto concluímos essa seção no alcance de que o *software* Revit é aceitável pela comunidade acadêmica da UFERSA, Campus Pau dos Ferros.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da pesquisa ocorreu mediante a elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Campus Pau dos Ferros/RN, do curso de Engenharia Civil, teve como objetivo geral a eficiência do ensino e da aprendizagem por parte dos discentes no campo universitário, por intermédio da análise da implementação de uma ferramenta BIM, o Revit da Autodesk, na metodologia do componente curricular de Estruturas de Concreto Armado.

Nesta pesquisa foram apresentados estudos nas Tecnologias de Informação e Comunicação, Modelagem da Informação da Construção, *software* Revit da empresa Autodesk, compatibilização de projetos, projeto arquitetônico e concepção estrutural, apresentando em seguida os métodos adotados para a elaboração da pesquisa, bem como, os resultados e discussões que nos fizeram refletir sobre as metodologias adotadas no ensino universitário, as considerações finais e sugestões para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

Como listado nos objetivos específicos, foi compreensível, por meio da pesquisa bibliográfica realizada, a importância que a utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação apresentam, em razão de contribuir positivamente para a transmissão do conhecimento, de modo que a instrução dos discentes ocorra de forma clara, assim como a potencialização do aprendizado, sendo possível, por meio de um modelo realista, ter uma experiência prática, do que é exposto em aula.

Diante do exposto nos resultados e discussões, por meio da utilização do *software* Revit, realizou-se o lançamento e a modelagem de todo sistema estrutural estabelecido, condizente ao projeto arquitetônico, compreendendo mais um quesito estabelecido nos objetivos específicos. É importante ressaltar que o pré-dimensionamento realizado não foi desenvolvido na ferramenta em questão, sendo feito somente o processo de modelagem.

Constata-se que o *software* BIM em questão logrou êxito no que se propôs a realizar, uma vez que, os resultados obtidos por intermédio dos sujeitos participantes da pesquisa, 15 discentes matriculados no curso de Engenharia Civil, pela ferramenta em questão foram precisos. Sucede a aprovação da ferramenta TICs, como recurso acadêmico pedagógico, intensificando o ensino e aprendizagem, enriquecendo a abordagem clássica utilizada, contribuindo para uma formação mais

eficiente dos futuros profissionais. Uma vez que a aceitabilidade do *software* se verifica com a sua aprovação pela totalidade da comunidade acadêmica participante no quesito de adequação como recurso metodológico. Facilitando a compreensão dos conteúdos expostos pelos docentes na sala de aula.

Mediante a isto, surge a necessidade de implementação dessa tecnologia na metodologia adotada para o componente curricular do campo universitário Estruturas de Concreto Armado, como uma estratégia de ensino, pesquisa e extensão, contribuindo para o entendimento do conteúdo apresentado em sala de aula, favorecendo o aprendizado.

Destacou-se, como principais benefícios do Revit, a interface simplista em seu manuseio, mediante a sua praticidade, o modelo realista dos elementos, que contribuiu para que o conteúdo abordado fosse compreendido pelos alunos, assim como o fato de ainda em formação os alunos terem contato com *softwares* presentes no mercado de trabalho.

A adoção de metodologias compostas pelas TICS presentes na sociedade contribui para uma formação profissional mais adequada à atualidade. Muitos docentes não se adequam às suas práticas metodológicas de acordo com a necessidade de seus alunos, não se adentrando à constante evolução tecnológica. Nesse sentido é necessário que a educação acompanhe o cenário tecnológico atual e que o docente esteja em constante formação.

Cumprindo o último requisito estabelecido nos objetivos específicos, têm-se que as dificuldades da inclusão do *software* Revit vão além da estrutura física, pois é preciso compreender que a evolução gradativa do formato pedagógico exige uma formação continuada, adaptando-se ao desenvolvimento tecnológico. O que expõe a necessidade do constante aprimoramento de saberes como indispensável para o desenvolvimento da educação, de modo a obter uma melhor qualidade de ensino.

Em síntese, esse trabalho afirma a importância de uma ferramenta tecnológica para subsidiar docentes e discentes no processo de ensino e aprendizagem no setor de Engenharia Civil, confirmando a importância da visualização realista facilitando a compreensão dos conteúdos apresentados em aula, como o processo de compatibilização de projetos. Percebe-se que, os momentos vividos durante e após a pesquisa, foram de grande relevância,

acrescentando na formação enquanto discentes e/ou profissionais, a observação que a tecnologia deve ser uma aliada do ensino.

Portanto, este trabalho é um passo importante para que ocorra maior difusão do BIM dentro das universidades, impactando positivamente o ensino e aprendizagem.

6.1 SUGESTÃO PARA TRABALHOS POSTERIORES

Como sugestões para trabalhos posteriores, percebe-se ainda a necessidade e a investigação do estudo de implementação de outros *softwares* BIM, no componente curricular de Concreto Armado, assim como nos demais integrantes curriculares da área de Estruturas, que compõem o curso de Engenharia Civil, além disso, propostas de metodologias de ensino a serem adotadas, neste componente curricular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. **NBR 16636:1** - Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos: Diretrizes e terminologia. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR 16636:2** - Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos: Projeto arquitetônico. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR 16636:3** - Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos: Projeto urbanístico. Rio de Janeiro, 2020.

