

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE
CAMPUS ARACAJU
DEPARTAMENTO DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO
COORDENADORIA DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

FABIANA HERCULANO DA CUNHA

METODOLOGIA BIM APLICADA A GESTÃO DE CONCEPÇÃO EM OBRAS
CIVIS. ESTUDO DE CASO EM UMA UNIDADE UNIFAMILIAR NA BARRA DOS
COQUEIROS/SE

MONOGRAFIA

ARACAJU
2021

FABIANA HERCULANO DA CUNHA

**METODOLOGIA BIM APLICADA A GESTÃO DE CONCEPÇÃO EM OBRAS
CIVIS. ESTUDO DE CASO EM UMA UNIDADE UNIFAMILIAR NA BARRA DOS
COQUEIROS/SE**

Monografia apresentada como requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel, da
Coordenação do Curso de Engenharia Civil, do
Instituto Federal de Sergipe – Campus Aracaju.

Orientador: Prof. José Resende Goes

ARACAJU

2021

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Geocelly Oliveira Gambardella / CRB-5 1815,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Cunha, Fabiana Herculano da

C972m Metodologia BIM aplicada à gestão de concepção em obras civis.
Estudo de caso em uma unidade unifamiliar na Barra dos Coqueiros/SE. /
Fabiana Herculano da Cunha. – Aracaju, 2021.

90 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. José Resende Góes.
Monografia (Graduação – Bacharelado em Engenharia Civil.) – Instituto
Federal de Sergipe, 2021.

1. BIM. 2. Projeto. 3. Orçamento. 4. Compatibilização. I. Góes, José
Resende. II. Título.

CDU 62(81)

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE

CAMPUS ARACAJU

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia Nº 202

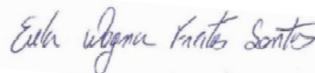
**METODOLOGIA BIM APLICADA A GESTÃO DE CONCEPÇÃO EM OBRAS
CIVIS. ESTUDO DE CASO EM UMA UNIDADE UNIFAMILIAR NA BARRA DOS
COQUEIROS-SE**

FABIANA HERCULANO DA CUNHA

Esta monografia foi apresentada às 9h30min do dia 02 de setembro de 2021 como requisito parcial para a obtenção do título de BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.



Prof.ª M.Sc. Andrea Santana Teixeira Lins
(IFS – Campus Aracaju)



Prof. M.Sc. Euler Wagner Freitas Santos
(IFS – Campus Aracaju)



Prof. Dr. José Resende Góes
(IFS – Campus Aracaju)
Orientador



Prof. Dr. Pablo Gleydson de Sousa
(IFS – Campus Aracaju)
Coordenador da COEC

AGRADECIMENTOS

Agradeço incansavelmente a Deus pela oportunidade que colocou em minha vida, por sempre me guiar nesta jornada.

À minha família pelo apoio ao longo desses anos em especial aos meus pais José Filho e Maria, e as minhas irmãs Flávia, Fabrícia, Frankeline e Fernanda.

Meus amigos e colegas por compartilhar essa difícil caminhada comigo e aos meus queridos professores por todo conhecimento transmitido, em especial ao professor Resende meu orientador deste trabalho, meus sinceros agradecimentos por toda paciência e pelo direcionamento para a concretização deste trabalho.

Ao Maurício e toda a equipe por serem prestativos aos esclarecimentos de minhas dúvidas sobre este trabalho.

A todos, meus sinceros agradecimentos.

O conhecimento é irresistível
(Jardielson Araujo)

RESUMO

CUNHA, Fabiana Herculano da. **Metodologia BIM Aplicada a Gestão de Concepção em Obras Civas**. Estudo De Caso Em Uma Unidade Unifamiliar na Barra dos Coqueiros/SE. p. 90. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2021.

Nos últimos anos a disseminação do uso de softwares que utilizam a metodologia BIM no desenvolvimento de projetos por empresas brasileiras vem evoluindo a cada dia. Com isso não apenas os softwares utilizados passaram pelo processo de evolução, junto com eles o processo de desenvolvimentos dos projetos ficou cada vez mais eficaz. Este trabalho teve como objetivo demonstrar a importância de realizar os procedimentos de desenvolvimento de projetos utilizando a tecnologia e metodologia BIM, assim como as análises de compatibilização, usuais com um software ideal para detecção de conflitos e, por fim, a obtenção dos quantitativos de materiais e mão de obra obtido do mesmo software utilizado na elaboração dos projetos. Os resultados obtidos dessas análises mostraram que o uso do BIM interliga as rotinas de elaboração entre os projetos, tornando-os uma simulação da construção capaz de prevê conflitos e agilizar decisões que impactam financeiramente caso não sejam realizadas em fase de projeto. Os quantitativos gerados pelo software de modelagem possibilitou a automatização dos resultados conforme modificações na modelagem do projeto.

Palavras-chave: BIM; Projeto; Orçamento; Compatibilização.

ABSTRACT

CUNHA, Fabiana Herculano da. BIM Methodology Applied to Conception Management in Civil Works. Case Study in a Single Family Unit in Barra dos Coqueiros/SE. p. 90. Monograph (Bachelor of Civil Engineering) – Federal Institute of Education, Science and Technology of Sergipe – Campus Aracaju. 2021.

In recent years, the dissemination of the use of software that uses the BIM methodology in project development by Brazilian companies has been evolving every day. With this, not only the software used went through the evolution process, along with them the project development process became increasingly effective. This work aimed to demonstrate the importance of carrying out the project development procedures using BIM technology and methodology, as well as the compatibility analysis, which are usual with an ideal software for conflict detection and, finally, the obtainment of material quantities and labor obtained from the same software used in the elaboration of the projects. The results obtained from these analyzes showed that the use of BIM interconnects the elaboration routines between the projects, making them a construction simulation capable of predicting conflicts and speeding up decisions that impact financially if they are not carried out in the design phase. The quantities generated by the modeling software enabled the automation of results according to changes in the project modeling.

Keywords: BIM; Project; Budget; Compatibility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Fases iniciais de um empreendimento	18
Figura 2.2 - Risco X Custo no ciclo de projeto	22
Figura 2.3 – Fluxos de transferência do conhecimento	23
Figura 2.4 - Fluxo básico no processo de projeto BIM	28
Figura 2.5 – Fluxo básico em uma etapa de projeto	29
Figura 2.6 - Usos do Modelo BIM.....	30
Figura 2.7 - Interface do Navisworks.....	36
Figura 2.8 - Curva ABC	41
Figura 4.1 - Espessura de parede no CAD	53
Figura 4.2 - Espessura de parede no CAD	53
Figura 4.3 - Camada de parede genérica.....	54
Figura 4.4 - Camada de piso genérico	55
Figura 4.5 - Planta baixa no CAD antes da criação do shaft.....	56
Figura 4.6 - Planta baixa após criação do shaft	56
Figura 4.7 - Planta de cobertura no CAD	57
Figura 4.8 - Planta de cobertura no Revit.....	57
Figura 4.9: Projeção do sol sobre a cobertura.....	58
Figura 4.10 - Projeto sanitário com tubos e conexões proporcionais ao tamanho real	59
Figura 4.11 –Quadro elétrico com o posicionamento dos disjuntores	59
Figura 4.12 - Conflito entre pilar e parede	61
Figura 4.13 - Conflito ente pilar e piso.....	61
Figura 4.14 – Alinhamento da camada de emboço com o pilar em planta baixa	62
Figura 4.15 - Alinhamento da camada de emboço com a viga em corte.....	62
Figura 4.16 - Alinhamento da camada de emboço com o pilar em planta baixa	62
Figura 4.17 - Passagem de eletroduto no centro da viga.....	63
Figura 4.18 - Passagem de eletroduto na diagonal com a viga.....	63
Figura 4.19 - Eletroduto na face superior da viga.....	63
Figura 4.20 – Tubo sanitário passando em laje no local do shaft.....	64
Figura 4.21 - Passagem de tubo sanitário no centro da laje	64
Figura 4.22 - Passagem de tubo de água em viga baldrame	65
Figura 4.23 - Tubo de refrigeração com passagem na diagonal em viga.....	65
Figura 4.24 - Tubo de refrigeração em região próxima a armadura da viga	65
Figura 4.25 - Ralo embutido na laje na cobertura	66
Figura 4.26 - Tubo de drenagem com passagem no centro da viga	66
Figura 4.27 - Colisão entre estrutura de placa solar com a laje	67
Figura 4.28 - Exemplo de materiais e espessuras de camadas de parede.....	68
Figura 4.29 - Curva ABC	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Definições do Nível de Desenvolvimento.	32
Quadro 2.2 - Sete potenciais de conflitos no gerenciamento de projeto.	34
Quadro 2.3 - Colunas da tabela da curva ABC.	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Listagem dos insumos para a Curva ABC.....	40
Tabela 4.1 - Composição de custo unitário de alvenaria de elevação.	69
Tabela 4.2 - Composição de custo unitário de argamassa para alvenaria de elevação.	69
Tabela 4.3 - Composição de custo unitário de chapisco.	69
Tabela 4.4 - Composição de custo unitário de argamassa para chapisco.	70
Tabela 4.5 - Composição de custo unitário de reboco.	70
Tabela 4.6 - Composição de custo unitário de argamassa para reboco.	70
Tabela 4.7 - Composição de custo unitário de preparo de superfície.	71
Tabela 4.8 - Composição de custo unitário de emassamento.....	71
Tabela 4.9 - Composição de custo unitário de pintura.	71
Tabela 4.10 - Planilha Orçamentária de Serviço.	72
Tabela 4.11 - Quantitativo e preço de materiais.....	73
Tabela 4.12 - Quantitativo e preço de mão de obra.	74
Tabela 4.13 - Preço total dos serviços levantados.	75
Tabela 4.14 - Listagem da Curva ABC.....	76
Tabela 4.15 - Composição unitária da alvenaria de elevação no Revit.	78
Tabela 4.16 - Composição unitária dos insumos.....	79
Tabela 4.17 - Quantitativo de material e mão de obra.	80
Tabela 4.18 - Custo unitário e preço de venda.....	81

LISTA DE SIGLAS

BDI	Benefícios e Despesas Indiretas
CDE	<i>Commom Data Enviroment</i>
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
MS	<i>Microsoft</i>
CH	Capital Humano

LISTA DE ACRÔNIMOS

BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CAD	<i>Computer aided design</i>
CEHOP	Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas
LOD	<i>Level of Detail</i>
MEP	<i>Mechanical, Eletrical, Pumbling</i>
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
ORSE	Sistema de Orçamento de Obras de Sergipe

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVOS.....	15
1.1.1	Geral	15
1.1.2	Específicos	15
1.2	ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	O EMPREENDIMENTO	17
2.1.1	Empreendimento Imobiliário	17
2.1.2	Ciclo de Vida do Empreendimento	18
2.1.3	Análise de Custo x Tempo.....	21
2.1.4	Gestão da Concepção	23
2.2	BIM - <i>BUILDING INFORMATION MODELING</i>	24
2.2.1	Fundamentos do BIM.....	25
2.2.2	Construção Virtual	26
2.2.3	Fluxo do Projeto em BIM	27
2.2.4	Interoperabilidade	29
2.2.5	Usos BIM	30
2.2.6	Níveis de Desenvolvimento – LOD	31
2.2.7	Compatibilização de Projetos	33
2.2.8	Ferramentas para a Modelagem e Compatibilização	35
2.2.8.1	Autodesk Revit	35
2.2.8.2	Autodesk Navisworks	35
2.3	ORÇAMENTO E ORÇAMENTAÇÃO.....	36
2.3.1	Etapas da Orçamentação	37
2.3.1.1	Estudo das Condicionantes	37
2.3.1.2	Composição de Custos	37
2.3.1.3	Determinação de Preço	38
2.3.2	Encargos Sociais e Trabalhistas.....	38
2.3.3	Curva ABC.....	39
2.3.4	Lucro, Preço de Venda e Benefícios e Despesas Indiretas - BDI.....	42
2.3.5	Orçamento de Obras de Sergipe - ORSE.....	43
3	METODOLOGIA.....	45
3.1	ESTUDO DE CASO - CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	45
3.2	APRESENTAR A OTIMIZAÇÃO OBTIDA NA ELABORAÇÃO DE PROJETOS COM O MODELO BIM	46
3.3	COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS.....	46
3.4	COMPOSIÇÃO DAS PLANILHAS DE CUSTO.....	46
3.4.1	Planilha de Custo no MS Excel.....	47
3.4.2	Composição de Custo no Autodesk Revit.....	48

4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	51
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO – ESTUDO DE CASO	51
4.2	OTIMIZAÇÃO NA EXECUÇÃO DE PROJETOS COM O MODELO FEDERADO	52
4.3	COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS.....	59
4.3.1	Arquitetônico x Estrutural.....	61
4.3.2	Estrutural x Elétrico.....	62
4.3.3	Estrutural x Sanitário.....	64
4.3.4	Estrutural x Hidráulico.....	64
4.3.5	Estrutural x Climatização	65
4.3.6	Estrutural x Pluvial	66
4.3.7	Estrutural x Solar	66
4.4	COMPOSIÇÃO DAS PLANILHAS DE CUSTO.....	67
4.4.1	Composição de Custo no MS Excel	68
4.4.2	Composição de Custo no Autodesk Revit.....	77
4.4.3	Avaliação dos resultados do MS Excel e Autodesk Revit.....	82
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
6	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	85
	REFERÊNCIAS.....	86

1 INTRODUÇÃO

A indústria de construção civil é um setor gerador de grande investimento em extensão global, na maioria dos países o setor é responsável por cerca de 7% da empregabilidade mundial (HORTA E CAMANHO, 2014 *apud* MAROCKI, 2015). Isto se deve ao fato da alta demanda para construção de residências, estradas e indústrias. O desenvolvimento de cidades é sempre algo contínuo devido ao crescimento populacional, inovação da arquitetura, degradação das construções existentes e instalação de novas indústrias. Isto faz com que a construção civil seja um setor sempre atuante na economia de cidades e países (SANTOS *et al.*, 2014).

Na construção civil cresce cada vez mais a exigência dos clientes por qualidade, entrega da obra no prazo estipulado com custos cada vez menores, porém ela vai na contramão na qualificação da mão de obra, com infraestrutura tecnológica rudimentar, altos custos e baixa produtividade (SCHWARK, 2006; MELLO e DE AMORIM, 2009 *apud* MAROCKI, 2015).

O empreendimento é visto como um somatório de estágios que progridem à medida que o anterior é finalizado. Rufino [20--?] descreve esses estágios como: Conceção, Projeto, Construção e Produto final. A autora afirma que o valor de correção de erros possui aumento gradativo de 10 vezes o custo à medida que cada estágio é finalizado, com isso é concluído que para a maior economia na produção do empreendimento deve-se intervir nos processos mais econômicos nas fases iniciais, sendo elas as fases de concepção e projeto. Estima-se que os projetos custam de 3 a 6% do custo total da obra, mas podem gerar perdas significativas caso não forem bem executados.

Usando as palavras de Oliveira [201-?] “a falta de um planejamento e gerenciamento bem definidos, gera perdas significativas de lucro e materiais de construção e reduz a competitividade da empresa no mercado”. Santos (2013) também revela que incompatibilidades presentes no projeto geram desperdícios financeiros e maior tempo na execução do projeto, esses custos podem ser sanados ainda na fase de projetos que requerem investimento de cerca de 1% a 1,5% do custo total da obra e são convertidos em economia que variam de 5% a 10%.

BIM – *Building Information Modeling* (Modelagem da Informação da Concepção) é um avanço do método de elaboração de projetos em CAD – *Computer Aided Design*, que consiste em desenhos feitos por vetores em 2D. Já o BIM é um

modelo de construção voltada para a elaboração de empreendimentos virtuais, onde são modelados tridimensionalmente a construção que possui informações correspondentes a cada etapa do empreendimento. O BIM não se resume a um software, ele é uma tecnologia para elaboração de projetos que simula cada etapa da construção, e atualmente é necessária a comunicação com diversos softwares de projetos especializados em cada modalidade de simulação. No setor da construção civil vem ganhando relevância mundial, inclusive no Brasil, pois possibilita um planejamento preciso com todas etapas conectadas fornecendo projetos com alto índice de assertividade e economia (SALLABERRY, 2019).

Ainda segundo o autor, em uma pesquisa realizada pelo *Stanford University Center for Integrated Facilities Engineering* (CIFE) em 32 projetos de grande porte no Estados Unidos, o uso da metodologia BIM apontou redução de custos:

- Eliminação de até 40% das mudanças orçamentárias não previstas;
- Estimativas de custo com imprecisões de até 3%;
- Até 80% de redução de tempo gasto na elaboração de estimativas de custo;
- Até 7% de redução no tempo de projeto.

Por isso o BIM é o principal alvo para facilitar o gerenciamento de projetos, pois integra as equipes, reduz retrabalhos, além de controlar e prever os custos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

- Analisar a metodologia BIM na fase de concepção de obras com ênfase na elaboração de projetos de Engenharia por meio dos softwares Revit e Navisworks.

1.1.2 Específicos

- Caracterizar o empreendimento estudado e os respectivos procedimentos utilizados no processo de desenvolvimento das

alterações e ajustes realizados nos projetos Arquitetônico, Estrutural e Complementares de Engenharia.

- Demonstrar a otimização e respectivos benefícios gerados na elaboração de projetos com o modelo BIM, em comparação com o modelo CAD.
- Identificar principais conflitos gerados com a compatibilização dos projetos utilizando o software Navisworks e respectiva análise visual.
- Demonstrar a viabilidade técnica da utilização do software Revit para obtenção dos quantitativos de materiais e mão de obra, a partir das composições unitárias obtidas no sistema orçamento ORSE/CEHOP.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está dividido em seis capítulos, sendo eles: Introdução, Fundamentação Teórica, Metodologia, Resultados e Discussões, Considerações Finais e Sugestões para Trabalhos Futuros.

No primeiro capítulo é apresentado o cenário da construção e a expectativa de inovação que o BIM oferece para o desenvolvimento de projetos. São apresentados também os propósitos deste trabalho através da descrição dos objetivos gerais e específicos.

No segundo capítulo, Fundamentação Teórica, foi conceituado os assuntos inerentes nesse trabalho e necessários para o entendimento da proposta de trabalho apresentado. Todos os subcapítulos informam conceitos diferentes para o entendimento global do tema.

No terceiro capítulo, Metodologia, foi descrito como os objetivos deste trabalho foram realizados expondo o passo-a-passo para atingir os resultados.

No quarto capítulo, Resultados e Discussões, foi apresentado o comportamento das atividades desenvolvidas na metodologia.

O quinto capítulo, Considerações Finais, corresponde aos resultados alcançados pelo método de pesquisa adotado, trazendo o resumo da conclusão deste trabalho.

E, por fim as Sugestões para Trabalhos Futuros. Neste último capítulo é apresentado propostas para trabalhos futuros que dará continuidade a esta dissertação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os próximos temas abordados ao longo deste capítulo introduzirão os conceitos sobre Empreendimento, BIM, Orçamento e Orçamentação.

2.1 O EMPREENDIMENTO

Todo empreendimento nasce a partir da concepção de ideias, necessidades e lucratividade. A gestão de concepção visa desenvolver todo o planejamento ainda na fase de papéis, ou seja, nas primeiras etapas do empreendimento, tal planejamento é crucial para dimensionar as margens de custos, métodos de execução e tempo. Para Barreto e Andery (2014) o processo de concepção do empreendimento deve desenvolver o amadurecimento de ideias, conceitos e definições. Esse procedimento é crucial para identificação de riscos, e, por sua vez, eliminação de incertezas que quanto antes identificadas possibilitará a redução de custos indesejáveis na execução do empreendimento.

O estudo da concepção tem como objetivo a agilidade e a qualidade nos projetos desenvolvidos, visto que gera maior valor agregado na construção civil (COELHO, 1998 *apud* NOBRE; SANTOS; BARROS NETO, 2004).

2.1.1 Empreendimento Imobiliário

Segundo o dicionário Aurélio, empreendimento vem do ato de empreender, e este, por sua vez, tem o significado de “por em execução” (FERREIRA, 2000). Portanto, pode-se dizer que empreendedorismo na construção civil é a idealização de uma construção promovendo todas as etapas necessárias para a sua materialização seguindo uma ordem cronológica e impondo recursos necessário para sua execução.

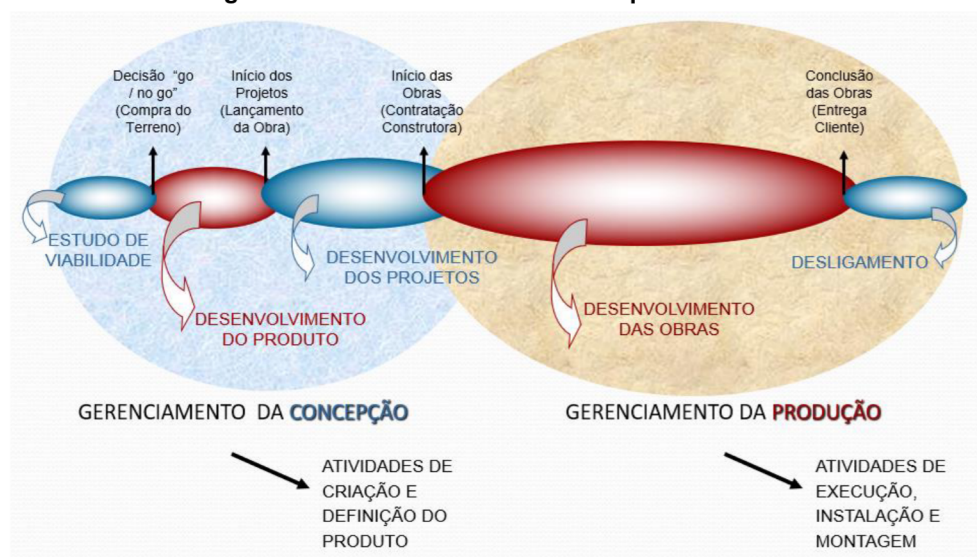
Para Miron (2002) empreendimento é compreendido desde a ideia inicial da edificação, conforme necessidade do mercado, até as relações de pós-ocupação. Os empreendimentos da construção civil se diferem das demais indústrias, por ser de caráter único e temporário, e por possuir um elevado valor para sua produção em diferentes localizações com tempo de vida útil prolongado (PMI, 1996; KOSKELA, 2000 *apud* MIRON, 2002).