_____. **NBR 15965-1:2011** - Sistema de classificação da informação da construção. Parte 1: Terminologia e estrutura de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, p. 6. 2011.

_____. **NBR 6120** - Ações para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 2019.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118** – Projeto de estruturas de concreto armado, 2014.

ALVA, Gerson Moacyr Sisniegas. Concepção estrutural de edifícios em concreto armado. **Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria**, 2007.

ALVARENGA, Bruno. CARVALHO, Maria Júlia. Capacitação: **Introdução ao Revit**. FURG, Rio Grande, RS: 2018. Grupo PET Engenharia Civil. Disponível em : https://petcivil.furg.br/images/PDF/Capacit_2020/Apostila_Revit.pdf. Acesso em : 04/08/2021.

ASBEA. **Guia AsBEA - Boas práticas em BIM - Fascículos I e II**. Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura. São Paulo, p. 47. 2015.

AUTODESK. **Revit LT**. 2021. Disponível em: <http://www.autodesk.com/products/revitlt/overview>. Acesso em: 01 de Dez. 2021

BARISON, Maria Bernardete; SANTOS, Eduardo Toledo. O papel do arquiteto em empreendimentos desenvolvidos com a tecnologia BIM e as habilidades que devem ser ensinadas na universidade. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 11, n. 1, p. 103-120, 2016.

CARVALHO, Roberto Chust; PINHEIRO, Libânio. Miranda. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**. Editora PINI, 2013.

CBIC. **Fundamentos BIM - Parte 1: Implantação do BIM para construtoras e incorporadoras. Câmara Brasileira da Indústria da Construção.** Brasília, p. 120. 2016.

CHECCUCCI, Érica de Sousa. Teses e dissertações brasileiras sobre BIM: uma análise do período de 2013 a 2018. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**. Campinas, v. 10, jan. 2019.

COLENCI, Ana Teresa. O ensino de engenharia como uma atividade de serviços: a exigência de atuação em novos patamares de qualidade acadêmica. 2010. 131 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo (USP), São Carlos, SP. 2000.

COSTA, Mayara Capucho; SOUZA, Maria Aparecida Silva de. O uso das tics no processo ensino e aprendizagem na escola alternativa “Iago dos Cisnes”. **Revista Valore**, v. 2, n. 2, p. 220-235, 2017.

FERNANDES, Anábia Vitória Fernandes; AQUINO, Adelmo Artur de; OLIVEIRA, Marcelo Tavares de; FARIAS, Antonio Diego Silva; LAVOR, Otávio Paulino. Formação de professores para educação a distância: Uma intervenção realizada no município de Riacho de Santana / RN. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 10, n. 6, pág. e37510615744, 2021. DOI: 10.33448 / rsd-v10i6.15744. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15744>. Acesso em: 27 jun. 2021.

FERREIRA, Juscelina Rosiane; CORCINI, Matheus Philippe; ALEIXO, Hugo Penna. O ENSINO DE BIM NA DISCIPLINA PROJETO ARQUITETÔNICO. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 38, n. 2, 2019.

GARBELINI, Viviane Maria Penteado. **O instrumental tecnológico para construir conhecimento por meio da metodologia de projetos**. 2001. 177 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

GARIBALDI, B. C. B. Do 3D ao 7D – Entenda todas as dimensões do BIM. **Sienge**, 08 jan. 2020. Disponível em: Do 3D ao 7D - Entenda todas as dimensões do BIM - **Sienge**. Acesso em: 29 Nov. 2021.

GIL, Antonio Carlos et al. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GRAZIANO, Francisco Paulo. **Compatibilização de projetos**. Instituto de Pesquisa Tecnológica – IPT. Dissertação. São Paulo, 2003.

HIPPERT, Aparecida; MOLINA, Mauricio Aguilar. Inserção do BIM na formação em Engenharia Civil: **Análise e reflexões**. 2020.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MATTOS, Aldo Dórea. BIM 3D, 4D, 5D e 6D. **Editora Pini. São Paulo-SP**, 2014.

MEANA, V.; BELLO, A.; GARCÍA, R. Analysis of the implementation of the BIM methodology in the spanish industrial engineering degrees under the competential perspective. **Revista ingeniería de construcción**, v. 34, 2019.

MELHADO, Silvio B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: Aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 1994. Tese – Universidade de São Paulo.

MENDONÇA, Erica Toledo; COTTA, Rosângela Minardi Mitre; LELIS, Vicente de Paula; JUNIOR, Paulo Marcondes Carvalho. Paradigmas e tendências do ensino universitário: **a metodologia da pesquisa-ação como estratégia de formação docente**. Interface. Botucatu, SP, v. 19, n. 53, p. 373-86, 2015. Disponível em: . Acesso em: 11 jul. 2021.