O empreendimento imobiliário requer novos projetos, terrenos e planejamento de execução, ou seja, tudo é mutável de um empreendimento para outro, e as limitações para padronização da execução em diferentes países dificultam a expansão deste setor para terras estrangeiras, pois as práticas mudam conforme cultura das regiões (MELHADO, 2001 *apud* SCHORR, 2015).

2.1.2 Ciclo de Vida do Empreendimento

Para o Guia PMBOK (2018) o ciclo de vida do projeto é dividido por fases desde o início à sua conclusão, essas separações de fases são importantes para a atribuição do gerenciamento e organização de todos os intervenientes envolvidos no projeto, atribuindo-lhes quantidades e durações dessas fases, portanto são estabelecidos prazos de início, fim ou controle. O ciclo de vida é uma particularidade de cada empresa, sendo exclusivo em cada projeto desenvolvido, pois eles são variáveis de acordo com os empreendimentos e são essenciais para o gerenciamento do projeto.

Figura 2.1 - Fases iniciais de um empreendimento.



Fonte: Melhado (2011) *apud* Goes (2021).

Analisando a Figura 2.1 acima são apresentadas as fases iniciais do empreendimento. A primeira fase do empreendimento é o estudo de viabilidade, sendo esta a fase em que é desenvolvida as primeiras análises do potencial e os riscos do empreendimento na ótica financeira. Um aspecto importante no estudo de

viabilidade é a localização do terreno, que segundo Suffer (1982 *apud* MIRON, 2002) torna-se valorosa quando atende os requisitos de infraestrutura, como presença de rede de esgoto, coleta de águas pluviais, abastecimento de água e energia elétrica, e segundo a acessibilidade de espaços urbanos nas proximidades do empreendimento de interesse do proprietário (usuário), como bancos, supermercados, escolas, shopping e praças.

Goldman (2000 *apud* PEIXOTO, 2014) complementa dizendo que o terreno está vinculado a questões de viabilidade quando são discutidos a posição do terreno, estudo de incidência solar, relevo, tipo de solo e taxa de aproveitamento do terreno, pois são questões diretamente ligada ao custo durante a construção.

Para Gehbauer *et al.* (2002) o estudo de viabilidade econômica é de grande importância pois são decididos se há declínio ou prosseguimento do empreendimento. Nessa fase é reunido o maior número de informações que comprovem por parâmetros financeiros a viabilidade do empreendimento, dando retorno rentável para a sociedade e mantendo o respeito com as condições ambientais. É de responsabilidade do empreendedor este estudo e deve determinar a localização do empreendimento, ter uma concepção do produto desejado, definir os padrões de qualidade, analisar as perspectivas de venda ou locação, e analisar o mercado investidor.

Na fase de desenvolvimento do produto Miron (2002, p. 29) comenta sobre o ponto de vista dos autores Smith e Morrow e para eles “o desenvolvimento do produto é um processo que converte necessidades e requisitos dos clientes em informação para que um produto ou sistema técnico possa ser produzido”.

Feitas as análises iniciais, no desenvolvimento do produto é desenvolvido os levantamentos de dados com o empreendedor para formular com o arquiteto os primeiros estudos de massas que possam reunir as informações essenciais para desenvolver os primeiros projetos arquitetônicos com suas ideias e necessidades (GEHBAUER *et al.*, 2002). Ainda segundo os autores, os levantamentos de dados devem proporcionar ao arquiteto as seguintes definições:

- Objetivos do empreendimento e do empreendedor;
- Prazos e recursos disponíveis para o projeto e para a obra;
- Finalidade de uso dos diversos ambientes da edificação;
- Organograma, fluxograma e dimensionamento da edificação;

- Quantidade aproximada de usuários e o consequente fluxo de pessoas, materiais e veículos;
- Instalações, equipamentos e mobiliário de todos os compartimentos.

É a partir do desenvolvimento do produto que iniciará o projeto arquitetônico, e este por sua vez os projetos complementares. A fase de desenvolvimento do projeto possui fundamental importância no ciclo de vida do empreendimento. Para Koskela (2000 *apud* MIRON, 2002) o projeto é a solução criada a partir dos requisitos solicitados pelo cliente e nesta fase o valor agregado do projeto está diretamente proporcional a conversão das necessidades do cliente em meio ao projeto. Dessa forma sua execução resume-se a consolidação dos projetos desenvolvidos.

Schorr (2015, p. 23) apresenta definições importantes sobre o projeto e fazendo uso de suas palavras:

De acordo com Souza e Abiko (1997), para um bom planejamento do empreendimento se faz necessário efetuar um ótimo projeto. A qualidade das características apresentadas no projeto gera um impacto direto no processo de execução da obra, no projeto definem-se todos os detalhes da construção e suas especificações que afetam o custo final do empreendimento. A satisfação do cliente é resultante do atendimento das necessidades dos mesmos, sendo que a qualidade está diretamente ligada com a clareza do projeto de execução, do memorial de cálculo e dimensionamento das estruturas e as especificações técnicas do empreendimento.

Melhado e Rocha Melhado (2009) defende que nessa etapa que compreende o anteprojeto deve ser apresentado não somente os projetos arquitetônicos, mas também os projetos complementares para o levantamento das primeiras discussões e incompatibilidades do modelo. Ainda segundo os autores na fase do desenvolvimento dos projetos são geradas pranchas com nível de detalhamento necessário para execução, isto inclui a compatibilização com todos os projetos e especificações técnicas.

O marco de início da obra ocorre em transição com as etapas finais do desenvolvimento de projetos. Quando o projeto passa a ser executado no terreno, a partir deste ponto deve-se iniciar o gerenciamento da produção para controlar o planejamento e custos da obra.

Para Peixoto (2014) a construção impacta diretamente no resultado final do empreendimento, pois nela consiste no desenvolvimento físico do mesmo, dessa forma conseguir executar de acordo com planejado, seja de projeto, cronológico e financeiro é necessário para atingir as metas esperadas.

No Guia PMBOK (2018) o processo de execução consome maior parte do orçamento, recursos e tempo, e tem como objetivo executar os requisitos do projeto conforme estabelecido no planejamento. Nesse processo pode haver solicitação de modificação do planejamento o que prejudicaria toda cadeia do projeto e orçamento, por isso a importância de projetos bem elaborados para que ocorra a execução dentro das suas margens de risco.

A fase de desligamento da obra consiste nos processos realizados na conclusão ou encerramento do projeto. Os principais benefícios desse processo é o arquivamento de informações adquiridas durante todo processo de elaboração, a conclusão dos trabalhos planejados e o remanejamento dos recursos organizacionais para novos empreendimentos (GUIA PMBOK, 2018).

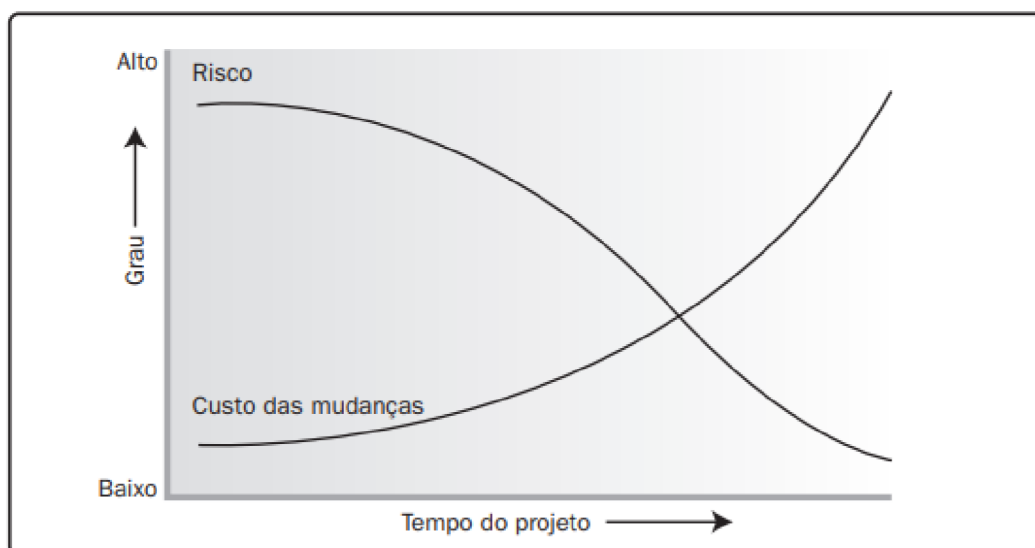
A entrega do produto para o usuário se dá juntamente com o manual de uso e operação que explicará o correto uso dos sistemas e materiais do produto entregue. A assistência técnica da construtora deve estar à disposição dos usuários quando apresentados qualquer falha no processo construtivo conforme prazos estabelecidos. A retroalimentação dessas falhas possibilitará a melhoria contínua para execução de novos empreendimentos (MELHADO e ROCHA MELHADO, 2009).

2.1.3 Análise de Custo x Tempo

O Guia PMBOK (2018) explica que os custos das mudanças do projeto são baixos no início do processo, pois como se encontra na fase onde tudo está no “papel” torna-se mais fácil qualquer mudança no projeto, essas discussões são feitas na fase de organização e preparação dos projetos. O custo aumenta de acordo com a mudança de fases do ciclo de vida, pois passada a fase de organização e preparação qualquer mudança se torna onerosa.

O risco é maior no início do ciclo, onde há maiores incertezas nessa fase. À medida que são realizados estudos e discutidos os planos o grau de risco tende a declinar. A Figura 2.2 mostra o gráfico com as variáveis descritas ao longo do tempo.

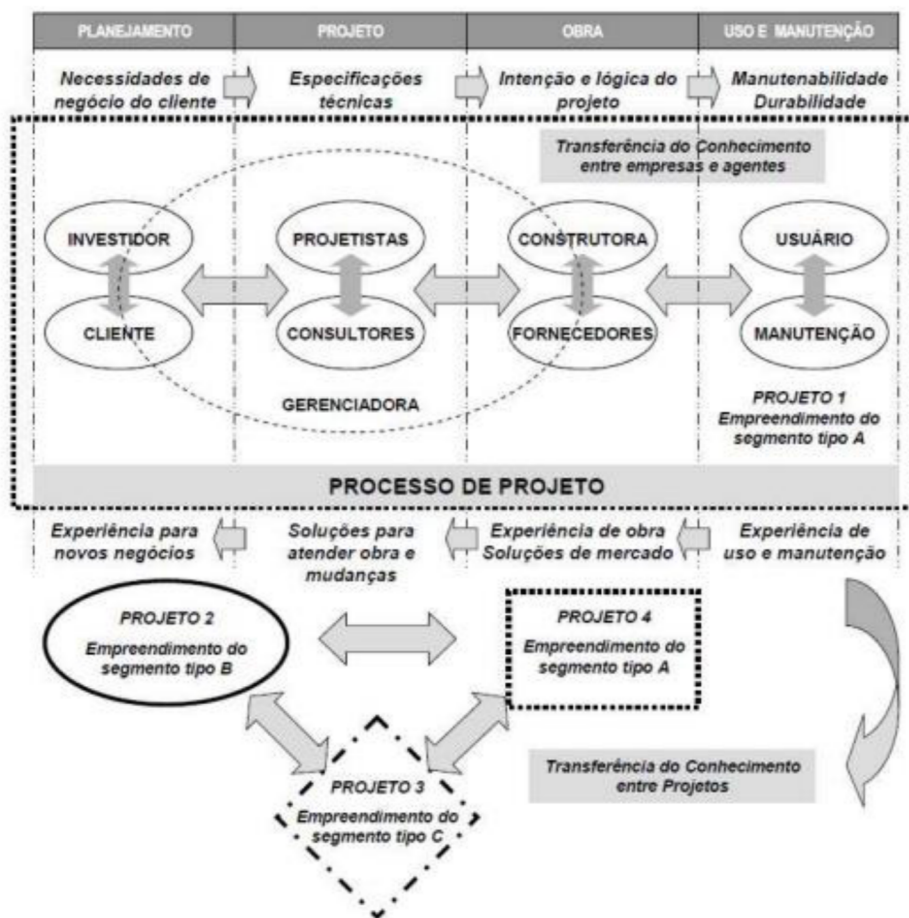
Figura 2.2 - Risco X Custo no ciclo de projeto.



Fonte: Guia PMBOK (2018).

Melhado (2013) cita da importância da transmissão de conhecimento quando há retorno entre a fase de obra com a de planejamento, pois é nessa transição onde são elaboradas novas soluções e revisões assim como mudança de escolha do cliente. Com isso o acumulo de experiências adquiridas com essas mudanças podem tornar processos futuros semelhantes de maneira mais rápida e eficaz. A Figura 2.3 abaixo mostra o fluxo de transferência de conhecimento entre fases segundo Melhado.

Figura 2.3 – Fluxos de transferência do conhecimento.



Fonte: Melhado (2013).

2.1.4 Gestão da Concepção

Projeto é definido como um conjunto de planos definidos para o desenvolvimento de um produto ou serviço único. Para Harold Kerzner (KERZNER, 2006 *apud* ARANHA, 2021), o projeto é um empreendimento com objetivo bem definido, que consome recursos e possuem prazos, custo e qualidade, além de ser algo único com atividades exclusivas de uma empresa.

Melhado (1994) explica que um bom projeto é essencial para o planejamento e programação no canteiro, como também é primordial um programa efetivo de controle da qualidade para desenvolver uma excelente execução e obter bons materiais.

O mesmo autor define que as tecnologias construtivas devem ser estudadas na fase de projeto, visando “antecipar no papel o ato de construir”, com isto, há ganhos significativos que se estende em todo ciclo do projeto, além do que as modificações

feitas durante esta parte são expressivamente mais baratas e prevê todo o planejamento necessário.

Em vista dos conceitos apresentados Harold Kerzner (KERZNER, 2006 *apud* ARANHA, 2021) define gerenciamento de projetos como um planejamento, organização, direção e controle de recursos organizacionais num dado empreendimento.

“Por se tratar de um empreendimento temporário, todo projeto possui um ciclo de vida que compreende quatro fases: planejamento, elaboração, implementação ou execução e desativação ou conclusão” (DUFFY, 2006, p. 9 *apud* SILVA e MATAMOROS, 2010, p. 33).

2.2 BIM - *Building Information Modeling*

A tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) hoje facilmente difundido pelo Brasil é conceituada por grandes autores como uma plataforma que reúne de maneira computadorizada os processos da construção, projeto, orçamento, planejamento, sustentabilidade e manutenção.

Antes do conceito do BIM era utilizado os sistemas CAD (*Computer Aided Design*) para produção de projetos em computadores. “Todos os sistemas CAD geram arquivos digitais [...] que consistem principalmente em vetores, tipos de linha associados e identificação de camadas (*layers*)” (EASTMAN *et al.*, 2014, p. 12). O *software* mais utilizado para uso dos sistemas CAD é o da empresa Autodesk com o programa AutoCAD, que durante anos e ainda atualmente é um dos *softwares* mais utilizados no ramo da engenharia civil.

Usando as palavras de Eastman *et al.* (2014) que defende que os problemas mais comuns enfrentados no modelo tradicional do desenvolvimento do projeto, é que análises do uso de energia, estimativa de custos e detalhes do projeto são apenas diagnosticado após o fechamento do projeto, deixando inviável qualquer alteração no projeto.

Conforme o autor Eastman *et al.* (2011 *apud* TENEDINI, 2019, p. 31) “o BIM seria um modelo digital que representa um produto, que, por sua vez, seria o resultado do fluxo de informações do desenvolvimento do seu projeto”.

Para Netto (2014) o conceito de BIM reúne a ideia de se construir um edifício virtual antes da construção real, criando um protótipo com informações reais da

construção, formando um verdadeiro banco de dados e analisando conflitos e estudos como insolação e uso de energia, e desta forma economizando tempo e material durante a execução da obra.

O termo *Information*, por sua vez, demonstra a característica mais expressiva da tecnologia em estudo, que é a ligação existente entre o modelo e as informações, que mostram efetivamente as várias propriedades dimensionais e materiais que compõem o objeto modelado. “Utilizando-se da parametrização dos objetos, atualiza-se automaticamente os modelos e o banco de dados do projeto através da variação dos parâmetros e regras definidas e alteradas pelo usuário” (EASTMAN *et al.*, 2011 *apud* TENEDINI, 2019, p. 32).

2.2.1 Fundamentos do BIM

Para o Guia 1 (2017), da Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços), o processo de planejamento no BIM transformou a cultura da organização de todos os participantes pois se trata de um processo complexo que exige a capacitação das partes envolvidas. Para isso, a implementação BIM se firma em três dimensões fundamentais: a tecnologia, as pessoas e os processos, por sua vez conectados entre si por procedimentos, normas e boas práticas.

Ainda segundo o autor, a tecnologia envolve toda infraestrutura necessária para a operação como os softwares, hardwares compatíveis com as necessidades, rede de internet e adaptação dos usuários aos processos BIM. O segundo fundamento, as pessoas, são fundamentais no processo, pois são elas que irão operar as tecnologias, portanto necessitam de treinamento, capacitação de trabalhar com equipes internas e externas, ser capazes de avaliar o melhor procedimento para resolução de problemas, reduzir ou eliminar imprevistos na obra ou na manutenção da edificação. Isto para que quanto integrado com a tecnologia sejam mais céleres nas produções de projetos executáveis. O último fundamento refere-se a todos procedimentos de uma empresa, o autor descreve essas séries de processos sendo:

[...] fluxo de trabalho, cronograma, a especificações dos entregáveis, o método de comunicação, a definição de função, o sistema de dados, arquivos e informações, o nível de detalhe em cada fase e a especificação do uso do modelo em todo o ciclo de vida da edificação (GUIA 1, 2017, p. 11).

É comum a utilização do termo BIM utilizando as palavras tecnologia BIM e metodologia BIM. Ruggeri (2018) explica que a tecnologia BIM é a evolução do ponto de vista tecnológico, como informações mais complexas no objeto modelado, a parametrização do mesmo e interoperabilidade entre diferentes softwares. Enquanto a metodologia BIM é a “consequência da forma de estruturar o pensamento ou os processos de construção da significação [...]”. Logo, uma metodologia pode orientar sobre como fazer as coisas usando a forma de modelar ou de interagir do BIM”, ou seja, são os procedimentos de criação e gerenciamento para o desenvolvimento de projetos.

2.2.2 Construção Virtual

Para Masotti (2014) o projeto de construção virtual é um processo da integração de todos os projetos em um único modelo centralizado, onde o projeto de arquitetura recebe o projeto de estrutura e os demais projetos complementares. Esses modelos possuem geometria e parâmetros de seus materiais compatíveis com os reais. A capacidade de visualização de todos os elementos constituintes da edificação faz com que as análises construtivas tenham soluções ideais para o modelo. Outro benefício é diminuir a incidência de conflitos durante a fase de planejamento no início do ciclo de vida do projeto.

O Guia 1 (2017) conceitua projeto de construção virtual da seguinte forma:

[...] projeto de construção virtual é definido pela integração multidisciplinar de dados do projeto, sua organização e os processos envolvidos para o seu desenvolvimento através do que a tecnologia da informação possibilita atualmente. O projeto é desenvolvido agregando-se todas as informações pertinentes em cada fase da edificação, satisfazendo todos os usos e atores do processo (GUIA 1, 2017, p. 12).

As análises não são apenas de elementos físicos, a construção virtual permite realizar estudos energéticos, luminotécnico e estrutural.

Freire e Amorim (2011) explicam que a análise de incidência solar se baseia nas localizações reais em que o projeto será concebido, com as latitudes e longitudes reais do terreno que devem ser alimentadas no modelo. A eficiência energética é avaliada na edificação pela sua localização geográfica que sofre influência da climatização do local. A análise de ventilação natural ajuda no posicionamento ideal das aberturas de esquadrias visando o melhor desempenho da edificação.

A análise de climatização dos ambientes é possível com a inserção de dados detalhados das características físicas que influenciam termicamente o ambiente assim como as características funcionais do equipamento climático.

“Aos modelos são atribuídos dados das características construtivas, atividades e ocupações, tendo como feedback resultados tanto em termos de cálculo gráficos e tabelas de análises como de design [...]” (FREIRE e AMORIM, 2011, p. 12).

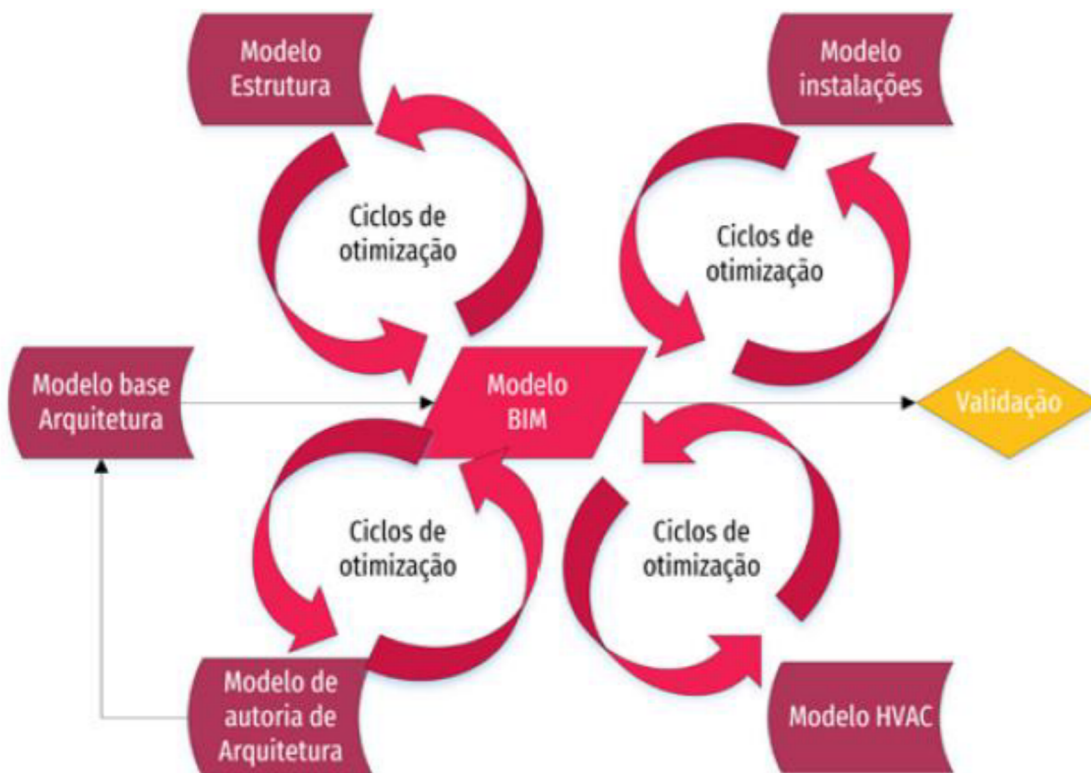
2.2.3 Fluxo do Projeto em BIM

O fluxo de desenvolvimento dos projetos em BIM foi um dos processos mais otimizados com o advento do BIM, modificando a interação entre os projetos e a cronologia em seu processo.

O Guia AsBEA - Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (2015) faz uma comparação entre os processos CAD e BIM. No processo CAD o fluxo de trabalho é sequencial, após a consolidação das soluções entre os projetos arquitetônicos e estruturais, os projetos são aprovados para iniciar o projeto estrutural e os projetos complementares, uma vez finalizados, é iniciada a compatibilização entre os mesmos, dedicando maior tempo para resolução dos conflitos existentes e reanálise dos projetos.

No processo BIM, a compatibilização dos projetos acontece de forma contínua onde os projetos são otimizados durante sua execução, avaliando e solucionando conflitos e para isto todos os projetos precisam estar centralizados no modelo virtual da construção, também chamado de modelo federado, que reúne todos os projetos em um único local (GUIA 1, 2017). A Figura 2.4 mostra a interação no fluxo de projeto BIM.

Figura 2.4 - Fluxo básico no processo de projeto BIM.

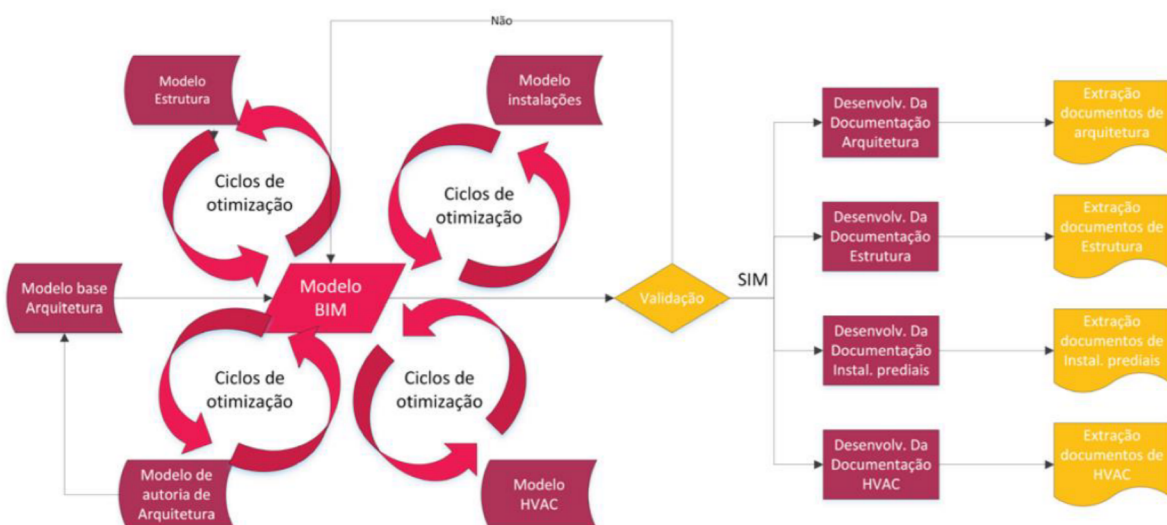


Fonte: Guia 1 (2017).

Antes da iniciação dos projetos, deverão ser discutidos sobre o *Common Data Environment* - CDE (Ambiente Comum de Dados) para estabelecimento dos responsáveis pela modelagem, como será feita a integração entre os diferentes modelos, caso não sejam realizados todos os projetos em um arquivo central (Guia AsBEA, 2015). Ainda conforme o autor, a separação na execução dos projetos é de acordo com os projetistas responsáveis, assim os projetos são de sua autoria e se responsabilizando pelas informações contidas no modelo. Entre os projetos existem elementos comuns, por isso é necessário antes do início do processo serem resolvidos. O autor exemplifica este caso com o uso de uma bacia sanitária, ambos projetos arquitetônico e sanitário possui o elemento, então é discutido qual disciplina será responsável pelo modelo e inserção de propriedades no arquivo.

Para o Guia 1 (2017), durante o processo de elaboração dos projetos, a coordenação permite a otimização entre cada disciplina a partir da análise global entre as demais disciplinas. O primeiro projeto do Modelo BIM de acordo com a Figura 2.5 é o Modelo base da arquitetura, sendo o modelo aprovado nos processos preliminares anteriores. A partir dele os demais projetos são elaborados, inclusive o próprio modelo arquitetônico, estando todos sujeitos a otimização durante a etapa do desenvolvimento. Finalizado o processo de modelagem e após sua aprovação todos os documentos serão elaborados. Neste método a compatibilização dos projetos fazem parte do ciclo de otimização dos projetos.

Figura 2.5 – Fluxo básico em uma etapa de projeto.



Fonte: Guia 1 (2017).

2.2.4 Interoperabilidade

Os modelos gerados dos projetos, desenvolvidos entre os diferentes *softwares*, deverão ter um formato comum para permitir a leitura entre os projetos de modo que o processo de desenvolvimento não seja interrompido por incompatibilidade de arquivos com diferentes extensões utilizados para o desenvolvimento dos projetos.

Teles e Rocha (2013) relatam que é necessário a interoperabilidade entre os arquivos pois as especificidades de cada programa possuem funções de um potencial BIM mais desenvolvido, por isso, a necessidade da interação entre os diversos softwares que utilizam da tecnologia BIM, pois, segundo o autor, ainda não há um único programa capaz de executar as diversas funções que o universo BIM dispõe.

Há diversas formas de se trabalhar com a interoperabilidade, podendo ela ser *softwares* do mesmo fornecedor, esta tem maior facilidade de preservar os elementos com suas propriedades, existindo a conversão do formato entre os arquivos.

“Este tipo de interoperabilidade apresenta grandes benefícios em termos de planejamento e coordenação dos trabalhos, bem como na detecção, em tempo útil, de conflitos entre a estrutura e as especialidades” (TELES e ROCHA, 2013, p. 37).

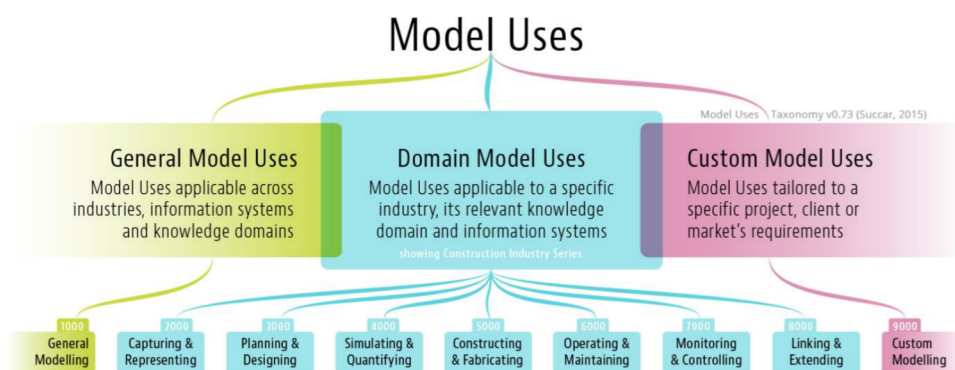
E a interoperabilidade entre diferentes fornecedores de softwares, que de acordo com Teles e Rocha (2013) necessitam de regras de comunicação para definir em qual *software* importará todos os arquivos.

O IFC (*Industry Foundation Classes*) é o arquivo com extensão comum dentro do universo BIM, com ele os projetos gerados deverão ser salvos no formato IFC e disponibilizado no CDE para a disponibilidades de todas as partes envolvidas.

2.2.5 Usos BIM

Tomando-se como referência o Modelo de Usos BIM idealizado por Dr. Bilal Succar (2015 *apud BIME Initiative*, 2019) é possível verificar o agrupamento do Modelo em três categorias que detalha cada especificidade do modelo em BIM como mostra a Figura 2.6.

Figura 2.6 - Usos do Modelo BIM.



Fonte: Succar (2015) *apud BIME Initiative* (2019).

A Primeira Categoria *General Model Uses* (Uso do Modelo Geral) trata do desenvolvimento da modelagem da edificação sendo elas a Arquitetura, Estrutura e MEP (*Mechanical, Electrical, Plumbing*). É o campo em que o autor destina a *Building*

(Modelagem) do nome contido na sigla BIM - *Building Information Modeling*, onde possui 52 classificações e neles são apresentadas distinções do sistema de modelagem.

Domain Model Uses (Uso do Modelo de Domínio) abrange sobre as informações que podem ser extraídas para o estudo, desenvolvimento e resultados do projeto. No termo Domínio pode se fazer uma correlação com o “I” da sigla BIM, pois nessa categoria é buscada a Informação para o estudo da implementação. Possui 76 classificações entre os diferentes itens que são de: capturação e representação, projeto e planejamento, simulação e quantificação, construção e fabricação, operação e conservação, controle e monitoramento e vinculação e extensão.

Custom Model Uses (Uso do Modelo Personalizado) é a categoria onde irá agrupar os requisitos específicos do mercado, para toda a construção que irá necessitar de procedimentos específicos deverá constituir este modelo.

2.2.6 Níveis de Desenvolvimento – LOD

O nível de desenvolvimento é organizado em ordem crescente de acordo com o nível de informação (gráfica e não gráfica) que os elementos do modelo devem conter.

D’Aparecida (2018) explica que a abreviação LOD antes estava direcionada ao termo *Level of Detail* (nível de detalhe) e com o avanço da tecnologia BIM o termo passou a se referir *Level of Development* (nível de desenvolvimento), que segundo a BIMFórum (2017 apud D’APARECIDA, 2018) existe uma diferença entre os dois termos, onde o nível de detalhe refere-se a elementos com volumetria e detalhes geométricos referentes ao elemento do modelo, e o nível de desenvolvimento, além do conceito do nível de detalhe, possui informações de propriedades sobre o elemento.

Cada etapa de projeto utiliza um nível de desenvolvimento, estes por sua vez, são cumulativos e tem como início o LOD 100 (mais utilizado na fase de concepção) até o LOD 400 (após finalização do projeto contendo em sua documentação todos os detalhes). O LOD 500 é o último deles, este nível é usado para levantamento da obra, *as built* (CADERNO DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS BIM, GOVERNO DE SANTA CATARINA, 2015).

Por sua vez, o Guia 1 (2017) esclarece que em um projeto pode haver elementos com diferentes LODs, pois a necessidade do detalhe dos elementos constituintes do projeto irá dizer até que nível de desenvolvimento se deseja atingir para garantir os resultados almejados.

Essas definições devem ser feitas antes do início da etapa do projeto, para que cada projetista estabeleça seu planejamento e detalhamento de acordo com o desejo do cliente. O Quadro 2.1 detalha cada nível de desenvolvimento.

Quadro 2.1 - Definições do Nível de Desenvolvimento.

Nível	Definição
LOD 100	O elemento pode estar representado graficamente no Modelo através de um símbolo ou outra representação genérica, mas não satisfaz os requisitos que o tornam num LOD 200. A informação relacionada com o Elemento (Custo por m ² , Quantificação de HVAC, etc.) podem ser obtidos através de outros Elementos do Modelo.
LOD 200	O Elemento é representado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou assemblagem genérico com quantidades, dimensão, forma, localização e orientação aproximadas. Informação não gráfica também poderá estar associada ao Elemento modelado.
LOD 300	O Elemento é representado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou assemblagem específico em termos de quantidade, dimensão, formas, localização e orientação. Informação não gráfica também poderá estar associada ao Elemento modelado.
LOD 400	O Elemento é representado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou assemblagem específico em termos de quantidade, dimensão, formas, localização e orientação com informação sobre pormenorização, fabricação, assemblagem e instalação. Informação não gráfica também poderá estar associada ao Elemento modelado.
LOD 500	O Elemento modelado é uma representação verificada no terreno em termos de dimensão, forma, localização, quantidade e orientação. Informação não gráfica também poderá estar associada ao Elemento modelado.

Fonte: Oliveira (2016) apud D'Aparecida (2018).

2.2.7 Compatibilização de Projetos

Compatibilizar projetos é o arranjo entre todos os projetos integrantes de uma edificação. No processo de compatibilização todos as disciplinas são sobrepostas devendo analisar a existência de interferência entre elas, que deve ser então solucionadas. Para Melhado (2005) a compatibilização deve ser feita após o término dos projetos já elaborados, para fazer uma revisão entre todos, onde possíveis erros possam ser detectados (MELHADO, 2005 *apud* JUNIOR e NELSON, 2013).

Já para Novaes (1998 *apud* JUNIOR e NELSON, 2013) o procedimento de compatibilização deve ser executado durante a coordenação de projetos, já visando conciliar física, geométrica, tecnológica e produtivamente, todos os elementos da edificação.

E Rodríguez e Heineck (2001 *apud* MIKALDO JR; SCHEER, 2008) apresentam que as fases que a compatibilização deve acontecer são as seguintes: estudos preliminares, anteprojeto, projetos legais e projeto executivo. Dessa forma, a identificação de interferências fica facilitada quando é iniciada ainda no estudo preliminar do projeto.

Ulrich (2001) afirma que os projetos também precisam ter uma análise segundo sua construtibilidade para garantir que as soluções adotadas possam ser executadas “*in loco*”, pois de nada adianta adotar solução incondizentes com as possibilidades de execução.

Segundo SOUZA *et al.* (1994 *apud* ULRICH, 2001) a compatibilização é um dos quatro aspectos englobados para a qualidade no processo de elaboração do projeto, sendo eles: diretrizes de projeto, integração entre projetos, análise crítica do projeto e controle de recebimento.

Existem sete causas potenciais que levam ao surgimento de conflitos dos projetos e o conhecimento delas são importantes para prever como soluciona-las e impedir que ocorram (ULRICH, 2001). O Quadro 2.2 abaixo contém detalhes das causas.

Quadro 2.2 - Sete potenciais de conflitos no gerenciamento de projeto.

POTENCIAIS CAUSAS DE CONFLITOS	CARACTERÍSTICAS
Cronogramas	Desacordos que se desenvolvem em torno de ocasiões, sequenciamento e cronogramas.
Prioridades	Os participantes do projeto divergem quanto à sequência de atividades e tarefas que poderiam ser adotadas para a conclusão do projeto com sucesso.
Recursos humanos	Conflitos que surgem sobre a formação da equipe de projeto com o pessoal de outras áreas funcionais ou de assessoramento ou então de desejo de usar pessoas de outro departamento para apoio ao projeto.
Balanceamento de opiniões técnicas e de desempenho	Os desacordos podem surgir, particularmente em projetos orientados para tecnologia, em questões técnicas, especificações de desempenho, ajustamentos técnicos e os meios para alcançar os desempenhos.
Procedimentos administrativos	Conflitos voltados para o gerenciamento e a administração, e que se desenvolvem sobre como o projeto será gerenciado, isto é, o relacionamento com o gerente de projeto, as definições de responsabilidades, o relacionamento nas interfaces, o objetivo do projeto, negociações sobre trabalho com outros grupos e procedimentos a respeito administrativo.
Custos	Conflitos que se desenvolvem sobre estimativas de custo das áreas de apoio às diversas partes do projeto.
Conflitos de personalidade	Desacordos que tendem a girar em torno de diferenças interpessoais, em vez de questões técnicas.

Fonte: Valeriano (1998) *apud* Ulrich (2001).

2.2.8 Ferramentas para a Modelagem e Compatibilização

Neste capítulo serão apresentados alguns softwares mais utilizados para o desenvolvimento de modelagem da construção assim como para a compatibilização dos projetos.

2.2.8.1 Autodesk Revit

Revit é um *software* BIM, que permite realizar projetos de forma multidisciplinar e automatizar a criação de plantas de piso, cortes e elevações. Desenvolvido pela *Charles River Software* em 1997 e em 2002 foi comprada pela Autodesk, esta empresa é pioneira no desenvolvimento de *softwares* que facilitam e executam projetos com qualidade e tecnologia.

Segundo Netto (2014) Revit deriva das palavras em inglês “*Revise Instantly*” que significa Revise Instantaneamente, isso se deve ao fato que as alterações feitas em um objeto são modificadas instantaneamente em todos os objetos iguais e em todas as vistas do desenho imediatamente.

Ainda segundo a autora, ao se trabalhar com o Revit, os elementos construtivos possuem características dos reais utilizados em obra, como as dimensões geométricas, características dos materiais e o comportamento do elemento em relação as demais estruturas. Para completar a solução BIM o Revit dispõe dos modelos de *Architecture* (projeto de arquitetura), *Structure* (projeto estrutural) e MEP (projeto de instalações elétricas, hidráulicas e ar-condicionado). A interoperabilidade entre eles completa o modelo virtual do edifício. Todos os profissionais que fazem uso desse processo são favorecidos com o modelo 3D.

2.2.8.2 Autodesk Navisworks

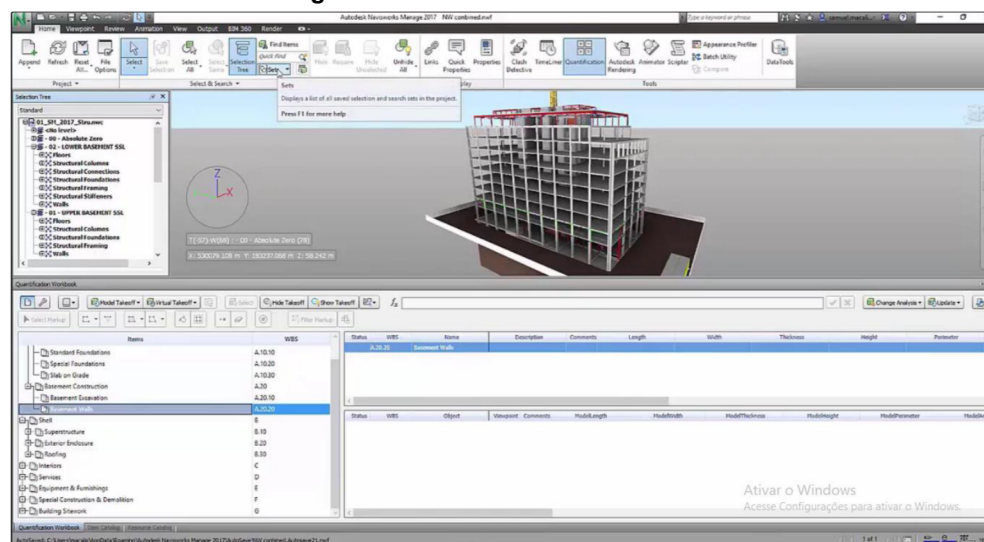
O Autodesk Navisworks Manage é um *software* voltado para coordenação de projetos em BIM, permite fazer simulação de planejamento e custos do projeto seja através do próprio programa ou importando de outros *softwares* compatíveis, como o MS Project. A extração de quantitativos dos materiais é outro benefício do programa além da indicação de conflitos existentes no modelo 3D, estes modelos por sua vez

necessitam está no formato de extensão em *.nwc* ou utilizando o modelo virtual da construção (modelo federado) do projeto em BIM.

Para Silva (2017, p. 30) “o programa também possui recursos de tabela completa, custo, animação e a visualização que auxiliam os usuários a demonstrar a intenção do projeto e a simular a construção, a fim de ajudar a aprimorar a visão e a previsibilidade”.

A ferramenta *Clash Detection* permite verificar os conflitos existentes no modelo federado, indicando que tipo de elementos são conflitantes (tubulação, estrutura, arquitetura) porém a solução desses conflitos é feita no programa de origem da modelagem, a exemplo o Revit. A Figura 2.7 abaixo mostra a interface do programa.

Figura 2.7 - Interface do Navisworks.



Fonte: Autodesk Navisworks (2021).

2.3 ORÇAMENTO E ORÇAMENTAÇÃO

Mattos (2006) explica que orçamento e orçamentação são conceitos diferentes por isso não podem ser confundidos, enquanto orçamento é o resultado do preço final, orçamentação é todo o processo necessário para determinação do resultado final. As técnicas orçamentárias, ainda segundo o autor, necessitam da identificação, descrição, quantificação, análise e valorização de uma vasta numeração de itens, portanto requer muita atenção e técnica, onde os lucros da construção são determinados pela eficiente orçamentação. O orçamento é uma margem daquilo que será gasto e do lucro, portanto o valor apresentado não será o valor exato para

execução da obra, porém necessita de aproximações do valor orçado. Os itens que Mattos (2006) determina necessários para aproximação de um orçamento são:

- Mão de obra – item relacionado com a produtividade das equipes pois está diretamente relacionado com o custo, além dos encargos sociais e trabalhistas, que corresponde ao percentual de encargos que incidem no custo da mão de obra.
- Material – são os preços dos insumos que não necessariamente permanecerá o mesmo na fase de execução. Além dos impostos contidos nos preços dos insumos, a perda decorrente do uso do material que necessita do percentual de perda e desperdício, e, por fim o reaproveitamento que consiste no número de vezes que o material pode ser utilizado sem prejudicar o produto a que será utilizado.
- Equipamento – o item contempla o custo com o horário de utilização do equipamento e a produtividade que o mesmo trará para execução do serviço.

2.3.1 Etapas da Orçamentação

Para Mattos (2006, p. 26) “a orçamentação engloba três grandes etapas de trabalho: estudo das condicionantes (condições de contorno), composição de custos e determinação do preço”.

2.3.1.1 Estudo das Condicionantes

Este estudo tem como base os projetos desenvolvidos, básico ou executivo, para análise dos serviços que serão executados e da quantificação dos insumos necessários. E tão importante quanto os projetos são as especificações técnicas que trazem as informações qualitativas dos materiais utilizados. Nesta etapa faz-se necessária a visita ao local da obra para identificação de possíveis fatores que afetem os custos com a construção, como acesso de veículos nas vias, disponibilidade de materiais, mão de obra e equipamentos.

2.3.1.2 Composição de Custos

Um fator primordial para a composição dos custos é a identificação de todos os serviços, pois a partir desta etapa será realizado o levantamento de quantitativos de cada serviço, e com ele o custo de cada insumo necessário, segundo Mattos (2006).

Os orçamentistas tem como base para o levantamento do quantitativos os projetos do empreendimento, onde são estudados os serviços conforme o detalhamento de plantas. “O levantamento de quantitativos inclui cálculos baseados em dimensões precisas fornecidas no projeto [...] ou em alguma estimativa (volume de escavação em solo, quando são dados perfis de sondagem, por exemplo)” (MATTOS, 2006, p. 29).

Os custos diretos referem-se intrinsecamente aos serviços executados em campo, nele são classificados de duas formas as unidades básicas, a primeira delas é como verba, isso ocorre quando o serviço não tem uma unidade mensurável, e a segunda é a composição de custos, quando possuem uma unidade para determinado serviço. Os custos indiretos são de serviços prestados ligados indiretamente com os serviços diretos e que também são necessários para a realização da obra.

A cotação de preços consiste na pesquisa de preços tanto dos insumos do custo direto quanto o indireto. Os encargos sociais e trabalhistas é um valor percentual pagos pelo empregador devido a contratação de colaboradores que leva em consideração os impostos e benefícios que o trabalhador possui.

2.3.1.3 Determinação de Preço

A definição de lucratividade discute questões da margem de lucro pretendido com o risco do empreendimento, por exemplo. O BDI – Benefícios e Despesas Indiretas – é o percentual de valor para que possa conseguir lucro e quitação dos custos diretos. Ainda segundo Mattos (2006, p. 30), “em tese, o BDI deve ser aplicado uniformemente sobre todos os serviços. Entretanto, como forma de melhorar a situação econômica do contrato, o construtor pode realizar a distribuição não uniforme de preço total nos itens da planilha”. Nesse desbalanceamento pode ocorrer o aumento dos preços dos serviços que ocorrerão no início da obra e diminuir dos que estarão mais próximos do fim da obra, por exemplo. Esse desbalanceamento ocorre sem mudança do preço de venda.

2.3.2 Encargos Sociais e Trabalhistas

Mattos (2006) explica que o custo da mão de obra pode ser estimado entre 50% a 60% do custo geral, por isso a seriedade no cálculo para a aproximação do

orçamento da obra. O custo da mão de obra é dividido em salário-base e encargos sociais e trabalhistas. Esses encargos são taxas como impostos, despesas e benefícios dos trabalhadores e o valor é calculado em percentual do salário-base. Para o autor, os encargos são divididos em duas óticas:

- Encargos em sentido estrito – São encargos sociais que o empregador é obrigado a pagar por lei, que são os trabalhistas e indenizatórios. São constituídos por parcelas fixas e variáveis. As parcelas fixas são as mesmas para cada empresa, porque as alíquotas são estabelecidas na legislação, são os encargos sociais básicos como: INSS, FGTS, SESI, SEBRAE. Já as parcelas variáveis são adotadas por cada empresa e apresentam premissas de cálculos diferentes, tais como os encargos trabalhistas, indenizatórios e incidências cumulativas.
- Encargos em sentido amplo – além dos encargos em sentido estrito possui outras despesas relacionadas com o hora-homem, como Equipamento de Proteção Individual – EPI, alimentação, transporte, a adição desses valores incidindo na mão de obra torna o cálculo mais completo para a composição dos custos.

2.3.3 Curva ABC

A curva ABC é uma representatividade dos insumos necessários para a construção, nela os principais insumos que são classificados com maiores valores necessitam de uma priorização na “cotação de preços, definir as negociações mais criteriosas, canalizar a energia dos responsáveis por compras, etc” (MATTOS, p. 170 2006). Para a composição da curva ABC os insumos são organizados em tabelas que classificam os Insumos de acordo com sua Unidade, Custo Unitário, Quantidade Total, Custo total, Percentual do custo, Percentual acumulado do custo e Faixa. Nelas os insumos são classificados em ordem decrescente pelo seu custo total, como mostra o Tabela 2.1 abaixo.

Tabela 2.1 - Listagem dos insumos para a Curva ABC.

Insumo	Un	Custo unitário	Qtde total	Custo total	%	% acumulado	Faixa
Azulejo	m²	16,00	176,00	2.816,00	32,63%	32,63%	A
Pedreiro	h	6,90	236,00	1.628,40	18,87%	51,51%	
Servente	h	4,20	350,00	1.470,00	17,04%	68,54%	B
Argamassa pronta	kg	0,90	704,00	633,60	7,34%	75,88%	
Tijolo cerâmico	un	0,25	2.500,00	625,00	7,24%	83,13%	
Azulejista	h	6,90	57,60	397,44	4,61%	87,73%	C
Cimento	kg	0,20	1.286,40	257,28	2,98%	90,71%	
Areia	m³	35,00	6,81	238,42	2,76%	93,48%	
Cal	kg	0,25	873,60	218,40	2,53%	96,01%	
Pintor	h	6,90	28,00	193,20	2,24%	98,25%	
Massa corrida	kg	3,00	23,20	69,60	0,81%	99,05%	
Tinta látex PVA	l	7,00	6,80	47,60	0,55%	99,61%	
Selador	l	5,00	4,80	24,00	0,28%	99,88%	
Lixa	un	0,50	20,00	10,00	0,12%	100,00%	
TOTAL				8.628,94	100,00%		

Fonte: Mattos (2006).

O Quadro 2.3 abaixo explica cada colunas existente na Tabela 2.1.

Quadro 2.3 - Colunas da tabela da curva ABC.

Insumo – descrição dos insumos que entraram nas composições de custos unitários do orçamento. Deverão estar listados todos os insumos para que o total da Curva ABC coincida com o custo orçado;
Unidade;
Custo unitário – custo da unidade do insumo;
Quantidade total – quantidade do insumo somando-se todos os serviços em que ele aparece;
Custo total – produto da quantidade total pelo custo unitário do insumo;

% - percentual que o custo total do insumo representa em relação ao custo total da obra. Em outras palavras, é o “peso” daquele insumo no total da obra. Os percentuais estão sempre dispostos em ordem decrescente;

% acumulado – percentual acumulado, obtido pela soma do percentual do insumo com o total acumulado de todos os insumos anteriores. Esta coluna tem a propriedade de mostrar como o custo da obra se concentra em alguns poucos insumos;

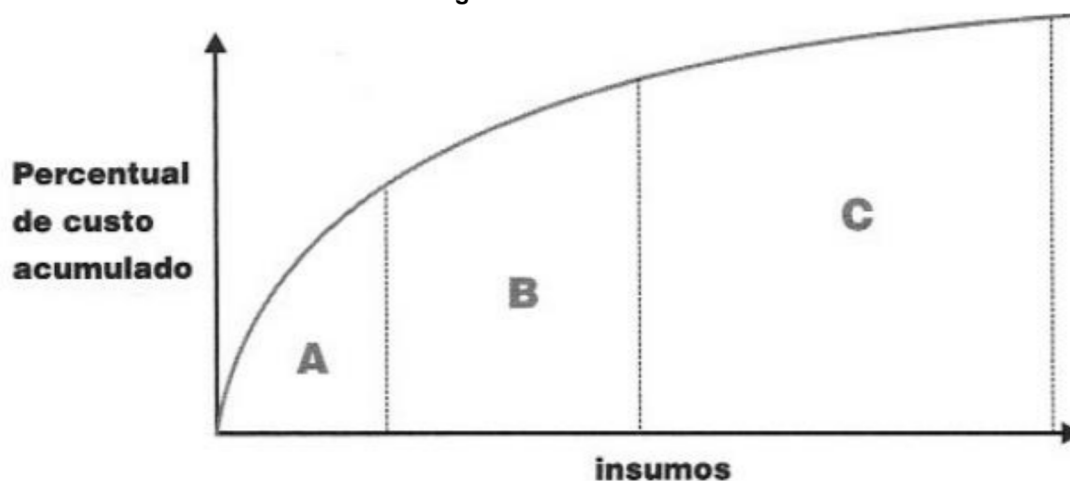
Faixa – os insumos podem ser agrupados em três faixas – A B e C:

- Faixa A – engloba os insumos que perfazem 50% do custo total, isto é, todos aqueles que se encontram acima do percentual acumulado de 50%;
- Faixa B – engloba os insumos entre os percentuais acumulados de 50% e 80% do custo total;
- Faixa C – todos os insumos restantes.

Fonte: Mattos (2006).

Finalmente, a curva ABC é o gráfico traçado pelo percentual acumulado de cada insumo pelo valor total da obra (Figura 2.8). Ela é organizada pelo eixo do percentual de custo acumulado e o eixo dos insumos em ordem decrescente de valor, auxiliando assim a identificação dos principais materiais, operários e equipamentos necessários à obra (MATTOS, 2006).

Figura 2.8 - Curva ABC



Fonte: Mattos (2006)

2.3.4 Lucro, Preço de Venda e Benefícios e Despesas Indiretas - BDI

O lucro é o valor que se pretende gerar para remuneração da execução da obra, por isso nunca deve ser zero, pois é o percentual que o empreendedor terá como ganho. O percentual varia de acordo com o porte da obra e para fazer seu cálculo é necessário ter os custos diretos, custo com a administração local, central, despesas financeiras e contingências definidas, pois é o somatório dessas despesas que multiplicando pelo percentual de lucro desejado gerará o valor do benefício (MENIN, 2007).

Definindo todos os custos, impostos e lucro, o orçamentista é capaz de calcular o preço de venda da obra, já que este valor é constituído pela soma entre os três. Segundo Mattos (2006) os Benefícios e Despesas Indiretas – BDI é um fator aplicado pelo custo direto para aquisição do preço de venda e inclui:

- Despesas indiretas de funcionamento da obra;
- Custo da administração central (matriz);
- Custos financeiros;
- Fatores imprevistos;
- Impostos;
- Lucro.

Menin (2007) explica que o BDI não deve ser confundido com o lucro do empreendimento, ele é na verdade uma despesa calculada para o setor administrativo, impostos, benefícios, tributos, taxas de risco e de comercialização.

A fórmula para do BDI é descrita como:

$$BDI = \frac{(1 + CI\%) \times (1 + AC\% CF\% + IC\%)}{1 - (LO\% + IMP\%)} - 1$$

Onde:

CI% = Custo Indireto (% sobre o custo direto)

AC% = Administração Central (% sobre os custos diretos mais indiretos)

CF% = Custo Financeiro (% sobre os custos diretos mais indiretos)

IC% = Imprevistos e Contingências (% sobre os custos diretos mais indiretos)

LO% = Lucro Operacional (% sobre o preço de venda)

IMP% = Impostos (% sobre o preço de venda)

Algumas considerações devem ser levadas em conta em relação ao BDI, uma delas é que como os custos indiretos, custo com a administração local, lucro e impostos são variáveis a cada empresas, assim o BDI também varia a cada empresa. Os impostos que incidem no cálculo do BDI são os que recaem sobre a fatura ou preço de venda, portanto não são todos os impostos (MATTOS, 2006).

2.3.5 Orçamento de Obras de Sergipe - ORSE

O Orçamento de Obras de Sergipe - ORSE é um *software* desenvolvido pela Companhia Estadual de Habilitação e Obras Públicas de Sergipe – CEHOP para cumprir a determinação da Lei Estadual nº 4.189 de 28 de dezembro e 1999. Os artigos que tratam sobre a criação do Sistema Estadual de Registro de Preços para Obras e Serviços de Engenharia são artigos 8º e 9º e especificamente no artigo 9º são estabelecidas condições seleção dos preços por ampla pesquisa de mercado, atualização dos preços registrados, validade do registro de preço e sua listagem e composição. O *software* para elaboração de orçamento é disponibilizado gratuitamente no site da CEHOP e também é no próprio site na planilha ORSE, que está disponibilizada a coleta de preços, os fornecedores, insumos, especificações e serviços que podem ser consultados on-line. O banco de dados possui atualmente 9.463 insumos e 9.534 composições de preços unitários (ORSE, 2021).

Almeida (2009, p. 15) explica a composição dos bancos de dados do ORSE:

O sistema é composto por um banco de dados global que possui três áreas distintas: uma delas é de responsabilidade única e exclusiva da CEHOP, outra é mantida pela DESO, e a terceira é criada e administrada por cada usuário do sistema. As duas primeiras estão disponíveis apenas para efeito de consultas e importação de dados pelos usuários em geral, a terceira é de acesso exclusivo aos usuários. Nesta terceira área, reservada do banco de dados global, os usuários podem efetuar quaisquer modificações: criar seus próprios insumos e composições de preços ou utilizar-se de insumos, serviços e composições das fontes DESO e CEHOP.

A composição de preços pode ser alterada conforme o bando de dados do orçamentista, sem a perda das composições antigas. A atualização dos preços é feita

mensalmente, dessa forma há menos divergências com os valores de aquisições para um empreendimento orçado no mês (DOCPLAYER, 2021).

3 METODOLOGIA

Este capítulo detalhará os procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento deste trabalho. A metodologia é dividida em dois tipos. A primeira delas é a descritiva, que por meio de pesquisas bibliográficas foi desenvolvido o referencial teórico. Após isso foi realizado um estudo de caso dos métodos de elaboração de projetos analisando os procedimentos adotados com uso do BIM com foco na compatibilização e orçamentação.

No item 3.1 é apresentado o estudo de caso descrevendo as características do empreendimento.

O item 3.2 mostrará como o modelo federado otimiza o desenvolvimento dos projetos.

O item 3.3 mostrará como será feito o método de compatibilização utilizando o software Autodesk Navisworks.

O item 3.4 demonstrará a realização da composição de custo unitário com base na planilha orçamentária do ORSE, utilizando os softwares MS Excel e Autodesk Revit.

3.1 ESTUDO DE CASO - CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O estudo de caso consistiu na análise do desenvolvimento de projetos, voltado no estudo da concepção com foco na compatibilização do empreendimento, utilizando a metodologia BIM em uma empresa de engenharia da cidade de Aracaju-SE.

O empreendimento consiste em uma residência unifamiliar situada na Barra dos Coqueiros em um condomínio de casas. Neste empreendimento dois escritórios em Aracaju foram responsáveis pelos projetos, intituladas neste trabalho como Empresa A e Empresa B, sendo que a Empresa A foi responsável pelo projeto arquitetônico e a Empresa B pelos projetos estrutural e complementares onde foram realizados com a concepção de desenvolvimento em BIM.

A coleta dos dados apresentados neste trabalho foi possível por meio da participação da autora desta monografia no desenvolvimento dos projetos como parte da equipe técnica da Empresa B.

3.2 APRESENTAR A OTIMIZAÇÃO OBTIDA NA ELABORAÇÃO DE PROJETOS COM O MODELO BIM

Fazendo uso do projeto arquitetônico em CAD desenvolvido pela Empresa A, foram demonstradas as modificações necessárias para atendimento dos projetos complementares realizadas pela Empresa B, utilizando a metodologia BIM, conciliando assim a arquitetura, estrutura e projetos complementares em um modelo federado.

3.3 COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS

Utilizando o software de compatibilização da Autodesk Navisworks, foi utilizado um arquivo extraído do Revit com extensão para o software de compatibilização, foi confrontado cada projeto extraído com extensão *.nwc* com o projeto estrutural e realizado os testes de detecção de conflitos.

3.4 COMPOSIÇÃO DAS PLANILHAS DE CUSTO

Com o quantitativo extraído do Revit foi elaborado uma planilha de composição unitária no MS Excel e no próprio Revit, utilizando com base a composição de custo unitário do ORSE-CEHOP com valores do período de Abril/2021-1. O quantitativo de materiais torna-se mais próximo do real a medida do nível de detalhamento adotado, com isso, por exemplo, especificar as camadas construtivas com os materiais utilizados em paredes com tipo e espessura de bloco cerâmico, chapisco, reboco, tipo de acabamento é fundamental para o orçamento. Qualquer alteração no modelo é automaticamente sincronizada e tais dados podem ser a qualquer momento acessados, verificando-se os quantitativos por material, ou elemento, através de tabelas feitas no próprio software de modelagem.

A Empresa B que cedeu os projetos para a realização do presente trabalho, realizou o orçamento com base no quantitativo extraído do Revit e utilizados no programa ORSE, porém o arquivo de modelagem sofreu alterações e com isso o quantitativo do orçamento no ORSE encontra-se desatualizado. Visando a automação dos dados para a composição de quantitativo de materiais, custo e preço de venda,

foram desenvolvidas duas planilhas em diferentes softwares, uma no MS Excel e outra nativo do Autodesk Revit.

Para demonstrar a aplicação da composição de custo do projeto, no presente trabalho foram utilizados apenas os seguintes itens: assentamento de bloco cerâmico, chapisco interno, reboco interno, selador, massa corrida e pintura em parede. Os valores por unidade de material foram extraídos da tabela do Revit já existente no projeto.

3.4.1 Planilha de Custo no MS Excel

A planilha no MS Excel foi elaborada visando a automação do recebimento da atualização de quantitativo de materiais feita no Revit. A planilha é composta por quatro planilhas divididas em Composição Unitária, Orçamento por Serviço, Quantitativo de Material e Mão de Obra e Curva ABC. Na planilha Composição Unitária encontra-se a composição unitária dos serviços do ORSE, sendo elas:

- Alvenaria bloco cerâmico vedação, 9x19x24cm, e=9cm, com argamassa t5 - 1:2:8 (cimento/cal/areia), junta=1cm;
- Chapisco em parede com argamassa traço t1 - 1:3 (cimento / areia);
- Reboco ou emboço externo, de parede, com argamassa traço t5 - 1:2:8 (cimento / cal / areia), espessura 2,5 cm;
- Preparo de superfície com lixamento e aplicação de 01 demão de líquido selador acrílico látex convencional para interiores;
- Emassamento de superfície, com aplicação de 01 demão de massa corrida, lixamento e retoques
- Pintura de acabamento com aplicação de 02 demãos de tinta PVA látex para interiores - cores convencionais

Todos os itens foram extraídos do ORSE-CEHOP, onde os Encargos Sociais e BDI foram utilizados o da própria empresa. A soma de todos os custos da composição unitária com os encargos sociais e BDI compõem o preço de venda.

Para automação da atualização do quantitativo a partir da extração do arquivo do Revit, foi adicionado ao modelo a nomeação do parâmetro do tipo de material de acordo com o código do ORSE. A extração dos dados da tabela do Revit para o Excel

se deu através da exportação da tabela, porém o arquivo necessitou da troca de extensão de *.txt* para *.xls*, transformando assim uma planilha no formato de texto para Excel. Dessa forma a planilha Orçamento por Serviço fazia a leitura tendo como conciliação o código da planilha do Revit com o mesmo código na coluna da planilha do Excel.

Porém, para atualização da planilha, é necessário extrair o arquivo *.txt* do Revit e alterar a extensão do arquivo para *.xls*, sempre substituindo o arquivo desatualizado fazendo a nomeação idêntica ao anterior, dessa forma permanecia o link com a planilha extraída do Revit.

Com isso o quantitativo do Revit é multiplicado com o preço da composição unitária de cada serviço da planilha Composição Unitária, gerando assim o valor total de venda com a multiplicação das duas células.

Já na planilha Materiais e Mão de Obra, foram feitos os quantitativos e preço de cada material com base no quantitativo e custo do material da planilha Composição Unitária, com base na composição unitária do ORSE, multiplicando as células do quantitativo em m² pela composição unitária dos materiais, processo análogo para quantitativo e custo da mão de obra. Após o resultado do quantitativo de material e mão de obra, os valores foram somados e adicionados a porcentagem do BDI adotado pela Empresa B.

Na planilha Curva ABC foram classificados os insumos de acordo com o valor do custo em ordem decrescente e classificadas as classes de acordo com o percentual da bibliografia sugerida por Mattos (2006).

3.4.2 Composição de Custo no Autodesk Revit

Por conversões de modelagem a Empresa B (responsável pelos projetos estrutural e complementares) utilizou padrão de camadas para a parede de elevação, pois existem diversos materiais aplicados nos ambientes, como tipos de pintura e revestimento. A empresa também convencionou a criação de material interno e externo para chapisco e reboco, e para esses materiais que se referem ao termo “externo” são utilizados no entorno da casa em paredes que recebem diretamente as intempéries. Neste trabalho foi utilizado para coleta dos quantitativos o chapisco e o reboco interno.

O método utilizado para a composição de custo unitário no próprio Revit foi através dos parâmetros de material e peça de parede, pois com a especificidade de composição de cada material optou-se por este método para separação da composição de acordo com o material aplicado. Dessa forma foram criados parâmetros para cada material existente na composição do ORSE e para os materiais demonstrados neste trabalho, como mostrado no item 3.4.1, sendo eles:

- Bloco cerâmico 9x19x24
- Areia grossa
- Areia média
- Cal hidratada
- Cimento Portland
- Selador
- Lixa 120
- Massa corrida
- Tinta PVA látex

Para mão de obra para execução dos serviços acima listados, será necessário:

- Pedreiro
- Pintor
- Servente

Para quantificação do preço em cada material foram criados parâmetros de material com o preço unitário de cada material e mão de obra já listados acima, foi adotado o prefixo V.U que se refere ao valor unitário, seguido do nome do material. Esses parâmetros criados são visíveis em qualquer material existente, dessa forma mesmo um material que não contenha em sua composição o item pintura, por exemplo, ainda assim será visível neste parâmetro, sendo necessário tanto no custo quanto na quantidade unitária informar com o número 0 (zero) os materiais que não faziam parte da composição do serviço, o não preenchimento desse dado pode acarretar em erros quando for necessário criar cálculos entre eles, a exemplo o somatório de preço total, em que todas as composições fazem parte.

Como o Revit não permite a interação entre duas células como o Excel e somente entre as linhas de cada coluna, neste caso para possibilitar os cálculos entre

as linhas de cada material foi necessário criar, na função Propriedade de Levantamento de Material, o Parâmetro Calculado, para cada cálculo que resultasse no quantitativo de material e valor de mão de obra, totalizando 16 parâmetros calculados para extração de quantitativo incluindo mão de obra, e 13 para calcular o custo de todos os materiais, incluindo o custo total com o BDI.

Para obtenção do quantitativo de material foi necessária a criação de parâmetros calculados para todos os tipos de materiais, para a multiplicação da composição unitária com a área do respectivo material. O mesmo processo foi realizado para a obtenção dos valores de custos e valor de venda.

Na tabela de quantitativo de material já existente no projeto em Revit, fornecido pela empresa, foi utilizada como base para a criação da tabela de composição dos materiais no próprio software, com isso foi filtrado os dados selecionados para o presente trabalho e adicionados os parâmetros de material, assim como os parâmetros calculados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO – ESTUDO DE CASO

O empreendimento trata-se de uma casa de médio padrão com terreno localizado em um Condomínio de casas na Barra dos Coqueiros no Estado de Sergipe. O imóvel é composto por 3 suítes sendo um com varanda, *living* conjugado com a sala de jantar, *home office*, cozinha, área *gourmet*, *deck* com piscina, banheiro, lavado, área de serviço, depósito e garagem com duas vagas além de um amplo jardim. Os ambientes estão distribuídos em dois pavimentos, com os cômodos mais íntimos, suítes, no pavimento superior, ao total são 193,17 m² de área construída e área de terreno de 307,5 m².

A residência consiste de uma arquitetura moderna com dois pavimentos, com sistema construtivo convencional formado por fundação de sapatas rasas, pilares, lajotas e paredes de vedação, essa construção dentro de um lote de 12,30 m x 25,00 m. Neste empreendimento foram analisados os projetos desenvolvidos e comparando com a metodologia BIM, atualmente sendo a mais assertiva para o desenvolvimento de projetos.

No estudo preliminar, o proprietário optou por uma residência térrea, constituído por 3 quartos, sendo 2 suítes, living, sala de jantar, cozinha, gabinete, área de serviço, varanda gourmet e garagem com 2 vagas para carro. Esta modelagem foi realizada em conjunto com as Empresas A e B para o cliente melhor visualizar as condições de espaço da residência. Durante o processo de concepção da arquitetura o proprietário apresentou dúvidas quanto a adição, ou não, de um pavimento ao projeto original e ainda quanto a colocação, ou não, de projeto da área da piscina.

Com isto, o cliente pode tomar a decisão de adicionar a piscina e o pavimento superior, que será composto por 3 quartos, sendo todos suítes, proporcionando maior privacidade para a família. Primeiramente o projeto arquitetônico foi desenvolvido em CAD pela Empresa A e, posteriormente, desenvolvido com o software Revit ainda pela Empresa A. Os arquivos foram encaminhados para a Empresa B onde sofreu modificações, como ajustes de camadas de paredes e pisos adotadas pela Empresa B. Cada Empresa trabalhou com seu *templat* (tipologia do arquivo que contém comandos predefinidos para o desenvolvimento do projeto).

Este trabalho foi voltado para o desenvolvimento dos projetos em BIM realizados pela Empresa B.

A alteração sofrida pelo projeto legal de arquitetura teve como uma de suas modificações alterações na cobertura, onde se tinha antes telhas de fibrocimento e passou a ser lajes de concreto armado para apoio das placas solares, uma opção definida posteriormente pelo cliente.

Após a definição do projeto arquitetônico, foi realizado o levantamento topográfico e sondagem do terreno para que os dados fossem tidos como base para o desenvolvimento do projeto de fundação. A análise do solo foi feita a partir de dois furos de sondagem, pelos quais foi possível identificar a composição de duas camadas de amostras com areia fina e areia fina pouco siltosa, a profundidade dos furos variou entre 8,22 m e 8,45 m.

No projeto estrutural, o projeto de fundações teve um total de 17 sapatas com variadas dimensões, entre 0,65 m a 1,15 m de largura e 0,75 m a 1,30 m de comprimento.

O início da modelagem feita pela Empresa B começou com a topografia do terreno, através da inserção dos níveis do levantamento topográfico. Após isso foi iniciado a modelagem da arquitetura de acordo com os níveis definidos pelo projeto arquitetônico.

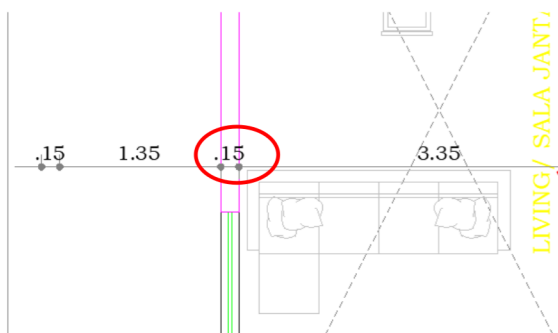
A modelagem dos projetos complementares foi iniciada após entrega do projeto estrutural, onde junto com o engenheiro estrutural foram verificados os locais adequados para realizar furos nos elementos estruturais para passagem de eletrodutos. Com isto os projetos complementares foram desenvolvidos com a melhor solução prevendo situações arquitetônicas e estruturais. Para a conciliação das distribuições das disposições de disciplinas foram organizadas reuniões onde abordavam sobre os desenvolvimentos dos projetos, em seguida os projetos eram alimentados com possíveis mudanças e adequações discutidas em reunião.

4.2 OTIMIZAÇÃO NA EXECUÇÃO DE PROJETOS COM O MODELO FEDERADO

Neste capítulo será discutido as mudanças sofridas do modelo arquitetônico do CAD para o Revit, abordando a melhoria e detalhamento oferecidos pelo modelo Revit.

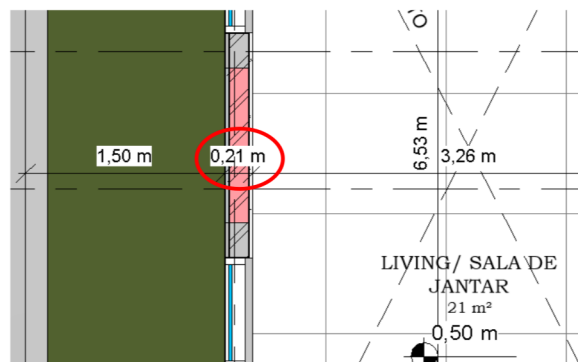
Inicialmente, falando de um elemento básico nos projetos arquitetônicos e um dos primeiros a serem desenvolvidos no desenho, o elemento de parede é encontrado em seus projetos tradicionais nas plantas baixas de arquiteturas com espessura padrão de 0,15 m (Figura 4.1), seja em pintura ou revestimento a espessura é seguida. O projeto ilustrado no CAD foi desenvolvido antes do projeto estrutural por isso foi utilizado a espessura de parede padrão de 0,15 m. Quando o projeto foi modelado no Revit o projeto estrutural já estava definido, havendo mudanças em espessuras de paredes também pelo fato da adoção de espessuras de camadas construtivas da parede. A mudança mais expressiva aconteceu no ambiente do Living/Sala de Jantar que passou de uma espessura no CAD de 0,15 m para 0,21 m no Revit, a grade mudança se deve ao fator estético para que as paredes não tivessem “dentes” devido ao comprimento dos pilares de 0,18 m nesse ambiente, assim o bloco cerâmico adotado passou de 0,09 m para 0,14 m com atribuição de camadas de paredes com suas respectivas espessuras (Figura 4.2). Este recurso alimentado da forma correta mostra a espessura da parede final após realizada cada camada.

Figura 4.1 - Espessura de parede no CAD.



Fonte: Empresa A (2021).

Figura 4.2 - Espessura de parede no Revit.



Fonte: Empresa B (2021).

Detalhando as espessuras das camadas das paredes adotadas pela Empresa B, é possível verificar o seguinte (Figura 4.3):

Pintura: 0,25 cm

Massa corrida: 0,00 cm

Selador: 0,00 cm

Reboco interno: 2,50 cm

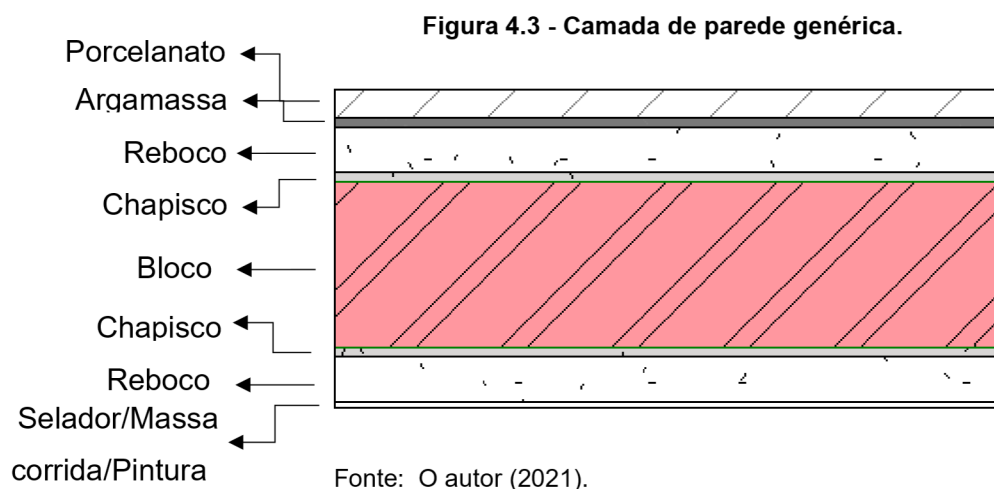
Reboco externo: 3,00 cm

Chapisco: 0,50 cm

Bloco cerâmico: 9,00cm e 14,00 cm

Piso: 1,50 cm

Argamassa colante: 0,50 cm



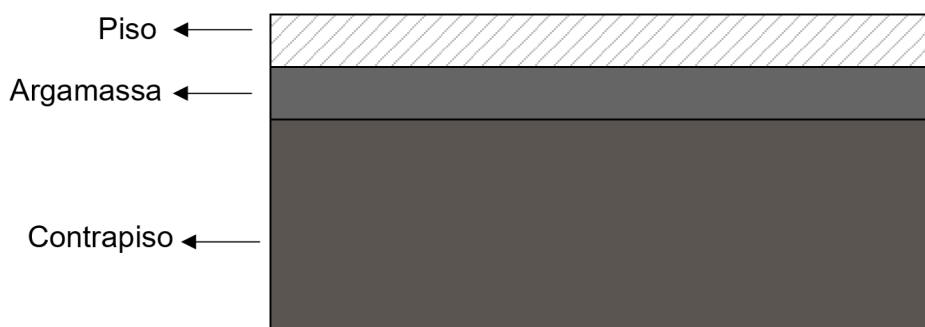
Para o piso, as camadas adotadas pela Empresa B foram divididas da seguinte maneira (Figura 4.4):

Piso: 1,00 cm

Argamassa colante: 1,00 cm

Contrapiso: 4,00 cm

Figura 4.4 - Camada de piso genérico.

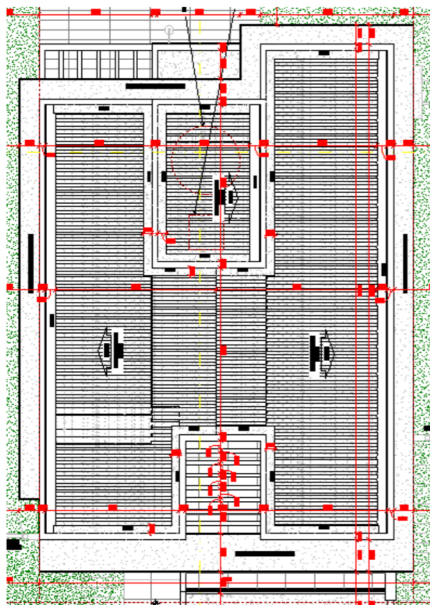


Fonte: O autor (2021).

Detalhamentos como esses são importantes, pois antecipam as decisões construtivas antes mesmo de iniciar a obra e assim seguir o padrão desde as etapas iniciais.

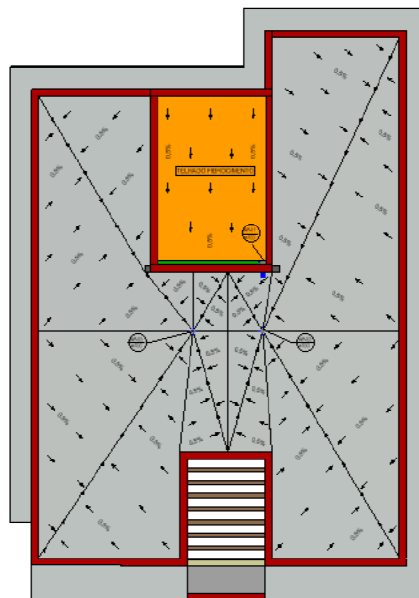
Em se tratando de uma ferramenta capaz de melhor coordenar os projetos antes mesmo da construção, com o modelo federado acessados por todos os projetistas a adequação na arquitetura para melhor atender aos projetos complementares foi uma discussão levantada durante a elaboração dos projetos complementares. Na metodologia comum do CAD, cada projetista elabora seu projeto separado e após a finalização são feitas compatibilizações e discutidos locais compartilhados para que possam receber tubulações e eletrodutos. Nessa residência, com o modelo federado sendo acessado pelos projetistas, foi possível analisar a necessidade da criação do shaft ainda na fase de desenvolvimento dos projetos, com isto, a adaptação do projeto não teve grande impacto, uma vez que com o desenvolvimento dos projetos ainda na fase inicial ele pode ser facilmente ajustado para passagem de tubulações e eletrodutos pelo shaft. Nas Figura 4.5 e Figura 4.6 abaixo é possível notar a modificação no projeto arquitetônico com a inserção do shaft na área de circulação.

Figura 4.7 - Planta de cobertura no CAD.



Fonte: Empresa A (2021).

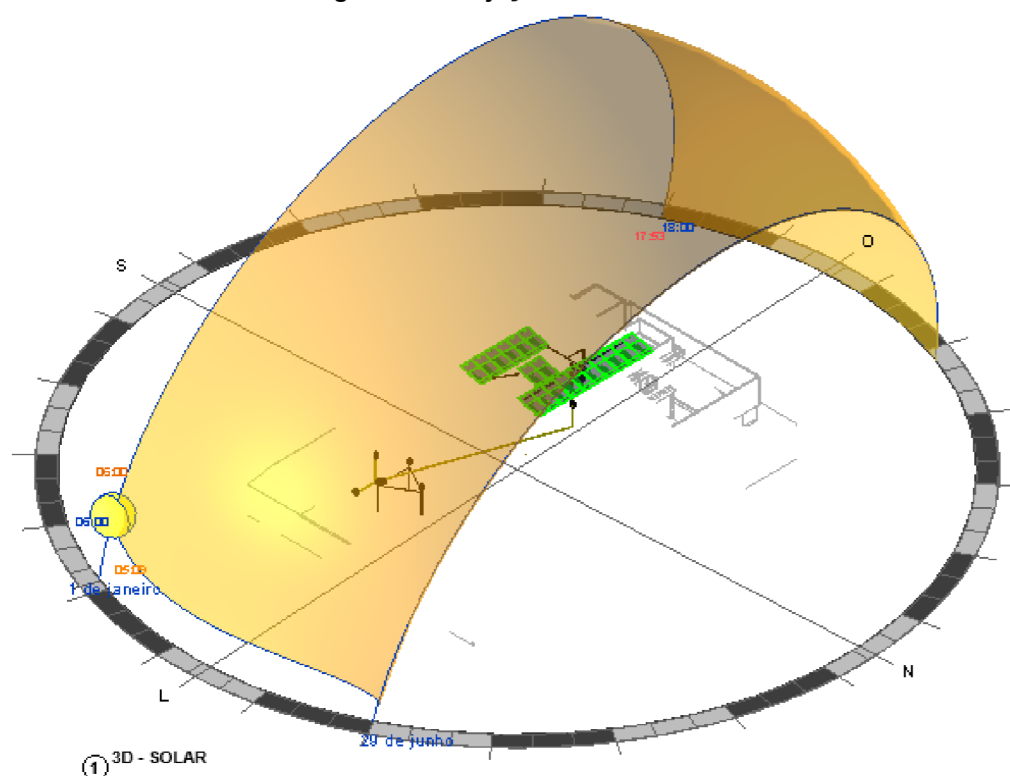
Figura 4.8 - Planta de cobertura no Revit.



Fonte: Empresa B (2021).

O projeto de energia solar foi dimensionado seguindo os critérios padrões de acordo com a localização e posicionamento geográfico. No Revit, com a inserção do georreferenciamento é possível verificar o posicionamento do sol ao longo do ano (Figura 4.9), trazendo para o projeto maior riqueza em detalhes.

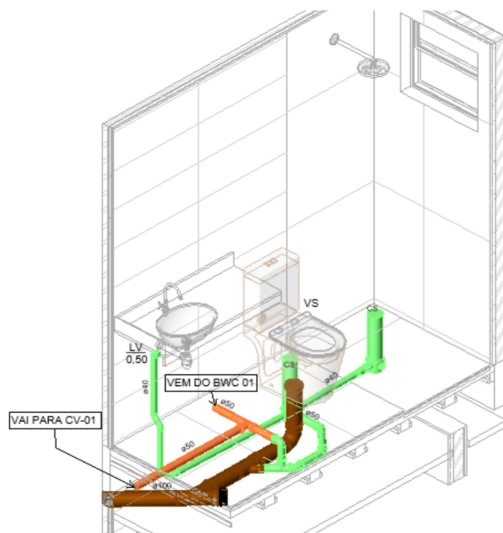
Figura 4.9: Projeção do sol sobre a cobertura.



Fonte: Empresa B (2021).

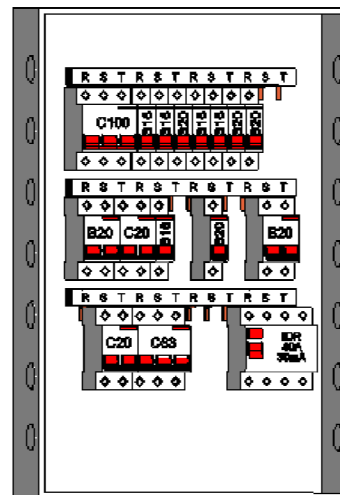
O projeto em BIM mostra a facilidade do entendimento visual com os detalhamentos em 3D e isso reflete para a equipe de execução, pois os projetos se tornam um manual de execução *in loco*. Os projetos hidrossanitários são exemplos disso (Figura 4.10), com tubos e conexões na proporção real, a execução torna-se mais fácil e entendível. No projeto elétrico não é diferente, a amostra da montagem do quadro elétrico facilita, durante a execução na obra, a distribuição dos disjuntores nos quadros de distribuição (Figura 4.11).

Figura 4.10 - Projeto sanitário com tubos e conexões proporcionais ao tamanho real.



Fonte: Empresa B (2021).

Figura 4.11 –Quadro elétrico com o posicionamento dos disjuntores.



Fonte: Empresa B (2021).

4.3 COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS

O processo de compatibilização teve início junto com a elaboração dos projetos, através da interoperabilidade comum na metodologia BIM foi possível fazer o projeto de forma simultânea entre todos os projetistas dos projetos complementares (elétrico, hidráulico, sanitário, CFTV, entre outros) utilizando um único arquivo central. Este método simplifica o andamento do projeto, pois diferente do CAD 2D, onde cada projetista utiliza arquivos próprios para elaboração de projetos, o que torna mais susceptível a conflitos e o processo de compatibilização é feita ao final da elaboração dos projetos, levando a correção posterior. Com a interoperabilidade foi possível que todos os projetistas visualizassem os demais projetos verificando e discutindo a melhor solução para o seu projeto. Com o modelo 3D tornou possível visualizar desvios e melhor caminho para passagem de tubos e eletrodutos, assim como definir a altura padrão da disciplina no entreferro, evitando conflitos entre eles. O uso da interoperabilidade reduz significativamente o número de conflitos nos projetos. Ao término dos projetos foram gerados arquivos separados de cada disciplina que foram salvos com uma extensão *.nwc*. Essa extensão do Navisworks permite a leitura do projeto

para a verificação de conflitos, onde são adicionados os projetos separadamente ao *software* para conflitar os projetos entre si.

A configuração para detecção de conflitos, selecionada no Navisworks para o teste foi o *hard*, também conhecida como conflitos estreitos, que seguiu o critério de tolerância de 1,00 cm para colisões entre disciplinas que ocupam o mesmo espaço. As colisões detectadas pelo *software*, mas que sejam classificadas como parte do processo construtivo, serão ignoradas.

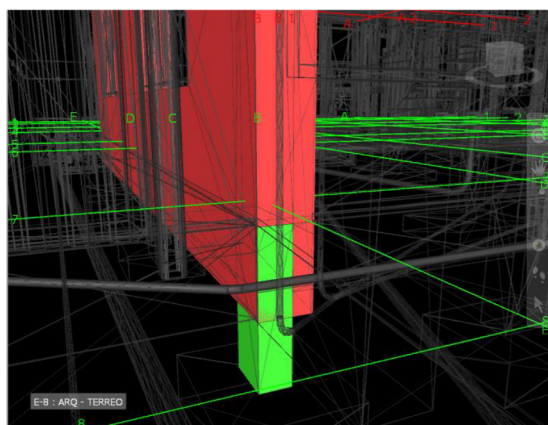
Análise visual foi também uma técnica utilizada quando o *software* não conseguiu atuar na detecção de conflitos não relacionados com colisões, por exemplo, o alinhamento de paredes com elementos estruturais, ou quando a colisão só pode ser classificada como conflito com a análise da inspeção visual, a exemplo tubo/eletroduto passante em vigas e em locais comuns de malha de aço, que são regiões nas extremidades das vigas.

A organização entre os conflitos e as disciplinas foi separada de forma que todas as disciplinas fossem confrontadas com o projeto estrutural, e, por fim, conflitos de tubos e eletrodutos entre si das disciplinas existentes.

4.3.1 Arquitetônico x Estrutural

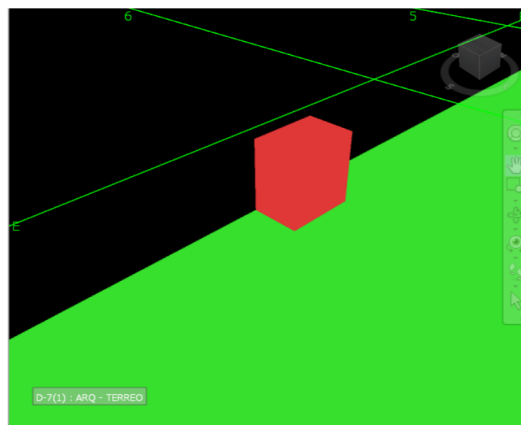
Ao realizar a inspeção de conflitos entre a arquitetura e a estrutura, o programa detectou 359 conflitos, porém esta análise é equivocada considerando que o programa não filtra o que de fato é um conflito, pois nessa análise o programa considerou interferência entre elemento estrutural, como viga (ou pilar) com paredes (Figura 4.12) e pisos (Figura 4.13), portanto, seriam conflitos aprovados durante o teste devido ao método de modelagem.

Figura 4.12 - Conflito entre pilar e parede.



Fonte: O autor (2021).

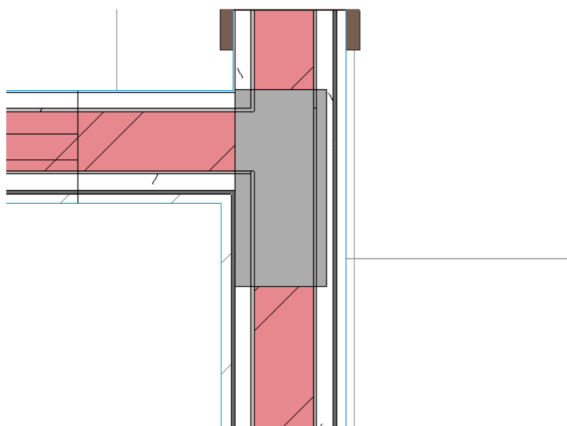
Figura 4.13 - Conflito ente pilar e piso.



Fonte: O autor (2021).

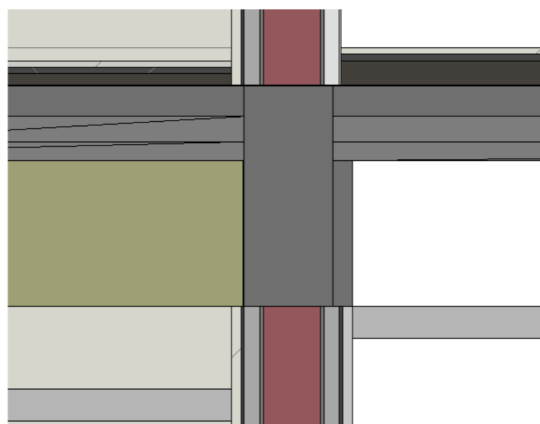
Na análise feita de forma visual, no alinhamento de paredes com pilares e vigas verificou-se que o alinhamento é feito com a camada de emboço alinhada com o pilar (Figura 4.14 e Figura 4.15), garantindo o cobrimento de pilares e vigas. Na cobertura foram identificados dentes nas paredes do barrilete, por causa do posicionamento de dois pilares (Figura 4.16).

Figura 4.14 – Alinhamento da camada de emboço com o pilar em planta baixa.



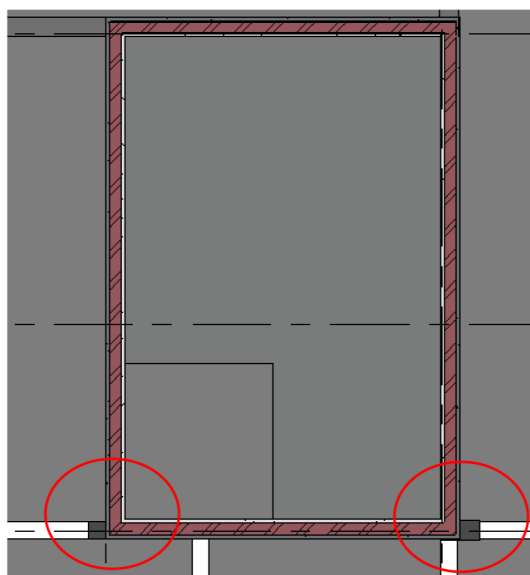
Fonte: O autor (2021).

Figura 4.15 - Alinhamento da camada de emboço com a viga em corte.



Fonte: O autor (2021).

Figura 4.16 – Disposição de pilares na alvenaria do barrilete.



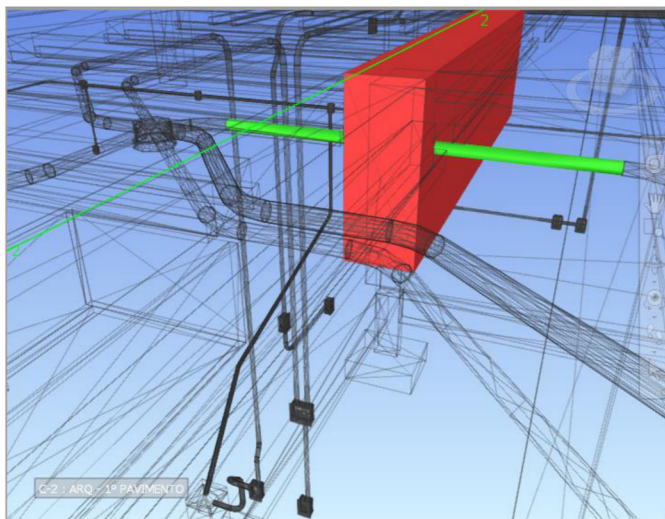
Fonte: O autor (2021).

4.3.2 Estrutural x Elétrico

Entre as disciplinas complementares verificadas com a estrutural, o projeto elétrico foi o que teve maior número de conflitos detectados pelo *software*, isso se deve ao fato do projeto está presente em todos os ambientes com uma malha de eletrodutos maior que os demais projetos, entre os conflitos analisados percebeu a passagem de eletrodutos no centro das vigas. Esse posicionamento foi discutido com

o engenheiro estrutural como o melhor local para passagem de eletrodutos e tubulações (Figura 4.17).

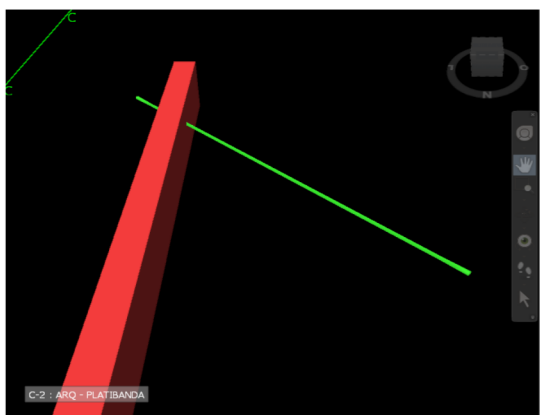
Figura 4.17 - Passagem de eletroduto no centro da viga.



Fonte: O autor (2021).

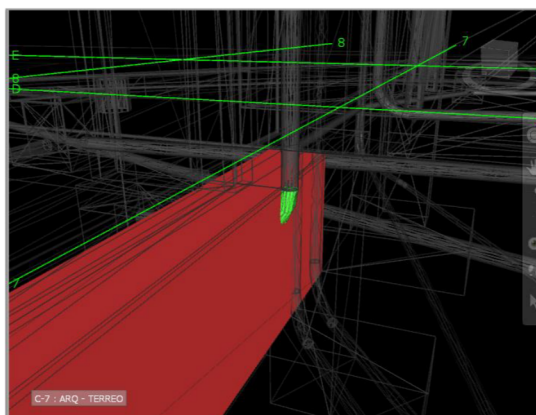
Dos 99 conflitos detectados, apenas oito precisam de revisão se for seguir o critério de modelagem de acordo com a execução. Entre os conflitos vistos possui um com passagem de eletroduto na diagonal na viga (Figura 4.18) e os demais com posicionamento de eletrodutos nas extremidades das vigas (Figura 4.19), que são locais comuns de presença de aço em vigas.

Figura 4.18 - Passagem de eletroduto na diagonal com a viga.



Fonte: O autor (2021).

Figura 4.19 - Eletroduto na face superior da viga.

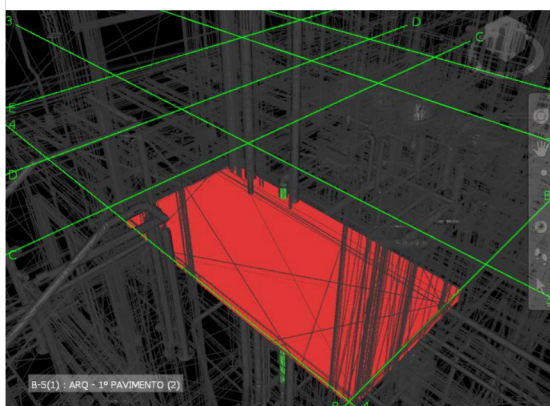


Fonte: O autor (2021).

4.3.3 Estrutural x Sanitário

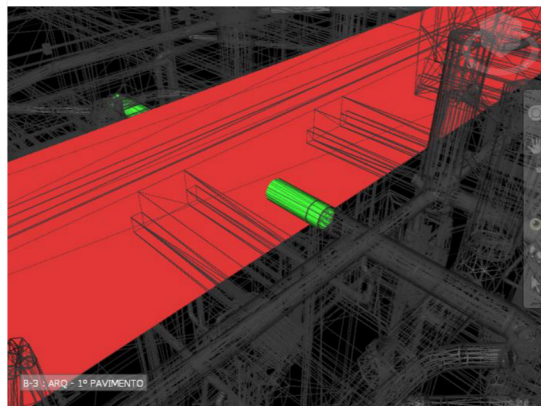
O software detectou 20 colisões entre estrutura e tubos sanitários ou conexões, analisando esses casos verificou-se que as colisões oriundas de furos nas lajes são necessárias para conexão com as peças sanitárias. Outra situação que gerou colisão foi a passagem de tubos em lajes no local do shaft (Figura 4.20), já que a existência do shaft foi definida após a elaboração do projeto estrutural. Nos demais locais houve a passagem de tubos no centro de vigas (Figura 4.21), que foram locais discutidos com o engenheiro estrutural para passagem de tubulações.

Figura 4.20 – Tubo sanitário passando em laje no local do shaft.



Fonte: O autor (2021).

Figura 4.21 - Passagem de tubo sanitário no centro da laje.

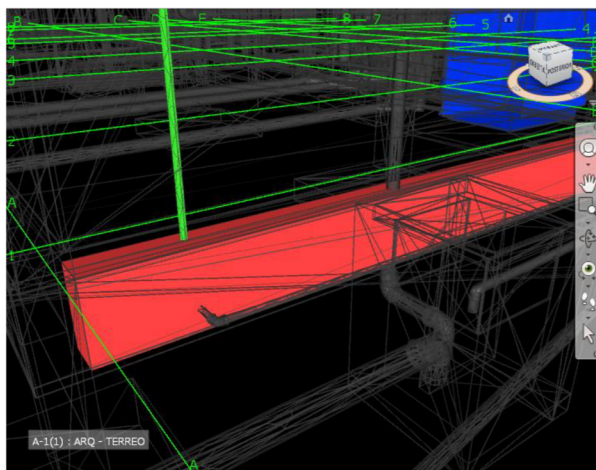


Fonte: O autor (2021).

4.3.4 Estrutural x Hidráulico

Nos conflitos de estrutural e hidráulico, ao todo foram detectadas 33 colisões, sendo que todas já foram analisadas e aprovadas pelo engenheiro estrutural, pois são descidas no shaft, furos mais próximos ao centro da viga, análogo ao projeto sanitário. Como exemplo, a Figura 4.22 mostra passagem de tubulação água embutida na viga baldrame.

Figura 4.22 - Passagem de tubo de água em viga baldrame.

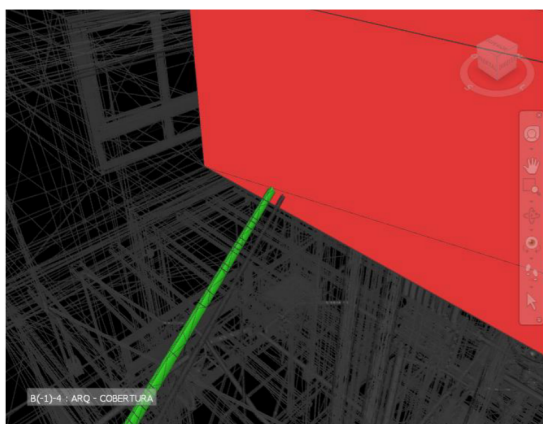


Fonte: O autor (2021).

4.3.5 Estrutural x Climatização

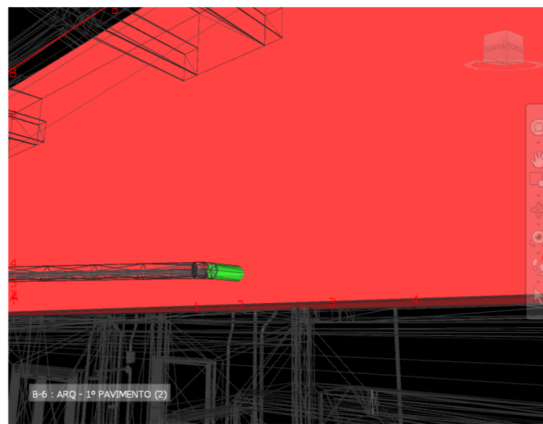
Os conflitos gerados pelo Navisworks tiveram quantidade de 18, porém desse número 15 são casos aprovados que se assemelham aos casos do projeto sanitário e hidráulico, com passagem de tubos em vigas mais próximas ao centro da viga e tubos passando em lajes, onde se encontra o shaft. Dos 3 conflitos analisados em climatização, pode-se perceber tubo de refrigeração com passagem diagonal em viga (Figura 4.23), e também tubulação em região próxima da armadura do concreto (Figura 4.24).

Figura 4.23 - Tubo de refrigeração com passagem na diagonal em viga.



Fonte: O autor (2021).

Figura 4.24 - Tubo de refrigeração em região próxima a armadura da viga.

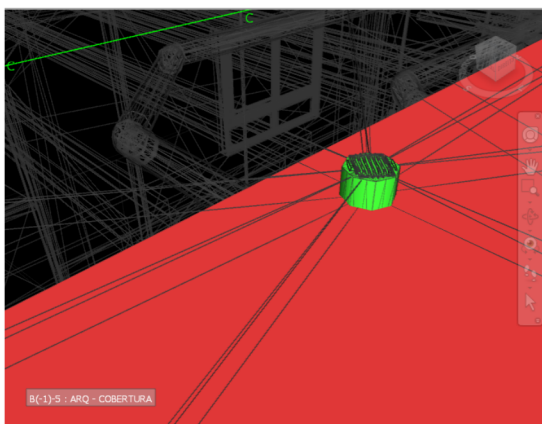


Fonte: O autor (2021).

4.3.6 Estrutural x Pluvial

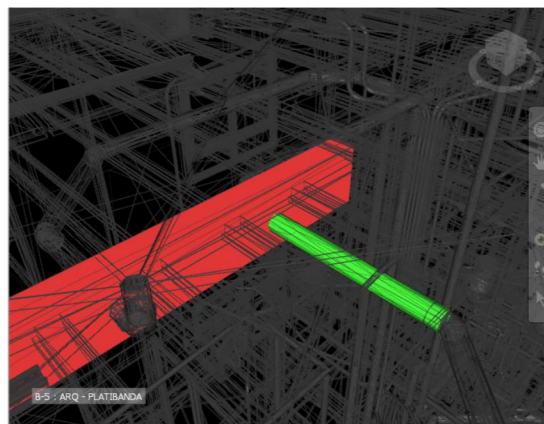
Os conflitos gerados com os projetos estrutural e pluvial são análogos aos casos de sanitário, e não possuía conflitos entre os projetos, pois das 19 colisões existentes todas foram aprovadas, pois são furos necessários para passagem de tubulação na estrutura, como mostram as Figura 4.25 e Figura 4.26 abaixo.

Figura 4.25 - Ralo embutido na laje na cobertura.



Fonte: O autor (2021).

Figura 4.26 - Tubo de drenagem com passagem no centro da viga.

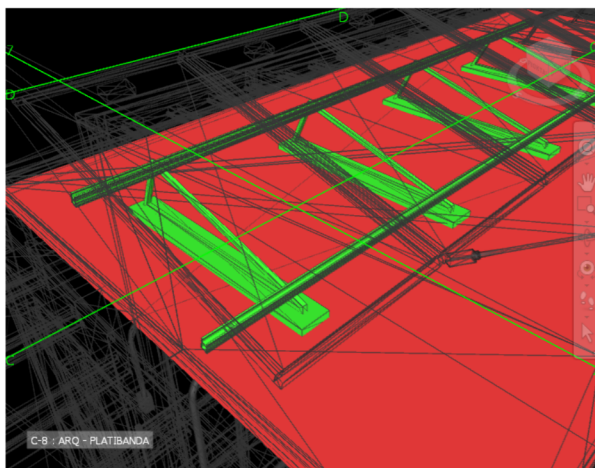


Fonte: O autor (2021).

4.3.7 Estrutural x Solar

Os conflitos gerados com o sistema de captação de energia solar e o projeto estrutural possui 11 colisões, todos se tratam de colisões entre a base da estrutura das placas solares com a laje (Figura 4.27), portanto, todos os conflitos foram aprovados uma vez que se trata do posicionamento da base das placas com o piso. Nenhum conflito foi detectado com as tubulações e os elementos estruturais.

Figura 4.27 - Colisão entre estrutura de placa solar com a laje.



Fonte: O autor (2021).

4.4 COMPOSIÇÃO DAS PLANILHAS DE CUSTO

A análise de conflitos foi realizada de acordo com nível de detalhamento do projeto que influencia diretamente no levantamento de quantitativo de material, porém à medida que aumenta o nível de detalhamento, aumenta, consequentemente, a complexidade de execução da modelagem.

A tabela de quantitativos foi extraída do próprio Revit montada pela Empresa B. Tendo em vista o melhor ordenamento dos serviços que foram analisados neste trabalho, foi atribuído o código do ORSE em uma coluna correspondente aos respectivos serviços analisados, facilitando a filtragem dos serviços para realização da composição de insumos.

O presente trabalho demonstrou as etapas de elaboração do quantitativo e custo dos materiais necessários para o serviço de elevação com bloco cerâmico, chapisco interno, reboco interno, selador, massa corrida e pintura branca com valor total de custo e preço de venda, com o BDI para os itens levantados na composição de serviços.

Devido ao uso comum de selador e massa corrida em ambas as faces de recebimento de pintura, mesmo em diferentes cores de tinta (Figura 4.28), o levantamento de quantitativo é gerado para esses materiais de forma independente da cor da tinta aplicada sobre ela, assim o levantamento feito a partir do uso do material para a construção, dessa forma o m² de selador e massa corrida ultrapassou

o m² de pintura, que para a análise deste trabalho utilizou apenas a pintura na cor branca.

Figura 4.28 - Exemplo de materiais e espessuras de camadas de parede.

Camadas			
			LADO EXTERNO
	Função	Material	Espessura
1	Acabamento 1 [4]	Pintura Suvinil-Textura Areia Fina	0,0025 m
2	Camada da membrana	MASSA CORRIDA	0,0000 m
3	Camada da membrana	SELADOR	0,0000 m
4	Substrato [2]	REBOCO EXTERNO	0,0300 m
5	Substrato [2]	CHAPISCO INTERNO	0,0050 m
6	Limite do núcleo	Camadas acima da virada do revestimento	0,0000 m
7	Estrutura [1]	Alvenaria - Tijolo 6 furos 9x19x24	0,0900 m
8	Limite do núcleo	Camadas abaixo da virada do revestimento	0,0000 m
9	Substrato [2]	CHAPISCO INTERNO	0,0050 m
10	Substrato [2]	REBOCO INTERNO	0,0250 m
11	Camada da membrana	SELADOR	0,0000 m
12	Camada da membrana	MASSA CORRIDA	0,0000 m
13	Acabamento 1 [4]	Pintura - Suvinil-Textura - Branco	0,0025 m

Fonte: O autor (2021).

4.4.1 Composição de Custo no MS Excel

Na composição dos custos as seguintes ilustrações mostram as Tabelas de composição unitária separada em Código, Descrição da Composição, Unidade, Quantidade, Custo Unitário e Custo Total dos serviços selecionados para este trabalho. A Tabela 4.1 e Tabela 4.2 fazem parte das composições de alvenaria de elevação, as Tabelas 4.3 e 4.4 são das composições de chapisco e argamassa de chapisco, já as Tabelas 4.5 e 4.6 são das composições de reboco e argamassa de reboco. A Tabela 4.7 mostra a composição de custo para preparo de superfície, que é um serviço preliminar para recebimento de emassamento (Tabela 4.8) e pintura (Tabela 4.9).

Tabela 4.1 - Composição de custo unitário de alvenaria de elevação.

Serviço					
Código	Descrição do Serviço	Unidade			
0151/ORSE	Alvenaria bloco cerâmico vedação, 9x19x24cm, e=9cm, com argamassa t5 - 1:2:8 (cimento/cal/areia), junta=1cm - Rev.09	m2			
Composição de Preço					
Código	Descrição da Composição	Unid	Quant	Custo Unit.	Custo Total
02657/ORSE	Bloco cerâmico, de vedação, 6 furos horizontais, dim. 9 x 19 x 24 cm	un	20,00	R\$ 0,86	R\$ 17,20
04750/SINAPI	Pedreiro	h	0,64	R\$ 6,63	R\$ 4,24
06111/SINAPI	Servente de obras	h	0,38	R\$ 5,00	R\$ 1,90
03308/ORSE	Argamassa em volume - cimento, cal e areia traço t-5 (1:2:8) - 1 saco cimento 50 kg / 2 sacos cal 20 kg / 8 padiolas de areia dim 0.35 x 0.45 x 0.13 m - Confeção mecânica e transporte	m3	0,01	R\$ 431,16	R\$ 5,95
	Encargos sociais	%	107,10		R\$ 6,58
	Preço de custo	R\$			R\$ 35,87
	BDI	%	25,00		R\$ 8,97
	Preço de venda	R\$			R\$ 44,84

Fonte: O autor (2021).

Tabela 4.2 - Composição de custo unitário de argamassa para alvenaria de elevação.

Serviço					
Código	Descrição do Serviço				Unidade
03308/ORSE	Argamassa em volume - cimento, cal e areia traço t-5 (1:2:8) - 1 saco cimento 50 kg / 2 sacos cal 20 kg / 8 padiolas de areia dim 0.35 x 0.45 x 0.13 m - Confeção mecânica e transporte				m3
Composição de Preço					
Código	Descrição da Composição	Unid	Quant	Custo Unit.	Custo Total
00367/SINAPI	Areia grossa - posto jazida/fornecedor (retirado na jazida,sem transporte)	m3	1,22	R\$ 97,50	R\$ 118,56
01106/SINAPI	Cal hidratada ch-i para argamassas	kgf	182,00	R\$ 0,83	R\$ 151,06
01379/SINAPI	Cimento portland composto cp ii-32	kgf	182,00	R\$ 0,66	R\$ 120,12
06111/SINAPI	Servente de obras	h	4,00	R\$ 5,00	R\$ 20,00
	Encargos sociais	%	107,10		R\$ 21,42
	Preço de custo	R\$			R\$ 431,16

Fonte: O autor (2021).

Tabela 4.3 - Composição de custo unitário de chapisco.

Serviço					
Código	Descrição do Serviço				Unidade
3310/ORSE	Chapisco em parede com argamassa traço t1 - 1:3 (cimento / areia) - Revisado 08/2015				m2
Composição de Preço					
Código	Descrição da Composição	Unid	Quant	Custo Unit.	Custo Total
04750/SINAPI	Pedreiro	h	0,10	R\$ 6,63	R\$ 0,66
06111/SINAPI	Servente de obras	h	0,10	R\$ 5,00	R\$ 0,50
01903/ORSE	Argamassa cimento e areia traço t-1 (1:3) - 1 saco cimento 50kg / 3 padiolas areia dim. 0.35 x 0.45 x 0.23 m - Confeção mecânica e transporte	m3	0,01	R\$ 437,07	R\$ 2,19
	Encargos sociais	%	107,10		R\$ 1,25
	Preço de custo	R\$			R\$ 4,59
	BDI	%	25,00		R\$ 1,15
	Preço de venda	R\$			R\$ 5,74

Fonte: O autor (2021).

Tabela 4.4 - Composição de custo unitário de argamassa para chapisco.

Serviço					
Código	Descrição do Serviço				Unidade
1903/ORSE	Argamassa cimento e areia traço t-1 (1:3) - 1 saco cimento 50kg / 3 padiolas areia dim. 0.35 x 0.45 x 0.23 m - Confecção mecânica e transporte				m3
Composição de Preço					
Código	Descrição da Composição	Unid	Quant	Custo Unit.	Custo Total
00370/SINAPI	Areia media - posto jazida/fornecedor (retirado na jazida, sem transporte)	m3	1,08	R\$ 90,00	R\$ 97,20
01379/SINAPI	Cimento portland composto cp ii-32	kgf	452,20	R\$ 0,66	R\$ 298,45
06111/SINAPI	Servente de obras	h	4,00	R\$ 5,00	R\$ 20,00
	Encargos sociais	%	107,10		R\$ 21,42
	Preço de custo	R\$			R\$ 437,07

Fonte: O autor (2021).

Tabela 4.5 - Composição de custo unitário de reboco.

Serviço					
Código	Descrição do Serviço				Unidade
03316/ORSE	Reboco ou emboço externo, de parede, com argamassa traço t5 - 1:2:8 (cimento / cal / areia), espessura 2,5 cm				m2
Composição de Preço					
Código	Descrição da Composição	Unid	Quant	Custo Unit.	Custo Total
04750/SINAPI	Pedreiro	h	0,60	R\$ 6,63	R\$ 3,98
06111/SINAPI	Servente de obras	h	0,60	R\$ 5,00	R\$ 3,00
03308/ORSE	Argamassa em volume - cimento, cal e areia traço t-5 (1:2:8) - 1 saco cimento 50 kg / 2 sacos cal 20 kg / 8 padiolas de areia dim 0.35 x 0.45 x 0.13 m - Confecção mecânica e transporte	m3	0,03	R\$ 431,16	R\$ 10,78
	Encargos sociais	%	107,10		R\$ 7,47
	Preço de custo	R\$			R\$ 25,23
	BDI	%	25,00		R\$ 6,31
	Preço de venda	R\$			R\$ 31,54

Fonte: O autor (2021).

Tabela 4.6 - Composição de custo unitário de argamassa para reboco.

Serviço					
Código	Descrição do Serviço				Unidade
03308/ORSE	Argamassa em volume - cimento, cal e areia traço t-5 (1:2:8) - 1 saco cimento 50 kg / 2 sacos cal 20 kg / 8 padiolas de areia dim 0.35 x 0.45 x 0.13 m - Confeção mecânica e transporte				m3
Composição de Preço					
Código	Descrição da Composição	Unid	Quant	Custo Unit.	Custo Total
00367/SINAPI	Areia grossa - posto jazida/fornecedor (retirado na jazida,sem transporte)	m3	1,22	R\$ 97,50	R\$ 118,56
01106/SINAPI	Cal hidratada ch-i para argamassas	kgf	182,00	R\$ 0,83	R\$ 151,06
01379/SINAPI	Cimento portland composto cp ii-32	kgf	182,00	R\$ 0,66	R\$ 120,12
06111/SINAPI	Servente de obras	h	4,00	R\$ 5,00	R\$ 20,00
	Encargos sociais	%	107,10		R\$ 21,42
	Preço de custo	R\$			R\$ 431,16

Fonte: O autor (2021).

Tabela 4.7 - Composição de custo unitário de preparo de superfície.

Serviço					
Código	Descrição do Serviço	Unidade			
02282/ORSE	Preparo de superfície com lixamento e aplicação de 01 demão de líquido selador acrílico latex convencional para interiores	m2			
Composição de Preço					
Código	Descrição da Composição	Unid	Quant	Custo Unit.	Custo Total
01332/ORSE	Líquido selador acrílico	l	0,20	R\$ 6,67	R\$ 1,33
03767/SINAPI	Lixa em folha para parede ou madeira, numero 120 (cor vermelha)	un	0,50	R\$ 0,43	R\$ 0,22
04783/SINAPI	Pintor	h	0,20	R\$ 6,63	R\$ 1,33
06111/SINAPI	Servente de obras	h	0,10	R\$ 5,00	R\$ 0,50
	Encargos sociais	%	107,10		R\$ 1,96
	Preço de custo	R\$			R\$ 5,33
	BDI	%	25,00		R\$ 1,33
	Preço de venda	R\$			R\$ 6,66

Fonte: O autor (2021).

Tabela 4.8 - Composição de custo unitário de emassamento.

Serviço					
Código	Descrição do Serviço				Unidade
02278/ORSE	Emassamento de superfície, com aplicação de 01 demão de massa corrida, lixamento e retoques - R1				m2
Composição de Preço					
Código	Descrição da Composição	Unid	Quant	Custo Unit.	Custo Total
01605/ORSE	Massa corrida a base pva (coralar ou similar)	l	0,50	R\$ 2,77	R\$ 1,39
03767/SINAPI	Lixa em folha para parede ou madeira, numero 120 (cor vermelha)	un	0,20	R\$ 0,43	R\$ 0,09
04783/SINAPI	Pintor	h	0,30	R\$ 6,63	R\$ 1,99
06111/SINAPI	Servente de obras	h	0,15	R\$ 5,00	R\$ 0,75
	Encargos sociais	%	107,10		R\$ 2,93
	Preço de custo	R\$			R\$ 7,14
	BDI	%	25,00		R\$ 1,79
	Preço de venda	R\$			R\$ 8,93

Fonte: O autor (2021).

Tabela 4.9 - Composição de custo unitário de pintura.

Serviço					
Código	Descrição do Serviço	Unidade			
02285/ORSE	Pintura de acabamento com aplicação de 02 demãos de tinta PVA latex para interiores - cores convencionais - Rev 03	m2			
Composição de Preço					
Código	Descrição da Composição	Unid	Quant	Custo Unit.	Custo Total
02232/ORSE	Tinta pva látex para interior coralmur ou similar	l	0,18	R\$ 16,63	R\$ 2,99
04783/SINAPI	Pintor	h	0,40	R\$ 6,63	R\$ 2,65
06111/SINAPI	Servente de obras	h	0,20	R\$ 5,00	R\$ 1,00
	Encargos sociais	%	107,10		R\$ 3,91
	Preço de custo	R\$			R\$ 10,56
	BDI	%	25,00		R\$ 2,64
	Preço de venda	R\$			R\$ 13,20

Fonte: O autor (2021).

Embora as Tabelas acima tenham referência na composição do serviço do ORSE, é possível notar a inclusão de linhas dos Encargos Sociais e BDI onde se

utilizou os valores da Empresa B, e por fim, as linhas com Preço de Custo e com Preço de Venda.

A Tabela 4.10 apresenta a Planilha Orçamentária dos serviços contendo os respectivos quantitativos, preços unitários e preço total, assim como o valor total de todos os serviços orçados. Como pode ser visto, o preço total dos serviços levantados é de R\$ 67.914,84, tendo como base o levantamento de quantitativo de serviço extraídos do link com a planilha obtida do Revit, com o Preço de Venda da Tabelas 4.1 a Tabela 4.9 acima apresentadas para cada serviço.

Tabela 4.10 - Planilha Orçamentária de Serviço.

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DE SERVIÇOS					
ORSE	SERVIÇO	UNID	LEVANTAMENTO QUANTITATIVO	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
0151/ORSE	Alvenaria bloco cerâmico vedação, 9x19x24cm, e=9cm, com argamassa t5 - 1:2:8 (cimento/cal/areia), junta=1cm - Rev.09	m2	582,43	R\$ 44,84	R\$ 26.116,40
3310/ORSE	Chapisco em parede com argamassa traço t1 - 1:3 (cimento / areia) - Revisado 08/2015	m2	585,19	R\$ 5,74	R\$ 3.360,43
03316/ORSE	Reboco ou emboço externo, de parede, com argamassa traço t5 - 1:2:8 (cimento / cal / areia), espessura 2,5 cm	m2	581,94	R\$ 31,54	R\$ 18.353,32
02282/ORSE	Preparo de superfície com lixamento e aplicação de 01 demão de líquido selador acrílico latex convencional para interiores	m2	898,70	R\$ 6,66	R\$ 5.988,29
02278/ORSE	Emassamento de superfície, com aplicação de 01 demão de massa corrida, lixamento e retoques - R1	m2	898,70	R\$ 8,93	R\$ 8.024,76
02285/ORSE	Pintura de acabamento com aplicação de 02 demãos de tinta PVA latex para interiores - cores convencionais - Rev 03	m2	460,12	R\$ 13,20	R\$ 6.071,66
TOTAL					R\$ 67.914,84

Fonte: O autor (2021).

Para análise de custo por material e mão de obra foi feita a composição de quantitativo dos serviços na planilha de Materiais e Mão de Obra no Excel, tendo como base as planilhas de composição de custo unitário apresentadas entre a Tabela 4.1 a Tabela 4.9. A Tabela 4.11 mostra o resultado da quantidade de cada material utilizados para os serviços analisados, assim como o preço total para a compra dos materiais. A Tabela 4.12 mostra os valores para a mão de obra.

Tabela 4.11 - Quantitativo e preço de materiais.

QUANTITATIVO DE MATERIAIS										
MATERIAIS	UNID	SERVIÇOS						QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
		Alvenaria de vedação	Chapisco	Reboco	Preparo de superfície	Emassamento	Pintura com tinta PVA			
Bloco cerâmico, dim. 9 x 19 x 24 cm	un	582,43 m2	585,19 m2	581,94 m2	898,70 m2	898,70 m2	460,12 m2	11.648,52	R\$ 0,86	R\$ 10.017,73
Areia grossa	m3	9,77		17,69				27,46	R\$ 97,50	R\$ 2.677,80
Cal hidratada CH-I	kgf	1.462,82		2.647,84				4.110,66	R\$ 0,83	R\$ 3.411,85
Cimento portland CP II-32	kgf	1.462,82	1.323,12	2.647,84				5.433,78	R\$ 0,66	R\$ 3.586,30
Areia media	m3		3,16					3,16	R\$ 90,00	R\$ 284,40
Líquido selador acrílico	l				179,74			179,74	R\$ 6,67	R\$ 1.198,86
Lixa em folha, nº 120	un				449,35	179,74		629,09	R\$ 0,43	R\$ 270,51
Massa corrida a base PVA	l					449,35		449,35	R\$ 2,77	R\$ 1.244,69
Tinta PVA látex	l						82,82	82,82	R\$ 16,63	R\$ 1.377,32
PREÇO DE MATERIAL										R\$ 24.069,45

Fonte: O autor (2021).

Tabela 4.12 - Quantitativo e preço de mão de obra.

QUANTITATIVO DE MÃO DE OBRA													
MÃO DE OBRA	UNID	SERVIÇOS						QUANTIDADE (h)	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO (R\$)	ENCARGOS SOCIAIS		PREÇO TOTAL (R\$)
		Alvenaria de vedação	Chapisco	Reboco	Preparo de superfície	Emassamento	Pintura com tinta PVA				Quant (%)	107,100	
Pedreiro	h	582,43 m2	585,19 m2	581,94 m2	898,70 m2	898,70 m2	460,12 m2	780,44	R\$ 6,63	R\$ 5.174,30	R\$	5.541,67	R\$ 10.715,97
Servente	h	253,47	70,22	407,36	89,87	134,80	92,02	1.047,75	R\$ 5,00	R\$ 5.238,76	R\$	5.610,71	R\$ 10.849,47
Pintor	h				179,74	269,61	184,05	633,40	R\$ 6,63	R\$ 4.199,41	R\$	4.497,57	R\$ 8.696,98
PREÇO DA MÃO DE OBRA										R\$ 30.262,43			

Fonte: O autor (2021).

O valor total dos serviços levantados nas Tabelas 4.11 e 4.12, incluindo o percentual do BDI, será mostrado na Tabela 4.13 que possui preço total de venda de R\$ 67.914,84, valor idêntico ao mostrado na Tabela 4.10, por se tratar de um orçamento com as mesmas composições, porém com métodos diferentes de serem realizados, onde o primeiro obtém-se o valor direto do preço de venda, e, o segundo, o preço por material e mão de obra adicionados ao BDI.

Tabela 4.13 - Preço total dos serviços levantados.

VALOR TOTAL		
BDI (%)	25,00	
ITEM	UNIDADE	PREÇO (R\$)
PREÇO DE MATERIAL	R\$	R\$ 24.069,45
PREÇO DE MÃO DE OBRA	R\$	R\$ 30.262,43
PREÇO DE CUSTO	R\$	R\$ 54.331,88
BDI	%	R\$ 13.582,97
PREÇO DE VENDA	R\$	R\$ 67.914,84

Fonte: O autor (2021).

Na planilha Curva ABC, a Listagem da Curva ABC (Tabela 4.14) foi organizada com os insumos em ordem decrescente em relação os valores de Custo Total. A coluna Custo Acumulado apresenta o aumento do custo somados com o item anterior. A coluna % Custo Total indica a porcentagem do custo do insumo em relação ao valor total do custo, em porcentagem, e a coluna % Custo Acumulado, o avanço do custo em porcentagem somados ao item predecessor.

A nomenclatura que Mattos (2006) intitula como Faixa foi substituída por Classe, pois é uma nomenclatura mais utilizada nos dias atuais na denominação da curva, como utilizada pelo autor Tadeu (2010, *apud* CARVALHO, 2016). Essa distribuição da classe tem como parâmetro o % Custo Acumulado, portanto, a classificação está distribuída em:

- 0% ≤ 39,69% - Classe A
- 39,69% ≤ 74,14% - Classe B
- 74,14% ≤ 100% - Classe C

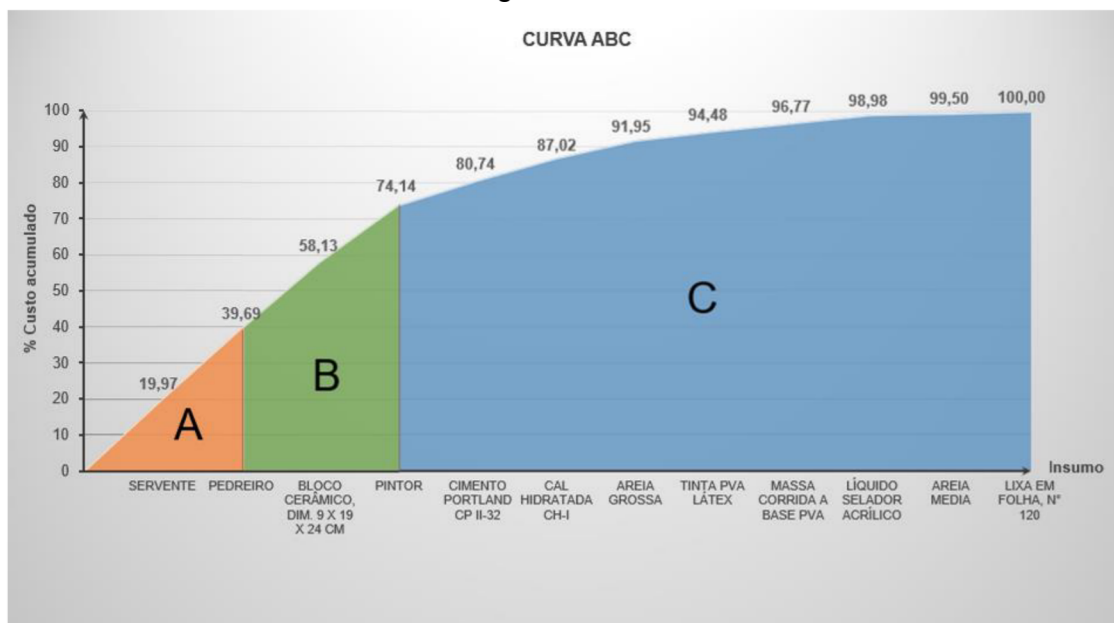
Tabela 4.14 - Listagem da Curva ABC.

Listagem da Curva ABC					
Insumo	Custo Total	Custo Acumulado	% Custo Total	% Custo Acumulado	Classe
Servente	R\$ 10.849,47	R\$ 10.849,47	19,97	19,97	A
Pedreiro	R\$ 10.715,97	R\$ 21.565,45	19,72	39,69	A
Bloco cerâmico, dim. 9 x 19 x 24 cm	R\$ 10.017,73	R\$ 31.583,17	18,44	58,13	B
Pintor	R\$ 8.696,98	R\$ 40.280,15	16,01	74,14	B
Cimento portland CP II-32	R\$ 3.586,30	R\$ 43.866,45	6,60	80,74	C
Cal hidratada CH-I	R\$ 3.411,85	R\$ 47.278,29	6,28	87,02	C
Areia grossa	R\$ 2.677,80	R\$ 49.956,09	4,93	91,95	C
Tinta pva látex	R\$ 1.377,32	R\$ 51.333,41	2,54	94,48	C
Massa corrida a base PVA	R\$ 1.244,69	R\$ 52.578,10	2,29	96,77	C
Líquido selador acrílico	R\$ 1.198,86	R\$ 53.776,96	2,21	98,98	C
Areia media	R\$ 284,40	R\$ 54.061,37	0,52	99,50	C
Lixa em folha, nº 120	R\$ 270,51	R\$ 54.331,88	0,50	100,00	C
TOTAL	R\$ 1.753,77	-	100	-	-

Fonte: O autor (2021).

O Figura 4.29 abaixo exibe o gráfico da distribuição dos insumos de acordo com sua classe, seguindo o aumento gradativo da % Custo Acumulado, portando, os itens que necessitam de maior controle e gerenciamento durante a execução são os itens da Classe A, que são o Servente e Pedreiro. Por se tratar de insumos referentes a mão de obra é primordial o planejamento por etapa de serviço e supervisão da produtividade, que podem onerar os custos devido a condições climática, falta de material e equipamento, complexidade do serviço, experiência dos operários, entre outros fatores.

Figura 4.29 - Curva ABC.



Fonte: O autor (2021).

4.4.2 Composição de Custo no Autodesk Revit

A composição unitária descrita neste capítulo mostrará os resultados obtidos com a dados inseridos no próprio programa de modelagem da Autodesk Revit.

Após a criação dos Parâmetros do Material, foram inseridas as composições unitárias dos serviços selecionados, como mostra a Tabela 4.15. Assim, a coluna de Parâmetro corresponde a cada insumo necessários para os serviços levantados neste trabalho, onde foram preenchidos de acordo com a composição unitária do ORSE. Os respectivos campos de Valor Unitário (V.U) também foram preenchidos de acordo com o ORSE.

Na tabela do Revit os materiais que se referem ao serviço encontram-se na mesma linha, como mostra a Tabela 4.16.

Na obtenção do quantitativo de material (Tabela 4.17) foi necessária a criação de parâmetros calculados em todos os tipos de materiais para a multiplicação da composição unitária com a área do respectivo material. O mesmo processo para obtenção dos valores de custos e preço de venda presentes na Tabela 4.18.

Tabela 4.15 - Composição unitária da alvenaria de elevação no Revit.

Parâmetros do material



Parâmetro	Valor
Bloco cerâmico 9x19x24	20,000000
Areia grossa	1,220000
Areia média	0,000000
Cal hidratada	182,000000
Cimento portland	182,000000
Selador	0,000000
Lixa 120	0,000000
Tinta textura	0,000000
Tinta PVA látex	0,000000
Argamassa 1/3	0,000000
Servente	0,380000
Servente de massa	4,000000
Pedreiro	0,640000
Pintor	0,000000
Argamassa 1/2/8	0,013800
V.U. Bloco 9x19x24	\$0,86
V.U. Areia M.	\$0,00
V.U. Areia G.	\$97,50
V.U. Cimento	\$0,66
V.U. Selador	\$0,00
V.U. Tinta PVA	\$0,00
V.U. Massa Corrida	\$0,00
V.U. Cal Hidratada	\$0,83
V.U. Pedreiro	\$13,73
V.U. Servente	\$10,36
V.U. Pintor	\$0,00
V.U. Lixa 120	\$0,00

Ok

Cancelar

Fonte: O autor (2021).

Tabela 4.16 - Composição unitária dos insumos.

COMPOSIÇÃO UNITÁRIA DE MATERIAL E MÃO DE OBRA														
Serviço		Composição Unitária de Material										Composição Unitária de M.O		
Item ORSE	Descrição do Serviço	Área	Bloco 9x19x24 (un)	Areia M. (m3)	Areia G. (m3)	Cal hidratada (kgf)	Cimento (kgf)	Lixa (un)	Selador (l)	Massa corrida (l)	Tinta PVA (l)	Pedreiro (h)	Servente (h)	Pintor (h)
0151/ORSE	Alvenaria de vedação de bloco cerâmico	582,43 m²	20,00	0,00	1,22	182,00	182,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	0,38	0,00
3310/ORSE	Chapisco interno	585,19 m²	0,00	1,08	0,00	0,00	452,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,00
02278/ORSE	Massa corrida	898,70 m²	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,50	0,00	0,00	0,15	0,30
02285/ORSE	Pintura Suvinil-Textura Branco	460,12 m²	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,20	0,40
03316/ORSE	Reboco interno	581,94 m²	0,00	0,00	1,22	182,00	182,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60	0,00
02282/ORSE	Selador	898,70 m²	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,20	0,00	0,00	0,00	0,10	0,20
TOTAL:		4.007,07 m²												

Fonte: O autor (2021).

Tabela 4.17 - Quantitativo de material e mão de obra.

Serviço		QUANTITATIVO DE INSUMO												Quantitativo de M.O			
Item ORSE	Descrição do Serviço	Área	Bloco 9x19x24 (un)	Areia M. (m3)	Areia G. (m3)	Cal Hidratada (kgf)	Cimento (kgf)	Lixa (un)	Selador (l)	Massa corrida (l)	Tinta PVA (l)	Pedreiro (h)	Servente (h)	Pintor (h)			
0151/ORSE	Alvenaria de vedação de bloco cerâmico	582,43 m²	11648,52	0,00	9,77	1462,82	1462,82	0,00	0,00	0,00	0,00	372,75	253,47	0,00			
3310/ORSE	Chapisco interno	585,19 m²	0,00	3,16	0,00	0,00	1323,12	0,00	0,00	0,00	0,00	58,52	70,22	0,00			
02278/ORSE	Massa corrida	898,70 m²	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179,74	0,00	449,35	0,00	0,00	134,80	269,61			
02285/ORSE	Pintura Suvinil-Textura Branco	460,12 m²	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	82,82	0,00	92,02	184,05			
03316/ORSE	Reboco interno	581,94 m²	0,00	0,00	17,69	2647,84	2647,84	0,00	0,00	0,00	0,00	349,17	407,36	0,00			
02282/ORSE	Selador	898,70 m²	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	449,35	179,74	0,00	0,00	0,00	89,87	179,74			
TOTAL:		4.007,07 m²	11648,52	3,16	27,46	4110,66	5433,78	629,09	179,74	449,35	82,82	780,44	1047,75	633,40			

Fonte: O autor (2021).

Tabela 4.18 - Custo unitário e preço de venda.

CUSTO POR INSUMO														
Serviço		Custo de Material										Custo de M.O		
Item ORSE	Descrição do Serviço	Área	Bloco (un)	Areia G. (m3)	Areia M. (m3)	Cal Hidratada (kgf)	Cimento (kgf)	Lixa n° 120 (un)	Selador (un)	Massa Corrida (l)	Tinta PYA (l)	Pedreiro (h)	Servente (h)	Pintor (h)
0151/ORSE	Alvenaria de vedação de bloco cerâmico	582,43 m²	\$10017,73	\$952,92	\$0,00	\$1214,14	\$965,46	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$5118,17	\$2624,70	\$0,00
3310/ORSE	Chapisco interno	585,19 m²	\$0,00	\$0,00	\$284,40	\$0,00	\$873,26	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$803,51	\$727,16	\$0,00
02278/ORSE	Massa corrida	888,70 m²	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$77,29	\$0,00	\$1244,69	\$0,00	\$0,00	\$1395,90	\$3701,93
02285/ORSE	Pintura Suviniil-Textura Branco	480,12 m²	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$1377,32	\$0,00	\$852,90	\$2527,10
03316/ORSE	Reboco interno	581,94 m²	\$0,00	\$1724,88	\$0,00	\$2197,70	\$1747,57	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$4784,29	\$4218,21	\$0,00
02282/ORSE	Selador	888,70 m²	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$193,22	\$1198,86	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$930,60	\$2467,96
TOTAL:		4.007,07 m²	\$10017,73	\$2677,80	\$284,40	\$3411,85	\$3586,30	\$270,51	\$1198,86	\$1244,69	\$1377,32	\$10715,97	\$10849,47	\$8696,98
													\$67914,84	

Fonte: O autor (2021).

Fazendo comparativo entre os resultados do quantitativo entre a planilha do Excel (Tabela 4.11 e Tabela 4.12) com a do Revit (Tabela 4.17) nota-se que os valores dispostos nas duas planilhas são iguais.

Sendo um *software* incomum para orçamentação na obtenção de quantitativo de material e mão de obra, assim como pelo preço de venda, mostrou que os resultados são eficazes e possui a grande vantagem da automatização do quantitativo com possíveis alterações na modelagem BIM.

4.4.3 Avaliação dos resultados do MS Excel e Autodesk Revit

Comparando os dois programas foi possível perceber a praticidade na manipulação da planilha do Excel, pois diferente do Revit, ela pode ser entre linhas e colunas variadas, facilitando assim os cálculos. Essa interação, entre diferentes linhas e colunas, não é possível porque o propósito do *software* é a modelagem, sendo possível simples manipulações de cálculo nas planilhas, mas mesmo com as manipulações permitidas do *software* foi possível a criação da composição de custo com o resultado do quantitativo de materiais e valores por serviço, que são ajustáveis à medida que o modelo dos projetos é modificado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo de caso voltado para o uso do BIM no planejamento de obra. Diante da pesquisa realizada constatou-se que a utilização de uma construção virtual gerou uma maior interação entre arquiteto, demais projetistas e cliente, devido a facilidade de visualização do modelo, por ser mais compreensível para leigos do que os desenhos técnicos e suas simbologias presentes na planta CAD. Essa interação possibilitou ao cliente uma revisão de suas necessidades que foram passadas ainda na fase de concepção, para o arquiteto e projetistas, evitando transtornos ocorridos com o avanço na fase do empreendimento.

A utilização de um modelo federado possibilitou maior interação entre os projetos e profissionais envolvidos, sempre havendo comunicações entre esses sobre as alterações que uma disciplina de projeto tem sobre as demais, dessa forma grande parte da compatibilização feita ocorreu ainda na fase de desenvolvimento de projetos. Isto refletiu no resultado obtido com o *software* Navisworks na detecção de conflitos, com resultados consideravelmente baixos.

A extração de quantitativos automatizada é um dos grandes benefícios do uso do Revit, que através de modelagem e inserção de componentes elétricos, hidráulicos, sanitários e outros é capaz de gerar tabelas com todos os componentes inseridos no projeto e assim extrair os quantitativos equivalentes de cada disciplina. Esse recurso foi primordial para elaboração de orçamento do projeto e foi utilizado para a quantificação e valores dos insumos que são automaticamente gerados no *software* de realização dos projetos. Os resultados obtidos no Revit atenderam ao orçamento realizado no Excel, que é um *software* mais comumente utilizado para elaboração de planilhas orçamentárias.

Portanto, o estudo realizado sobre a gestão da concepção dos projetos utilizando a metodologia BIM alcançou os resultados desejados, demonstrando os benefícios do desenvolvimento de projetos utilizando os processos e *softwares* que utilizem a tecnologia BIM, pois o dinamismo, a visualização e a interoperabilidade do modelo proporcionou projetar a construção com planejamento nos processos construtivos e atenção aos possíveis causadores de problemas durante a execução da obra, utilizando para esse meio a compatibilização dos projetos que obteve baixos números de incompatibilidade. Os orçamentos e lista de quantitativo de material e mão

de obra foram assertivos e apresentaram resultados coerentes entre si, e entre os programas MS Excel e Autodesk Revit, mostrando que com o Revit é possível extrair tal quantitativo e centralizar essas informações em um único modelo que responde automaticamente as alterações realizadas durante o processo de modelagem.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como visto, o Revit não apresenta ferramenta para a composição de custos unitários, outros softwares como o ORÇABIM e *Sigma Estimates* são plugins desenvolvidos para realizar a orçamentação dos serviços com dados direto do Revit, mas deve ser estudado como os plugins lidam com a composição de custos e quantitativo de material por serviço.

Outra sugestão proposta é a criação de um cronograma físico-financeiro a partir dos quantitativos e mão de obra gerados neste trabalho, juntamente com o planejamento de obra dos serviços levantados.

Desenvolver um plugin para cadastramento das composições de serviço e elaboração de planilhas que promovam o dinamismo para realização das planilhas de com quantitativos, custo e preço de venda.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Maurício da Cunha. **SINAPE x ORSE: Análise comparativa entre o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil e o sistema adotado pelo Governo do Estado de Sergipe**. Trabalho de conclusão de curso - Artigo científico (especialização) - Escola da AGU, da Advocacia-Geral da União. Brasília, 2009.

ARANHA, Frederico. Gerenciamento de Projetos - O que de fato é um projeto?. **Site Campus**, 2021. Disponível em: <<https://sitecampus.com.br/o-que-e-um-projeto-o-e-gerenciamento-de-projetos/>>. Acesso em: 31 jan. 2021.

BARRETO, Felipe. ANDERY, Paulo. Caracterização da concepção de projetos em incorporadoras sob a ótica da gestão de riscos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Maceió. **Anais...** Curitiba, 2014. p. 1167-1176. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/301434627_Caracterizacao_da_concepcao_de_projetos_em_incorporadoras_sob_otica_da_gestao_de_riscos>. Acesso em: 19 ago. 2021.

211 in Model Uses Table. **BIMe Initiative**, Melbourne, Austrália. v. 1, n. 26, p. 1-7, 2019. Disponível em: <<https://zenodo.org/record/3563403#.YRI9XySnIU>>. Acesso em: 15 ago. 2021

CADERNO de Apresentação de Projetos BIM. Governo do estado de Santa Catarina. Santa Catarina, 2015. p. 98. Disponível em: <https://www.saude.sc.gov.br/index.php/informacoes-gerais-documentos/projetos-e-obras-orientacoes/cadernos/8986-caderno-apresentacao-projetos-em-bim/file>>. Acesso em: 14 ago. 2021. DOI 10.5281/zenodo.3563403

CARVALHO, Roberto Becker. **Estoque de segurança aplicado a Curva ABC de demanda**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2016.

D'APARECIDA, Gabriel Siqueira. **Avaliação do uso da tecnologia BIM como ferramenta de fiscalização de obras públicas na etapa de concepção e elaboração de projetos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2018.

DOCPLAYER. Manual ORSE Orçamento de Obras de Sergipe. 116 p. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/6548554-M-anual-orse-orcamento-de-obras-de-sergipe.html>>. Acesso em: 13 jul. 2021.

EASTMAN, Chuck *et al.* **Manual de BIM** [recurso eletrônico]. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Mini Aurélio século XXI escolar: O minidicionário da língua portuguesa**. 4 ed. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 2000.

FREIRE, Márcia Rebouças; AMORIM, Arivaldo Leão de. **A abordagem BIM como contribuição para a eficiência energética no ambiente construído**. Artigo científico. Faculdade de Arquitetura, UFBA. Salvador, 2011.

GEHBAUER, Fritz *et al.* **Planejamento e gestão de obras** : um resultado prático da cooperação técnica Brasil-Alemanha. 2 ed. Curitiba: CEFET-PR, 2002.

GOES. José Resende. **2. Gestão de projetos**. 2021. Aracaju. 18 p. Notas de aula.

GUIA PMBOK – Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2018, v. 6, 01-726.

GUIA 1 – Processo de Projeto BIM. Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Processo de Projeto BIM: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC/Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Brasília, DF:ABDI, 2017. v. 1; 82 p.

GUIA AsBEA, Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura. Boas práticas em BIM. n. 2, ago. 2015. 27 p. Disponível em: <
<http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/d6005212432f590eb72e0c44f25352be.pdf>
>. Acesso em: 19 ago. 2021.

MAROCKI, Priscila França. **Análise do ambiente competitivo do setor da construção civil baseado no modelo de Porter**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

MASOTTI, Luis Felipe Cardoso. **Análise da implementação e do impacto do BIM no Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de casa, exemplos**. São Paulo: Editora Pini, 2006.

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

_____. **Gestão do conhecimento aplicada ao processo de projeto na construção civil: estudos de caso em construtoras**. Boletim Técnico – Série BT/PCC – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.

MELHADO, Silvo Burrattino. ROCHA MELHADO, Ana. **Gestão do processo de projeto**. Disponível em: <
<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/275/anexo/matdidanar.pdf>
>. Acesso em: 16 jun. 2021.

MENIN, Gabriela Aparecida. **Composição do BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) para Orçamento de Obra Civil**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade São Francisco. Itatiba, 2007.

MIKALDO JR, Jorge. SCHEER, Sergio. Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual é a melhor solução?. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 3, n. 1, p. 79–99, maio 2008.

MIRON, Luciana Inês Gomes. **Proposta de Diretrizes para o Gerenciamento dos Requisitos do Cliente em Empreendimentos da Construção**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002.

NETTO, Cláudia Campos. **Autodesk Revit Architecture 2015 – Conceitos e Aplicações**. 1.ed. São Paulo: Érica, 2014.

NOBRE, João Adriano Ponciano; SANTOS, Ana Paula Silva dos; BARROS NETO, José de Paula. O desenvolvimento de produto na construção civil: um estudo de caso em Fortaleza. In: ENCONTRO NAC. DE ENG. DE PRODUÇÃO, 24., 2004. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2004, p. 2719-2726. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENESEP2004_Enesep0502_0828.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2021.

OLIVEIRA, Rodrigo Lied Nogueira de. Pensamento Integrado na Concepção de Projetos: A Mudança de Paradigma na Construção Civil. **UOL**, [201-?]. Disponível em: <<https://monografias.brasilecola.uol.com.br/administracao-financas/pensamento-integrado-na-concepcao-de-projetos-a-mudanca-de-paradigma-na-construcao-civil.htm>>. Acesso em: 11 ago. 2021.

ORSE – Orçamento de Obras de Sergipe. Disponível em: <<http://orse.cehop.se.gov.br/>> . Acesso em: 13 jul. 2021

PEIXOTO, Romulo Tavares. **Estudo de viabilidade econômica para lançamentos de empreendimentos imobiliários no DF**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil, Faculdade De Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas. Brasília, 2014.

RUFINO, Sandra. **A importância do projeto no empreendimento**. [20--?] Disponível em: <<http://bt.fatecsp.br/system/articles/117/original/trabalho7.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2021.

RUGGERI, Renê Guimarães. BIM: tecnologia, metodologia, paradigma...Afinal o que é?. **PMKB**, 2018. Disponível em: <<https://pmkb.com.br/artigos/bim-tecnologia-metodologia-paradigma-afinal-o-que-e/>>. Acesso em: 04 ago. 2021.

SILVA, Flávio Paulino de Andrade. **Verificação automática dos requisitos de projetos da Norma de desempenho pela plataforma BIM Solibri Model Checker**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2017.

SALLABERRY. Cícero Rodrigues. Os impactos do BIM para redução de custos da obra. **Ambar**, 2019. Disponível em: <<https://www.ambar.tech/os-impactos-do-bim-para-reducao-de-custos-da-obra/>>. Acesso em: 19 ago. 2021.

SANTOS, J. O. *et al.* A. Resíduos da indústria da construção civil e o seu processo de reciclagem para minimização dos impactos ambientais. **Cadernos de Graduação - Ciências exatas e tecnológicas**, Maceió: v. 1, n.1, p. 73-84, maio 2014.

SANTOS, Altair. Compatibilizar projetos reduz custo da obra em até 10%. **Cimento Itambé**, 2013. Disponível em: <<https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinza/compatibilizar-projetos-reduz-custo-da-obra-em-ate-10/>>. Acesso em: 19 ago. 2021.

SCHORR, Matheus. **Viabilidade econômica de empreendimentos imobiliários**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2015.

SILVA, Carolina do Prado. **A plataforma BIM aplicada no planejamento de obras**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de Tecnologia Departamento de Engenharia Civil E Ambiental, Universidade de Brasília. Brasília, 2017.

SILVA, Solange Aparecida de Assis Mourão. MATAMOROS, Efrain Pantaleón. Gestão de projetos como ferramenta estratégica para pequenas empresas. **Revista de Ciências Gerenciais**, São Paulo, vol. 14, n. 20, p. 27 – 47, mar. 2010.

TELES, Dário Júnior Xavier; ROCHA, José Nelson Vieira da. **Utilização do BIM no desenvolvimento e integração de projetos: estudo de caso de um residencial multifamiliar**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Programa De Graduação Em Engenharia Civil, Instituto Tecnológico De Caratinga. Minas Gerais, 2013.

TENEDINI, Edeyn Michele. **Plataforma BIM e a perspectiva de uma arquitetura**. Dissertação (Mestrado) - Universidade São Judas Tadeu – USJT. São Paulo, 2019.

ULRICH, Helen. **Controle da qualidade de projetos de edificações**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2001.