MOURÃO, Letícia dos Santos; ARAÚJO, Lorena Cavalcante; SILVA, Marcelo Pereira da. (2019). “Educação virtual e marketing digital: uma análise do perfil “Efeito Orna” no Instagram”. **Revista Tecnologias na Educação**, 30,1-13. Disponível em : <https://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2019/12/Art 1-Ano-11-vol 30-Novembro-2019.pdf>.

NICOLA, Jéssica Anese; PANIZ, Catiane Mazocco. **A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de biologia**. Infor, Inov. Form., Rev. NEaD-Unesp, São Paulo, v. 2, n. 1, p.350-375, 2016. ISSN 2525-3476.

O ENSINO DE BIM NA DISCIPLINA PROJETO ARQUITETÔNICO. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 38, n. 2, 2019.

PAIVA, Vera Lúcia Menezes de Oliveira e. Manual de pesquisa em estudos linguísticos. **São Paulo: Parábola**, v. 157, 2019.

PEREIRA, Adriana Soares. SHITSUKA, Dorlivete Moreira. PARREIRA, Fabio José. SHITSUKA, Ricardo. **Metodologia da pesquisa científica**. 2018.

PINHEIRO, Libânio M. **Fundamentos do concreto e projeto de edifícios**. 2007.

PIRES, Gustavo Menegusso. **Estudo do Pré-dimensionamento de Pilares**. Ijuí, RS: 2011.

_____. **Decreto n. 10.306 de 02 de abril de 2020**. Palácio do Planalto - Presidência da República. Brasília. 2020. Disponível em:http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm. Acesso em: 24 de jan. de 2022.

_____. **Decreto n. 9.377 de 17 de maio de 2018.** Palácio do Planalto - Presidência da República. Brasília. 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9377.htm. Acesso em: 24 de jan. de 2022.

_____. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Palácio do Planalto - Presidência da República. Brasília. 2020. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70320/65.pdf>. Acesso em: 24 de Jan. de 2022.

_____. **Lei nº 14.133, de abril de 2021 .** Palácio do Planalto - Presidência da República. Brasília. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.133-de-1-de-abril-de-2021-311876884>. Acesso em: 26 de Ma. de 2022.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Palácio do Planalto - Presidência da República. Brasília. 2020. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70320/65.pdf>. Acesso em: 24 de jan. de 2022.

QUIRK, Vanessa. **Uma Breve História do BIM.** 2012. O ArchDaily. ISSN 0719-8884. Disponível em: <https://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

RIBEIRO, D. O. N.; NUNES, V. B; NOBRE, I. A. M. **O uso das tecnologias como apoio ao processo de ensino-aprendizagem nas escolas municipais de Viana.** Coletânea de artigos sobre informática na educação: construções em curso. 1ª. ed. Vitória: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, 2012. Volume 3. 400p. ISBN 978-85-8263-048-8 (Capítulo 2).

SANTOS, Eduardo Toledo; BARISON, Maria Bernardete. BIM e as Universidades. **Construção Mercado, São Paulo**, v. 115, 2011.

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA. Editais BIM. Portal BIM Paraná, 2016. Disponível em: <http://www.bim.pr.gov.br/Pagina/Editais-BIM-no-Brasil>. Acesso em: 21 de Nov. de 2021.

TULIO, Mariliz. Recursos didáticos e sua importância para as aulas de geociências no 6º ano do ensino fundamental (Colégio Estadual Antonio e Marcos Cavanis/Castro-PR). **Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE**, Paraná , n. 1, 2013.

YIN, Roberto K. Estudo de caso: **planejamento e métodos.** 2ª Ed. Porto Alegre. Editora: Bookmam. 2001.

APÊNDICE I**FORMULÁRIO – MINICURSO: CONCEPÇÃO ESTRUTURAL**

- 1. Qual nível de facilidade de uso você considera ter o software BIM?**
☐ BAIXO ☐ MÉDIO ☐ ALTO
- 2. Indicaria o recurso do software BIM utilizado para outra pessoa?**
☐ SIM ☐ NÃO ☐ TALVEZ
- 3. Você considera que conseguiu realizar corretamente as etapas propostas do projeto?**
☐ NÃO TERMINEI ☐ TERMINEI NO TEMPO PREVISTO ☐ TERMINEI ANTES DO TEMPO PREVISTO
- 4. Em relação à adequação do software BIM utilizado como recurso metodológico no componente curricular, você considera:**
☐ RUIM ☐ REGULAR ☐ BOM
- 5. Os conhecimentos adquiridos no curso serão importantes para a sua vida acadêmica:**
☐ SIM ☐ NÃO ☐ TALVEZ
- 6. Os conhecimentos adquiridos no curso serão importantes para a sua vida profissional:**
☐ SIM ☐ NÃO ☐ TALVEZ
- 7. Quão importante você considera a realização deste workshop/curso?**
☐ BAIXO ☐ MÉDIO ☐ ALTO

Comentários e sugestões: