



UFOP

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**



Lucas Lomas Ruggeri

**IMPLEMENTAÇÃO DE BIM NA ELABORAÇÃO DE
UM PROJETO DE UM GALPÃO**

Ouro Preto

2023

~ 2 ~

Lucas Lomas Ruggeri

IMPLEMENTAÇÃO DE BIM NA ELABORAÇÃO DE UM PROJETO DE UM GALPÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito
parcial para obtenção do título de bacharel, no curso
de Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Edézio Alvez Souza

Ouro Preto

2023



FOLHA DE APROVAÇÃO

Lucas Lomas Ruggeri

IMPLEMENTAÇÃO DE BIM NA ELABORAÇÃO DE UM PROJETO DE UM GALPÃO

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharelado em Engenharia Civil

Aprovada em 05 de março de 2024

Membros da banca

Professor Mestre Edezio Alves de Souza - Orientador Universidade Federal de Ouro Preto
Professor Doutor Alberto - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Professor Mestre Almir Aparecido Malta Ferreira - Universidade Federal de Ouro Preto

Edezio Alves de Souza, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digitalde Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 10/06/2026



Documento assinado eletronicamente por **Edezio Alves de Souza, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 10/06/2026, às 09:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1121636** e o código CRC **F4A2447F**.

Dedico este trabalho aos meus pais, pois é graças ao esforço deles que eu pude concluir o meu curso. O apoio familiar foi essencial para todas as minhas conquistas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a minha família que me incentivou nos momentos difíceis e compreendeu a minha ausência. Segundamente, agradeço aos meus colegas que me ajudaram a passar por todas as etapas da minha jornada como graduando. Agradeço também aos meus amigos que moraram comigo durante dois anos consecutivos de faculdade, que me fizeram companhia e ajudaram a cuidar da casa quando saí de Cachoeira do Campo (distrito) e fui morar na cidade.

Sou grato também a todo conhecimento adquirido na faculdade, através dos excelentes professores, especialmente ao Prof. Edézio por me orientar neste trabalho e das instituições que a UFOP me permitiu atuar.

RESUMO

O atual estudo visa facilitar a aplicação da metodologia BIM em variados segmentos de projetos na esfera da Engenharia Civil. Ao longo da pesquisa, serão elucidadas as beneficências de empregar o BIM. Contudo, a meta primordial não consiste em comprovar a superioridade efetiva dessa abordagem, uma vez que tal comprovação já foi realizada nas pesquisas mencionadas, mas sim possibilitar a implementação da mesma. A metodologia utilizada se deu a partir da simplicidade do projeto, não poderia escolher um projeto de grande complexidade porque exigiria tempo para a modelagem que seria gasto sem sentido, e pela mensuração do valor a ser investido no empreendimento. Este trabalho implementa o conceito BIM por meio do software REVIT, destacando todas as partes do projeto, do projeto estrutural até o projeto elétrico, no final compatibilizando as diferentes disciplinas.

Palavras-chaves: Revit, BIM, galpão, pré-moldado

ABSTRACT

The present study aims to facilitate the implementation of the BIM methodology in various sectors of Civil Engineering projects. Throughout the work, the advantages of using BIM will be described. However, the main goal is not to prove whether this methodology is truly better, as this has already been done in the cited studies, but rather to enable its implementation. The methodology used originated from the simplicity of the project. I couldn't choose a highly complex project because it would require time for modeling that would be spent without purpose, and considering the measurement of the value to be invested in the venture. This work implements the BIM concept through the REVIT software, highlighting all parts of the project, from the structural design to the electrical design, ultimately reconciling the different disciplines.

Keywords: Revit, BIM, galpão, pré-moldado

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Visualização 2D e 3D	23
Figura 2 - Projeto em 2D e em 3D.....	23
Figura 3 - REVIT	24
Figura 4 - Integração do projeto com a tecnologia BIM.....	25
Figura 5 - Dinâmica da Interoperabilidade	30
Figura 6 – Autodesk Revit	31
Figura 7 - ArchiCad	32
Figura 8 - Autodesk Naviswork.....	33
Figura 9 - Modelo integrado de BIM.....	34
Figura 10 - Tempo gasto no projeto com e sem BIM.....	36
Figura 11 - Etapas de trabalho	38
Figura 12 - Projeto da estrutura digitalizada.....	38
Figura 13 - Elementos pré-moldados.....	42
Figura 14 - Famílias de sapatos e vigas	42
Figura 15 - Família de pilares	43
Figura 16 - Camadas de parede.....	45
Figura 17 - Parâmetros materiais	45
Figura 18 - Parede articulada painel	46
Figura 19 - Material de revestimento cerâmico	47
Figura 20 - Piso cerâmico	47
Figura 21 - Famílias de portas e janelas.....	48
Figura 22 - Bimobject interface	48
Figura 23 - Detalhe de telhas de cimento de fibra	49
Figura 24 - Equipamento hidráulico	51
Figura 25 - Diâmetros	52
Figura 26 - Revit MEP: Dimensões da tubulação.....	53
Figura 27 - Revit MEP: Gasodutos Flux	53
Figura 28 - Repesco MEP: Perda de pressão nos tubos.....	54
Figura 29 - Revit MEP: Relatório de Perda de Pressão.....	55
Figura 30 - Revit MEP: Número de UHC em tubos.....	57
Figura 31 - Repesco MEP: Uectrective Configurações.....	58
Figura 32 - Revit MEP: Sistemas de Distribuição.....	59

Figura 33 - Revit Repesc: Fatores de demanda	60
Figura 34 - Revit MEP: Condutores	61
Figura 35 - Revit MEP: Diagramas de Reprodução	63
Figura 36 - Repesco MEP: Mapa da Rotulagem	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Proporção de elementos concretos pré-moldados	41
Tabela 2 - Pesos	52
Tabela 3 - Número UHC são dispositivos sanitários e higiênicos.....	55
Tabela 4 - Calibração de caixas pompeadas	56
Tabela 5 - Calibração dos cabos de extensão de águas residuais	56
Tabela 6 - Tamanho do subcoletor	56
Tabela 7 - Dimensões das extensões de ventilação	56
Tabela 8 - Calibração das colunas de ventilação	57
Tabela 9 - CELESC - Tipo de entrega.....	59
Tabela 10 - CELESC - Fator de Demanda	59
Tabela 11 - Tipos de linhas energéticas.....	60
Tabela 12 - Capacidade atual da unidade	60
Tabela 13 - Fatores de correção - Agrupamento.....	61
Tabela 14 - Fatores de correção - Temperatura	62
Tabela 15 - Seção de neutros condutor.....	62
Tabela 16 - Seção do condutor de proteção.....	62

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	OBJETIVO	12
1.1.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1	SURGIMENTO DO BIM.....	21
2.2	APLICAÇÃO NA ÁREA DA CONSTRUÇÃO CIVIL	25
2.3	PERSPECTIVAS E DESAFIOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL.....	33
3	METODOLOGIA	37
3.1	ETAPAS DE TRABALHO	37
3.2	Sobre a empresa	38
3.3	SOFTWARE utilizado	39
3.3.1	REVIT AUTODESK	39
3.3.2	AUTODESK A360	40
3.4	SIMULAÇÃO	40
3.4.1	ESTRUTURAL.....	40
3.4.2	ARQUITETÔNICO	43
3.4.3	HIDROSSANITÁRIO	50
3.4.4	ELÉTRICO	58
3.5	COLABORAÇÃO E INTEROPERABILIDADE	64
4	CONclusão.....	65
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68

1 INTRODUÇÃO

A Modelagem de Informações Predial (BIM) é um dos temas mais relevantes entre profissionais e construtoras. Embora tenha conceitos que remontam à década de 1970, como veremos mais tarde, sua efetiva implementação tem sido em grande parte nos últimos 10 anos. Já existem muitas empresas públicas e privadas que utilizam essa metodologia, além de diversas ferramentas e softwares que oferecem recursos e condições para uma implementação correta do BIM.

Segundo (CAMPESTRINI, 2015), o BIM é um novo modelo de implementação e execução de negócios, que engloba todos os processos que compõem o ciclo de vida de um edifício. A partir do BIM, é possível construir um modelo virtual de edificação, que contenha dados precisos relacionados à geometria, com informações necessárias para a construção de edifícios e a produção de componentes (EASTMAN, et al., 2008).

O BIM não se limita apenas aos recursos avançados de software e computação, é um novo processo, uma nova abordagem para o projeto e planejamento de projetos, a construção e operação de edifícios.

1.1 OBJETIVO

O objetivo do trabalho é demonstrar a possibilidade de utilização da metodologia BIM aplicando seus conceitos para a elaboração e modelagem de projetos necessários à execução de uma edificação galpão pré-moldado com o auxílio de softwares que permitem a compatibilização com a norma.

1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Modelar a estrutura pré-moldada já definida por um projeto encontrado finalizado. A escolha de um projeto pequeno será importante para o desenvolvimento de várias disciplinas
- Elaborar, modelar e dimensionar os projetos arquitetônico, estrutural, de instalações hidrossanitárias e instalações elétricas do empreendimento com o auxílio de softwares de plataforma BIM
- Identificar principais problemas resultantes de uma má compatibilização de projetos e de uma utilização equivocada dessa tecnologia
- Apresentar recursos e ferramentas dos softwares utilizados

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O BIM é uma forma de criar grupos de pessoas, software e informações de diversas fontes, importantes ou potenciais para aumentar a confiança e reduzir o tempo de projeto e execução.

Uma vez integrada, a informação fica disponível durante todo o ciclo de vida do projeto, acessível a todas as pessoas que nela trabalham e com possibilidade de uso infundável do software.

Antes do BIM, os projetos eram desenvolvidos em diferentes etapas e o próximo nível só podia ser implementado ao final do anterior, gerando divisão de conhecimento e reduzindo a colaboração entre projetistas e construtores.

A abordagem proposta permite o livre fluxo de informações e o desenvolvimento simultâneo das diferentes fases do projeto, além de permitir a identificação precoce de que mudanças em uma área podem estar relacionadas a outra.

Com as obras de infraestrutura rodoviária, os benefícios de desenvolver um projeto colaborativo e ao mesmo tempo se traduzir em redução de custos e resolução de disputas na fase de projeto, uma vez identificados, já estão na estrutura, têm potencial para aumentar os custos operacionais e causar atrasos no horário.

Além do modelo 3D que permite a visualização do modelo, a metodologia facilita a mensuração do desempenho de métodos projetados para quantidade de informações, analisando o risco de que métodos desenvolvidos por modelos matemáticos e dicas de normas e manuais não sejam previsíveis.

A segurança viária e a construção podem ser previstas no projeto a partir da interação de informações geográficas e geotécnicas e software de modelagem.

As máquinas e indústrias para implantação de projetos de infraestrutura estão sendo atualizadas para integrar o sistema BIM.

Os maiores nomes do mundo começam a movimentar as máquinas da linha amarela equipadas com sistema de controle automático, guiado por GPS e sensores de terreno.

Informação de grade corte, enchimento, espessura da camada e inclinação da bancada, por exemplo, são inseridas no sistema de gerenciamento da máquina a partir de documentos produzidos pelo projeto.

Dessa forma, o sistema coleta informações e comanda automaticamente o atuador da lâmina de corte e faz ajustes rápidos para atender aos parâmetros de projeto. O operador da

máquina controla a operação do equipamento para garantir que as informações sejam compiladas e executadas corretamente.

Segundo GARIBALDI (2020) a dimensão passou a surgir a partir das necessidades gerada no trabalho de um modelo virtual. É necessário para isso gerar um banco de dados de informações de prevenção de acidentes na construção civil. Na dimensão 3D passaram a desenvolver projetos com representação gráfica nos desenhos, mas foram elaboradas outras dimensões que se uniram em um só grupo.

O risco de acidentes é um desafio muito grande para pequenas e grandes empresas que se torna indesejável na maioria das vezes, de acordo com que se avalia a análise do gerenciamento de riscos. É um sistema que visa identificar toda a qualidade de riscos exposto numa situação de uma elaboração de projeto (VASCONCELOS, 2019).

De acordo com o processo de gerenciamento de risco, existe uma estrutura usada nos setores em longo prazo que permite os profissionais ou colaboradores trabalhem em conjunto para identificar riscos.

O gerenciamento a princípio visa planejar a estrutura do projeto para que possa identificar o risco em toda sua etapa de execução. Na maioria das vezes é utilizado projeto anterior para fazer a correção de um novo projeto (VASCONCELOS, 2019).

O BIM é uma ferramenta fundamental na informação e comunicação entre o gerenciamento de risco, na maioria das indústrias é utilizada a dimensão para identificar risco de segurança em uma obra.

É aplicada para detectar conflitos especiais em uma máquina (como um guindaste) ou projeto (AHMAD et al., 2018). A exigência para fazer a implementação da dimensão é exigida devido ao elevado índice de acidentes.

O gerenciamento de risco no BIM se baseia em modelos de tecnologia de informação reativos e proativos. Em Sistemas Reativos são utilizadas informações por meio de tecnologias como realidade virtual, 4D CAD e SIG.

Nessas tecnologias a informação precisa ser coletada para serem analisadas ou avaliadas (KIM et al., 2020). O Sistema Proativo é utilizado para processar e coletar dados em tempo real de uma obra. É comum o uso de sensores que recebem sinais avisando nos equipamentos de proteção individual (KIM et al., 2020).

O gerenciamento de riscos por meio de BIM teve um grande avanço na área da tecnologia. Desenvolvendo software para facilitar as atividades no BIM no processo de planejamento do projeto da construção civil.

O sistema é baseado em conhecimento que deve contribuir a visualização do gerenciamento dos riscos em um determinado projeto. Trazendo informações futuras em todo seu ciclo de vida do canteiro de obra, esse é um modelo que os profissionais encontraram para identificar riscos e segurança em banco de dados.

Porém o BIM extrai e armazena informação que identifica riscos de segurança no planejamento do projeto (TAKIM et al., 2016). Verificação automática de regras, é um programa instalado em um computador que avalia toda a execução de um projeto.

A regra é uma aplicação que garante que todo trabalho de projeto seja padronizado em códigos de construção (TAKIM et al., 2016).

A tecnologia de banco de dados tem a capacidade de fornecer as informações de maneira mais inteligente, tornando esse sistema de monitoramento de segurança mais aprimorado.

A realidade virtual e bancos de dados que autoriza as informações em ambiente de projeto virtual, realiza uma melhor visão na simulação de uma pessoa andando no projeto e identificaria riscos de segurança futuras (BOURHIM E CHERKAOUI et al., 2020).

De acordo com que o programa CAD 4D estabelece, ele faz todo o planejamento computacional do projeto detectando o tipo de risco de trabalho em altura. O BIM trabalha em conjunto com umas das ferramentas CAD 3D e 4D para facilitar a organização do gerenciamento de risco na construção civil (RAHIMIAN et al., 2020).

O sistema de informação geográfica definiu o nível máximo de detalhe no trabalho com atividade de programa de informação no ambiente do canteiro de obra. O sistema amplia a modelagem BIM para melhorar a visualização dos riscos de segurança e custos dos projetos executados.

A partir desta visão, é comum observar que os sensores que recebem sinais de aviso passivos em equipamentos para a identificação de monitorar e controlar os riscos de segurança no canteiro de obra (RAHIMIAN et al., 2020).

O BIM é uma versão de tecnologia que ajuda analisar a identificação dos possíveis gerenciamentos de riscos e acidentes do canteiro de obra, em todo seu ciclo de vida ou tempo real de um projeto.

Existem diversos desafios em um projeto, é necessário fazer a implantação do BIM para dar suporte ao sistema de visualização, a identificação garante um melhor conhecimento para os profissionais de como se deve proceder em determinadas situações de risco e segurança no ambiente de trabalho (TAKIM et al., 2016).

Para entender melhor como a Plataforma BIM trabalha e quais são seus recursos basta entender as dimensões do BIM. Calvert (2013), menciona as dimensões como sendo 7 principais, as quais são:

- 2D Gráfico – são métricas gráficas desenvolvidas em design informático, não só na plataforma BIM, mas também em plataformas anteriores baseadas nesta marca.
- 3D Modelo – é o principal recurso da plataforma BIM, esse recurso adiciona espaço ao avião, onde você pode visualizar as coisas. O modelo 3D pode ser usado em uma perspectiva de negócios. No caso do BIM, cada componente 3D possui características e parametrizações que refletem como parte de uma arquitetura visual de fato, não apenas uma representação visual. Um exemplo no caso de uma fundação rodoviária é a capacidade de seleção dos materiais utilizados na pavimentação Asfáltica, representando materiais com propriedades de estratificação próprias (base, fundação, revestimento), este artigo trata da adequação de muitos projetos e contribui para o sucesso da conformidade.

“A compatibilidade de projetos pode ser entendida como uma forma de colaboração entre diferentes tipos de projetos de projetos, com o objetivo de identificar possíveis interrupções no nível operacional.

A proposta é eliminar essa ruptura entre os elementos construtivos alinhando cada projeto, a fim de reduzir a eficiência, tempo e tempo de inatividade.” (NOGUEIRA et al. 2017).

- 4D Planejamento – adiciona a quantidade de tempo no exemplo, informando quando cada item será comprado, armazenado, consertado, embalado, usado. Coordena também o desenho do local, manutenção e mobilidade das equipas, equipamentos utilizados e outras questões relacionadas com a cronologia.
- 5D Orçamento – adicionar custo ao modelo, determinar quanto custará cada projeto, alocar recursos para cada fase do projeto e seu impacto no orçamento, gerenciando os objetivos do projeto de acordo com o custo.
- 6D Sustentabilidade – acrescenta ao modelo o rácio de energia, a medição e adequação da energia utilizada na construção, a energia utilizada no ciclo de vida e o seu custo, em linha com a 5ª dimensão. O potencial, neste caso, pode estar diretamente relacionado ao impacto percebido do projeto no ambiente de instalação.
- 7D Gestão de Instalações – adicionar uma dimensão de desempenho ao modelo, onde o usuário final pode extrair informações sobre como o negócio como um todo funciona, seus detalhes, quais sistemas manter em caso de falhas ou defeitos.
- 8D Segurança – o oitavo aspecto (8D) no modelo BIM está relacionado à segurança e prevenção de riscos. Segundo Imriyas Kamardeen (2010),

“Segurança e Prevenção de Riscos no BIM têm três funções: completar a modelagem de riscos, promoverem dicas de segurança para perfis de alto risco e assessorar a gestão de riscos e segurança ocupacional nos perfis. Riscos incontroláveis por modelo.” - 8D adiciona uma margem de segurança ao modelo, prevendo potenciais perigos para o processo de construção e operação, adicionando componentes de segurança e indicadores de risco.

Utilizando a ferramenta de Mapeamento de Riscos, foi possível identificar potenciais riscos proporcionados pela organização e a disponibilização de almoxarifado.

Os perigos visíveis estão associados ao calor e à umidade. Devido aos materiais utilizados na construção do armazém, o ambiente retém muito calor. Pontos de umidade também foram identificados devido à falta de penetração de água na interface e no solo. O armazenamento de materiais de limpeza, tintas e gasolina dentro de um armazém foi identificado como simples perigos químicos.

A falta de revestimentos de piso, feitos de cimento, produzia alta poeira, o que poderia causar problemas respiratórios, classificando-o como um perigo químico central. Como fator de risco biológico, foi identificado uma possível formação de fungos devido ao excesso de umidade.

Os riscos ergonômicos associados ao levantamento de mão e levantamento de peso foram identificados. É possível olhar para peças pesadas que não seja suportada por apenas uma pessoa, como uma forma de concreto de decoração de parede e um rolo de manta em branco.

Esses dispositivos estão distantes da saída, exigindo mais esforço e um grande número de pessoas para removê-los. Isso foi observado como um alto risco ergonômico.

Foi identificado um risco ergonômico de profundidade média, pois requer um esforço significativo para remover alguns objetos.

O principal diferencial da plataforma BIM é o conjunto de informações coletadas para o projeto, essas informações podem ser geradas, gerenciadas e utilizadas em diferentes softwares com diferentes funções disponíveis.

Por exemplo, a integração de SIG e BIM, principalmente em projetos de rodovias, é necessária para saber aonde ir à direção certa, este método é dependente de recursos do Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Condições geológicas e geotécnicas da terra, hidrologia e hidrografia existente, os dados são facilmente controlados pelo BIM para melhorar a visibilidade e reduzir o tempo de seleção de rotas.

Para fins de projeto, o software BIM opera com base nas informações contidas em sua interface ou informações que podem ser utilizadas pelo projetista, essas ferramentas proporcionam o máximo de conformidade com as regulamentações locais.

No Brasil, a base da medição rodoviária é o DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) e todos os seus princípios podem ser facilmente agregados com software BIM para agilizar o processo de projeto e garantir a qualidade dos projetos rodoviários.

A plataforma BIM melhora a produtividade em quase todas as fases do trabalho, como planejamento ou projeto, documentação, produção e desempenho pós-obra.

Ao falar de produtos de design utilizando a plataforma BIM, deve-se notar que, além de reduzir o tempo gasto no projeto, o nível de detalhamento do projeto é muito superior ao da plataforma anterior.

De acordo com a Autodesk (2018), em muitos casos o tempo de projeto é reduzido em até 33% em relação às tecnologias anteriores. A vantagem do produto quando se trata de planejamento e projeto é a forma como o software BIM funciona.

No caso da representação de rodovias e atividades técnicas, a plataforma BIM definiu previamente os parâmetros, materiais e ferramentas que compõem essas funções de infraestrutura, enquanto na plataforma CAD a demonstração se limitou às linhas.

Muitos dos trabalhos de documentação necessários também são feitos simultaneamente à medida que o projeto avança como decorar, simplesmente adicionar itens ou itens apropriados e atualizar dados sobre o valor do item com base na decoração necessária para o projeto.

Os benefícios do produto relacionados ao produto foram alcançados por meio de várias abordagens de projetos de realidade virtual 3D que estão muito próximas da realidade.

Segundo Autodesk (2018), empresas e agências que utilizam BIM em seus sistemas demonstraram em seus dados um retorno que permite a utilização de sistemas operacionais, gerando economias entre 8% e 22% e reduzindo os tempos de projeto e produção.

Confiança no tamanho e no orçamento da obra, além de passar a impressão de um designer de melhor design.

A Autodesk desenvolveu um serviço de inteligência artificial que funciona em conjunto com a plataforma de gerenciamento de projetos BIM 360 para análise e gerenciamento de riscos de construção. A estrutura do IQ analisa desde os riscos de segurança do trabalho, com riscos ambientais definidos pelo projeto, riscos patológicos em cada etapa implementada, risco de colisões de cronograma e distúrbios meteorológicos.

O software trabalha com uma ampla gama de informações disponíveis online e no banco de dados com mais de 150 milhões de problemas de construção e uma lista de verificação. Os

alertas são causados pelo andamento do cronograma, mas é possível analisar os riscos potenciais em qualquer nível de atividade.

O projeto BIM libera os desenvolvedores para tornar o projeto mais coeso, pois o modelo pode ser aplicado simultaneamente a todos os aspectos envolvidos no projeto, e as disputas podem ser analisadas e resolvidas rapidamente.

É inegável que a tecnologia BIM quebrou as barreiras e paradigmas em torno do produto, elevando o nível de validade e confiabilidade dos projetos.

Se analisarmos o setor de construção social, a resistência à mudança é impressionante e a inclusão de novas tecnologias é difícil, pois o setor é percebido como devido à sua tradição.

No entanto, o BIM se espalhou para diferentes partes do mundo. Em países como Chile, Cingapura e Reino Unido, existe uma política nacional de planejamento, na qual todas as atividades com financiamento público devem ser desenvolvidas por meio da plataforma BIM.

Nos Estados Unidos, durante a crise do mercado imobiliário em 2008, a implementação do BIM aumentou significativamente. Empresas locais utilizaram a plataforma como solução para o problema e, como resultado, o mercado desenvolveu novos produtos, aprendeu e melhorou suas aplicações de sistemas BIM e aumentou sua produtividade e eficiência.

Um estudo de 2013 da MCGraw Hill Constructions, em países onde o uso do BIM é mais comum e difundido, mostrou que um dos principais benefícios que as empresas vêem é: a inovação.

No campo brasileiro, a adoção da plataforma BIM pode ser considerada prioritária, porém algumas de suas medidas de implementação têm sido tomadas por empresas e órgãos públicos, como Banco do Brasil, Caixa Econômica Federal, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), Odebrecht, Gafuna e Sinco estão entre as pioneiras na implantação do BIM no país (CATELANI, 2016). de Santa Catarina, CBIC em parceria com o SENAI, entre outros.

O BIM ainda é uma tecnologia em evolução. À medida que a plataforma se desenvolve, seu uso vai se difundindo, a magnitude de seu impacto na forma como é construída se torna mais aparente (EASTMAN et al., 2014).

A tendência é que, nos próximos cinco anos, a adoção de dispositivos BIM cresça significativamente. Segundo o mesmo autor (p. 282) “O BIM contribuirá para o elevado nível de pré-fabricação, flexibilidade e variabilidade dos métodos e tipologias construtivas, reduzindo o número de documentos, redução significativa de erros de projeto, pequenos desperdícios, grande produção e mais enxuta, orçamentos e horários.”

A cada ano que passa, o mercado se torna mais adepto da adoção de novas tecnologias, e a plataforma BIM tem surgido no setor de AEC, com as empresas buscando se adaptar e se adaptar a esse novo conceito de implementação do BIM, muitas das quais ainda estão em sua infância que até 2020, as condições econômicas, tecnológicas e sociais conduzirão o desenvolvimento futuro da plataforma BIM.

O BIM terá o potencial de fornecer a engenheiros e arquitetos a capacidade de projetar estruturas energéticas eficientes e reutilizar materiais (EASTMAN et al., 2014) pois seu sistema tecnológico está em constante evolução.

Outras tecnologias, como sensoriamento remoto, geografia (GPS), tecnologia de troca de informações, inteligência artificial (IA) e outras, ajudaram no desenvolvimento de novos softwares.

A partir da década de 1980, os softwares CAD começaram a ganhar popularidade, facilitando para os designers, substituindo as técnicas de design gráfico.

Embora o sistema CAD represente apenas artigos, linhas, formas e idéias (representação 2D) o sistema apresenta menos erros de projeto e é considerado mais rápido que o método tradicional de tempo.

Hoje em dia, o BIM começou a se espalhar, e sua exibição gráfica 2D é a menor ferramenta. A diferença entre CAD e BIM está principalmente na quantidade de recursos disponíveis nas plataformas.

Além do display gráfico, o BIM cria um ambiente rico em informações, a saber: materiais, custo, tempo, controle, segurança e muito mais. A visualização do software BIM também é aprimorada, pois a geometria é baseada em informações do mundo real.

Sistema de Informação Geográfica (da sigla SIG) caracteriza-se por um conjunto de ferramentas capazes de coletar, armazenar, controlar e fazer dados georreferenciados em formato digital (Hamada e Gonçalves, 2007).

O SIG pode ser definido como um sistema fornecido por quatro grupos de habilidades de gerenciamento de dados georreferenciados: entrada, controle, conversão e análise e saída.

Os dados são georreferenciados quando a base apresenta duas características: tamanho do corpo e localização (Aronoff apud Hamada e Gonçalves, 1989).

Em resumo, as principais características do SIG são:

- Integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno.

- Combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação, para gerar mapeamentos derivados.
- Consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados geocodificados. Os dados tratados em SIG's incluem: imagens de satélite, modelos numéricos de terreno, mapas temáticos, redes e dados tabulares.

Dados portáteis em SIG's incluem: imagens de satélite, modelos terrestres, mapas tópicos, redes e dados de tabela. Dados georreferenciados é um termo dado utilizado em aplicações de Geoprocessamento (Lisboa, 1996).

Ou seja, com o ato de trabalhar com qualquer tipo de dado vinculado à área geográfica da terra.

A vantagem do uso do SIG é a capacidade de armazenar dados digitais de forma integrada ao invés de mapas e mapas de localização, e acessá-los e armazená-los em alta velocidade, com quaisquer características e quantidade incomparáveis, permitindo análises espaciais complexas e baixo custo por unidade.

O surgimento do SIG remonta a meados do século XVIII, com o desenvolvimento da cartografia e a produção de mapas voltados às atividades de gestão de recursos naturais, exploração de petróleo e agricultura.

De acordo com Lisboa (1996), a partir da década de 1970, com o desenvolvimento da indústria de computadores e a melhoria da velocidade de armazenamento e processamento de dados digitais, o SIG tornou-se mais difundido, passando a ser utilizado em estudos de engenharia.

O Sistema de Informações Geográficas é um elo importante na concepção mais recente de projetos de infraestrutura, que permite a coleta e conversão mais rápida dos dados referenciados, para auxiliar os projetistas na tomada de decisões. As informações geradas podem ser exportadas e vinculadas a outras informações, formando uma plataforma BIM.

2.1 SURGIMENTO DO BIM

A abordagem colaborativa de todo o ciclo de vida do projeto, compõe a tecnologia BIM (Building Information Modeling), sendo que, tal desenvolvimento só foi possível depois do avanço da capacidade dos computadores em suportar a alta quantidade de informações geradas pelos detalhamentos dos processos executivos do projeto.

Assim, cumpre destacar alguns aspectos históricos, a fim de compreender como se deu a evolução tecnológica que possibilitou a existência e o desenvolvimento das ferramentas BIM, bem como sua aplicação nas áreas de arquitetura e construção, tendo em vista que, os BIM

apareceram devido à necessidade de uma representação mais rigorosa e detalhada dos pontos de construção de uma obra.

Nota-se, portanto, que o aperfeiçoamento e a melhoria dos processos tornavam-se uma demanda e um objetivo essencial para o campo da construção como um todo, sendo preciso buscar uma nova abordagem integrada dos diferentes aspectos relacionados ao produto, a fim de atingir um mercado cada vez mais exigente quanto a prazos, qualidade e custos.

Por isso, ainda na década de 70, surgiu o CAD, ainda muito utilizado em obras e projetos de engenharia. Como visto em um artigo anterior, essas tecnologias representam uma verdadeira revolução no campo, em termos de aumento da produtividade do designer, qualidade do projeto e comunicação de documentos.

O fortalecimento dessas tecnologias se deve ao avanço proporcionado, de modo que, principalmente no contexto da construção social, a crescente complexidade dos processos leva à necessidade de incorporação de ideias industriais, e à busca da adoção de soluções adotadas na indústria de transformação. (AYRES, 2009).

Nesta perspectiva, a noção de modelagem de produto adotada por outras indústrias deu origem ao conceito BIM, como uma modelagem que busca integrar todos os processos relacionados à construção do produto edificação.

Tanto a ideia quanto a nomenclatura BIM começaram a se perpetuar na última década, porém diversos trabalhos sobre o tema modelagem de produto na indústria de AEC foram desenvolvidos ainda nas décadas de 70 e 80, notadamente nos EUA e Europa. (SOUZA, 2009).

Dessa maneira, percebe-se que, as primeiras linhas explicitadas a respeito do BIM colocam-o como um sistema onde a representação dos elementos de projeto poderia ser baseada em informações geométricas em associação com outros atributos relevantes, de modo que, além de simplesmente criar desenhos, o sistema deveria ser capaz de gerar relatórios e análises relativas a quantidade de materiais, estimativas de custo, entre outras questões importantes para o projeto considerado como um todo. (EASTMAN et al., 2008).

Ainda no tocante à evolução do BIM, é válido salientar a lição de Cardoso et al. (2013), segundo os quais, pode-se falar em uma tecnologia BIM 1.0, a qual foi marcada pela substituição de projetos bidimensionais em CAD por modelos em 3D, sendo que, no início desta transição não havia colaboração entre os diferentes profissionais envolvidos num projecto, sendo um processo individual reservado a projectistas.

A figura 1 ilustra a comparação feita pelos autores entre uma visualização 2D e 3D:

Figura 1 - Visualização 2D e 3D



Fonte: CARDOSO, 2013, p. 9.

Seguindo esta linha do tempo, cumpre destacar que, ainda durante a década de 1980, a maneira de projetar, mesmo utilizando computação gráfica, era limitada ao 2D, sendo que, somente no início dos anos 90, é que iniciou-se a aplicação de softwares que possibilitaram a elaboração de projetos em 3D, nesta época, apenas com o uso de objetos vetoriais, sem a inserção de informações pertinentes ao projeto. Nesse sentido, a figura 2 abaixo mostra uma comparação entre um projeto elaborado em 2D, como nos anos 80, e em 3D como nos anos 90 (CARDOSO et al., 2013).

Figura 2 - Projeto em 2D e em 3D



Fonte: CARDOSO, 2013, p. 10.

Assim, na década de 90, seguiram-se diversos estudos com o objetivo principal de aperfeiçoar os projetos em 3D. Conforme explicam Cardoso et al. (2013), em 1997, um grupo de formandos do MIT (Massachusetts Institute of Technology), juntamente com um grupo de ex-funcionários da empresa de softwares Parametric Technologies Corporation (PCT) e alguns investidores, fundaram a empresa Revit Technologies Corporation e colocaram no mercado o Revit, software que revolucionou a indústria da Construção, uma vez que foi o primeiro software de modelagem de edifício paramétricos no mercado, conforme ilustra a figura 3:

Figura 3 - REVIT



Fonte: CARDOSO, 2013, p. 10.

Ressalta-se que, com o passar dos anos e com os resultados das novas pesquisas na área, foi possível aumentar as funcionalidades dos softwares para modelagem, notadamente no sentido de aumento das informações obtidas durante a execução da modelagem, de forma que, o desenvolvimento de plataformas que possibilitam “a conversão dessas informações tornou-se uma necessidade para se trabalhar com todo o projeto como um produto único, mantendo todos os setores envolvidos atuando de maneira compassada no decorrer da elaboração”. (CARDOSO, 2013, p. 10).

Nessa perspectiva, pode-se falar também no surgimento de um momento de BIM 2.0, o qual é demarcado pela utilização dos BIM por parte de outros profissionais além dos projetistas.

O BIM 2.0 inicia-se, então, com a ideia de cooperação entre todos os intervenientes de um projeto, possibilitando a chamada interoperabilidade, que será abordada mais adiante. (CARDOSO, 2013).

Neste contexto, vale destacar uma importante inovação alcançada somente ao final do ano de 2004, qual seja, os simuladores de projetos, nos quais, esta característica de integração se amplia para além das plataformas CAD, utilizando-se softwares de gestão, como Microsoft Project, Primavera, entre outros.

Isso significa dizer que, além da modelagem em 3D, passa a ser possível integrar também ao modelo um cronograma das atividades, o que permite a simulação do projeto antes da sua efetiva execução. Desta maneira,

[...] é possível visualizar e compatibilizar todos os projetos de uma construção, transformando-os em um único modelo interativo que

permite a aplicação de um cronograma, onde pode-se visualizar com precisão qualquer estágio da obra, tornando possível a detecção de interferências e análise de pontos críticos durante execução de forma visual. (CARDOSO, 2013, p. 11).

Então, o sistema BIM, de fato, possui esse propósito, de promover uma interatividade significativa com as etapas de execução do projeto, promovendo uma melhor precisão na criação de elementos no projeto e podendo-se também analisar o projeto de maneira tridimensional.

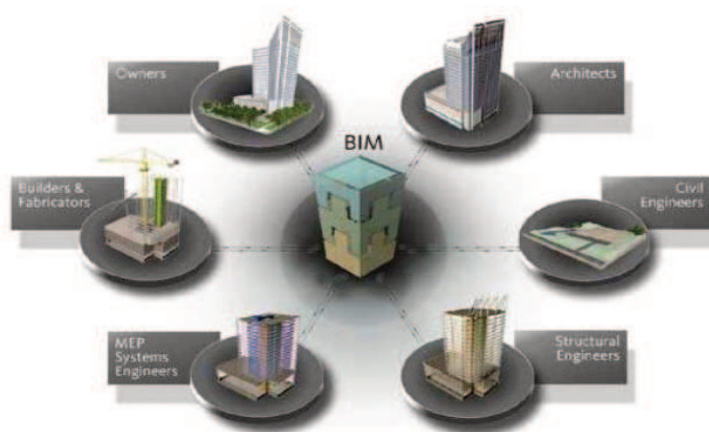
2.2 APLICAÇÃO NA ÁREA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Diante de todos estes apontamentos, é incontestável que, em se tratando da indústria de AEC, a adoção dos sistemas BIM mostra-se como uma importante ferramenta, já que, é capaz de auxiliar na integração dos processos a partir da eliminação de ineficiências e redundâncias, aumentando, assim, a colaboração e comunicação, com o propósito de garantir melhores resultados de produtividade, como bem explica Campbell (2007).

No momento, não há dúvidas de que o BIM permite uma maior integração dos empreendimentos com todos os processos envolvidos na construção, resultando em um maior nível de estrutura, menores custos e menores prazos de execução. (EASTMAN et al., 2008).

A integração possibilitada graças ao BIM na área da Construção Civil pode ser compreendida através da figura 4 abaixo:

Figura 4 - Integração do projeto com a tecnologia BIM



Fonte: ALVES et al., 2012, p. 6.

Nessa perspectiva, conforme salienta Kymmel (2008), o uso de modelos 3D permite também maior interação, já que a compreensão do projeto passa a ser acessível a todos os

envolvidos no mesmo, ou seja, não fica limitada apenas àqueles que conhecem as simbologias e representações de desenho, o que, conseqüentemente, facilita o entendimento do próprio cliente e do usuário final e contribui para formulação de soluções mais alinhadas às suas necessidades.

Vale dizer que, como informa Bazjanac (2004), apesar dos esforços dos fabricantes de softwares e de organizações para promover o uso do BIM nas áreas da construção, a grande maioria dos projetos de edifícios ainda hoje é desenvolvida a partir do método tradicional, com desenhos 2D e documentos de texto.

Ainda segundo este último autor, o setor de projetos geralmente está se mostrando resistente às mudanças em direção a esse novo modelo de informação trazido pelo BIM, sendo que, as causas para esta situação de resistência são diversas, dentre as quais, pode-se citar, o longo processo de aprendizagem, a falta de tempo e recursos financeiros dos escritórios de projeto e a deficiência dos softwares.

Vale ressaltar que, além da ferramenta de desenho, o BIM proporciona ao projeto a oportunidade de desenhar e construir um modelo emoldurado, que permite visualizar o número de medidas, estimar custos, medir e ajustar os materiais utilizados, visualizar e ajustar conforto ambiental e outras características comunicação entre os diversos especialistas envolvidos no processo. (AYRES, 2009).

Portanto, conforme destacado por Souza (2009), o BIM pode ser entendido como um conceito de processo integrado que vincula informações sobre um projeto desde a concepção até a construção, e seu objetivo principal é promover a gestão de todas as etapas da construção.

De acordo com Cardoso et al. (2013, p. 4), BIM pode ser definido como “sistemas de banco de dados, em formato digital, de todos os fatores a serem considerados na concepção do projeto, que permitem a criação de um modelo 3D visual e facilitam a visualização do final de -projeto projeto em estudo ”.

Já segundo Alves et al. (2012):

O termo Building Information Model é utilizado para fazer referência ao conjunto das informações geradas e manipuladas nas diferentes fases da realização de um projeto. Na sua essência, trata-se de um modelo virtual do edifício. Por outro lado, a utilização de Modeling no acrônimo simboliza o processo de geração e manutenção deste modelo. Todas as informações no modelo virtual do edifício podem ser usadas de diversas maneiras: geração da documentação de produção e dados quantitativos, análises de desempenho dos sistemas construtivos, análises de interferências, etc. (p. 4).

Portanto, pode-se dizer que o BIM representa uma lei universal e simplificada para a implementação de projetos, e, embora sua definição não concorde com os alunos, tendo diferentes significados dependendo do contexto em que é utilizado, é importante saber que não é apenas software, programa ou tecnologia, pois não é um ciclo de desempenho.

Acima de tudo, o conceito é baseado em programas de computador, que são programas CAD. Portanto, deve-se destacar que a modelagem de informações construtivas pode conter informações sobre obra, operação, ciclo de vida, processos construtivos e recursos, tudo com o intuito de proporcionar a obra com maior precisão de operação, além da rápida diferenciação do projeto de construção em relacionado. (SOUZA, 2009).

Vale dizer ainda que, trata-se de um processo integrado para todo objeto de informação, de modo que, as alterações feitas em um documento se propagam automaticamente para os demais documentos vinculados ao mesmo projeto, o que permite uma maior agilidade nas modificações.

Em suma, o BIM é mais do que um modelo espacial visualizado, consistindo em um modelo digital de dados que permite a integração de informações para diversos fins, mais conhecido como Modelagem de Informação de Construção ou Modelo Paramétrico de Construção Virtual, conforme definido por Tse e Wong (2005).

Sobre o assunto, destaca-se que:

O processo criativo adjacente à manipulação com utilização dos BIM abrange geometria, relações espaciais, informações geográficas, quantidades e propriedades construtivas de componentes (por exemplo, detalhes dos fabricantes). BIM pode ser utilizado para demonstrar todo o ciclo de vida da construção, incluindo os processos construtivos e fases de instalação. Um projecto realizado em BIM é, a nível de interacção, uma conversação contínua entre todos os protagonistas envolvidos. (ALVES et al., 2012, p. 4).

Portanto, pode-se dizer que, nos sistemas CAD-BIM, os materiais de construção possuem códigos digitais, onde é possível definir e representar os componentes da construção na vida real. Portanto, o BIM assume que quando um arquiteto retrata uma estrutura visual, utilizando ferramentas tridimensionais, todas as informações necessárias para representação da imagem, análise construtiva, quantidade de horas de trabalho e tempos da equipe, já estão no modelo.

Isso inclui a primeira fase do projeto até a sua conclusão, ou o processo de desmontagem ao final de um ciclo de vida útil, de forma que o BIM elimine a "necessidade de criar um modelo representativo dos processos construtivos", enfatizando os nutrientes "(ALVES et al., 2013, p. 4).

E, segundo esses autores, esses elementos são definidos individualmente, dados um significado semântico e posteriormente vinculados a estruturas, de forma que a conexão entre eles seja garantida por um modelo de comunicação entre eles e o modelo de mundo, logicamente arranjado de uma forma especialmente construída e fragmentada estruturada. (ALVES et al., 2013).

Portanto, a construção de um edifício na aplicação BIM é alcançada por uma combinação de materiais de construção de diferentes tamanhos. Nesse sentido, por exemplo, a construção de paredes em BIM permite a especificação de parâmetros geométricos, como tamanho, altura e altura ou, por outro lado, parâmetros relacionados aos materiais da parede, ou localização específica, detalhes térmicos e acústicos, custos associados a materiais de construção, em suma, itens que permitem a qualquer usuário do projeto usar e apresentar recursos a seu critério.

Em suma, pode-se dizer que as várias fases da construção tradicional, ao nível da vertente construtiva, da concepção do projecto, da sua tradução em obra, da documentação de construção e da sua gestão. Com o uso de ferramentas BIM, essas seções podem ser integradas e simplificadas, separando tempo e custo em diferentes etapas do projeto.

Isso significa que, na prática, a introdução de ferramentas BIM possibilita a melhoria da agilidade do trabalho, pois diminui o tempo gasto no processo de documentação, para utilizá-lo no processo de construção do projeto. Nesse processo, muitas habilidades construtivas podem ser contempladas pelo BIM, de forma que as aplicações atuais possibilitem a construção de maquetes de edifícios, estruturas e redes, etc.

Nesse sentido, Alves et al. (2012, p. 5) aponta que alguns aplicativos, como o Autodesk Revit, incluem “separação entre diferentes módulos do programa. No entanto, este tipo de sistema é projetado para acomodar diferentes tipos para obter informações centralizadas”. Isso permite, segundo os autores, “uma série de projetos com o objetivo de encontrar erros”.

Assim, a coerência adequada é semelhante a todos os desenvolvimentos introduzidos pelo BIM, o que também permite as chamadas "interações interdisciplinares, incluindo maior capacidade de encontrar erros e omissões, de gerar ideias e detalhes complexos e de produzir valor global" (ALVES et al., 2012, página 5).

Pode-se dizer que a utilização do BIM é visto como um método que funciona muito bem se comparado a outras estratégias existentes na resolução de problemas considerados ruins na construção. Conforme mostrado por Eastman et al. (2014), o modelo pode ser considerado uma imitação inteligente de construção.

Vale ressaltar que, do ponto de vista deste estudo, o BIM precisa ser digital, 3D (espacial), balanceado, completo, ou seja, deve olhar e integrar e comunicar a finalidade da construção,

construção, construção, incluindo sequências e métodos e métodos de financiamento. Além disso, ele precisa estar disponível para toda a equipe de desenvolvimento e proprietário por meio de uma interface colaborativa e precisa. (EASTMAN et al., 2014).

Com relação as suas características, vale dar especial destaque para a Interoperabilidade. Levando em consideração que, um dos problemas mais comuns no processo de desenvolvimento do produto da construção trata-se justamente dos impasses comunicativos entre todos os agentes associados à realização do mesmo, inevitavelmente, são vários tipos de informação, em diversos formatos, que precisam ser trocados entre os intervenientes.

Este fator requer o desenvolvimento da chamada interoperabilidade, que atua para a troca e interação de informações entre sistemas, “que seja compreendida e assimilada pelos diferentes programas disponíveis no mercado da construção civil”, como bem define Alves et al. (2012, p. 6).

Conforme cita o estudo destes autores:

A capacidade de trocar dados entre sistemas representa um dos factores que mais contribui para a falta de produtividade e para o não cumprimento dos planos de trabalhos e dos orçamentos, com os custos de (não) interoperabilidade a poderem atingir valores superiores aos 15 mil milhões de dólares anuais. (p. 7).

Cardoso et al. (2013) explica que a palavra interoperabilidade significa a capacidade de comunicação de um sistema com outro igual ou diferente, sendo que, no contexto dos softwares, o termo é geralmente utilizado para descrever a capacidade de diferentes programas trocarem informações e ou dados através de computadores.

Em outras palavras, a interoperabilidade garante a partilha de informação entre os diferentes colaboradores num mesmo projeto, em detrimento das diferenças nos formatos, nos protocolos, nas rotinas e na linguagem de programação, de maneira que, permite “o acesso a uma metodologia colaborativa avançada, materializada na centralização e compatibilização de todas as especialidades num só modelo”. (CARDOSO et al., 2013, p. 16).

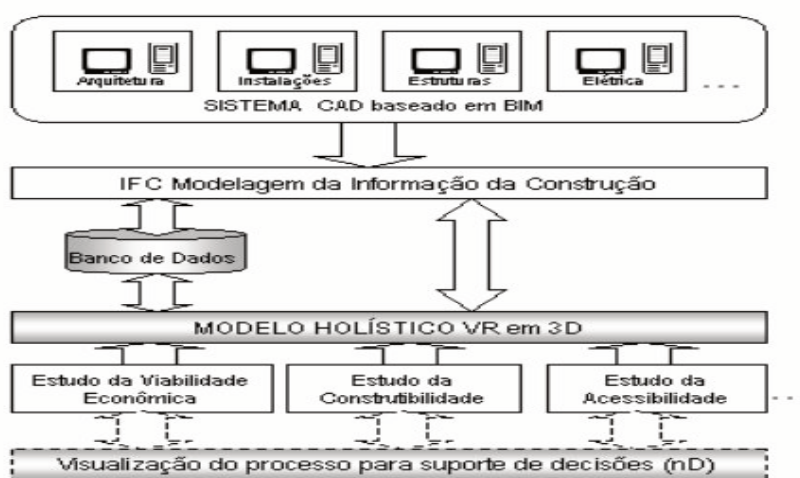
Portanto, o BIM também parece apontar para uma solução para integrar dados de construção em um modelo visual tridimensional, o que explica porque tantos especialistas o entendem como uma nova fase na arquitetura de edifícios que surge como um novo parâmetro de referência.

Desenvolvimentos recentes em plataformas CAD contribuíram para grandes desenvolvimentos em projetos de construção de comunidades. Nesse sentido, Jacoski (2003) aponta que esforços têm sido feitos pela International Alliance for Interoperability (IAI), uma

organização de pesquisa americana, para integrar informações gráficas e textuais, por meio de uma plataforma de disseminação de dados que fornece definições de conceitos estruturais e abstratos para oferecer suporte a sistemas de modelos baseados em dados.

Sobre o assunto, Jacoski (2003) ressalta que o modelo IAI representa um conjunto chamado de Industry Foundation Classes (IFC), cujos arquivos utilizam a linguagem padronizada XML (Extended Markup Language), com o propósito central de descrever, armazenar, recuperar e transmitir informações na Web. A Figura 5, a seguir, ilustra como se dá esta dinâmica:

Figura 5 - Dinâmica da Interoperabilidade



Fonte: Fu, 2006.

Nessa perspectiva, pode-se mencionar alguns exemplos de ferramentas disponíveis no mercado. Segundo a lição de Cardoso et al. (2013), os softwares BIM mais populares atualmente são o Autodesk Revit, o ArchiCAD (Graphisoft), Bentley Architecture (Bentley) e o Autodesk Naviswork, sendo todos estes programas comerciais. Ainda conforme apontam estes autores:

Deve-se dar destaque ao Revit pois este é um dos poucos BIM cujos ficheiros é possível partilhar entre vários utilizadores, ou seja, é compatível com o modelo IFC, permitindo a interoperabilidade. No entanto existem ferramentas livres, tais como o Blender 3D e o VisualPV3D, que possuem muitas vantagens como serem gratuitas e serem mais “leves” (ocupar pouco espaço no disco rígido). (p. 12).

Portanto, em primeiro lugar, existe o programa AutodeskRevit, que é um software projetado especificamente para Building Information Modeling (BIM), e projetado para

arquitetos e engenheiros, para ajudar arquitetos a fazerem profissionalmente seu trabalho de qualidade, para eles.

A Figura 6 abaixo mostra um exemplo de um modelo feito com Autodesk Revit.

Figura 6 – Autodesk Revit



Fonte: Alves et al., 2012.

Na visão de Alves et al. (2012, p. 12), a ferramenta permite:

aos utilizadores projetar um edifício e os seus componentes em 3D, anotar o modelo com elementos em duas dimensões e a elaboração e o acesso a informações de construção a partir do banco de dados de modelos de construção. Revit é um software capaz de usar o 4D BIM e permite, assim, usar ferramentas para planejar e acompanhar as várias fases do ciclo de vida do edifício, desde a concepção à sua respectiva construção e, mais tarde, a demolição.

De referir, relativamente a este programa, que as suas várias funcionalidades disponibilizam ferramentas de desenho arquitectónico que “auxiliam na captação e análise de conceitos, mantendo a consistência intelectual, estrutural e do papel”.

Além disso, possui algumas das ferramentas dos engenheiros de construção “que ajudam a projetar e construir edifícios bem construídos”, bem como “ferramentas de modelagem poderosas que ajudam os arquitetos a prever e comunicar a viabilidade do projeto”. (ALVES et al., 2012, p. 12).

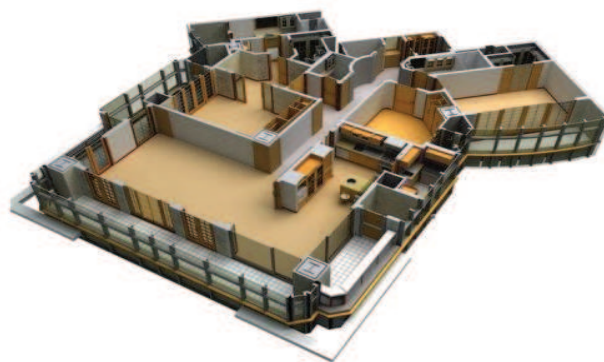
O segundo software a ser destacado é o ArchiCad, que de acordo com um estudo de Cardoso et al (2013, p. 13) “é um programa de construção BIM CAD que oferece a oportunidade de integrar características arquitetônicas e de engenharia em todo o processo de design de interiores, edifícios , áreas urbanas, etc.”

Vale ressaltar que este software, originalmente de propriedade da Apple Macintosh, é conhecido como o primeiro CAD a permitir a criação de desenhos 2D e geometria paramétrica 3D. Alves et al. (2012, p. 13) mostram que ArchiCad oferece uma variedade de ferramentas,

possivelmente "selecionando, reparando e produzindo uma grande variedade de materiais de construção como paredes, cadeiras, portas, janelas, tetos, placas", fornecendo todas as ferramentas necessárias para construir edifícios de concreto.

Os autores apontam ainda “o grande potencial do sistema de fabricação e transformação de objetos de diversos tamanhos, conseguindo não só mudar de linhas, mas também transformar e produzir desenhos de edifícios e maquetes de edifícios”. (ALVES et al., 2012, p. 13). A figura 7 abaixo ilustra um exemplo de edifício virtual feito através do ArchiCad:

Figura 7 - ArchiCad



Fonte: Alves et al., 2012.

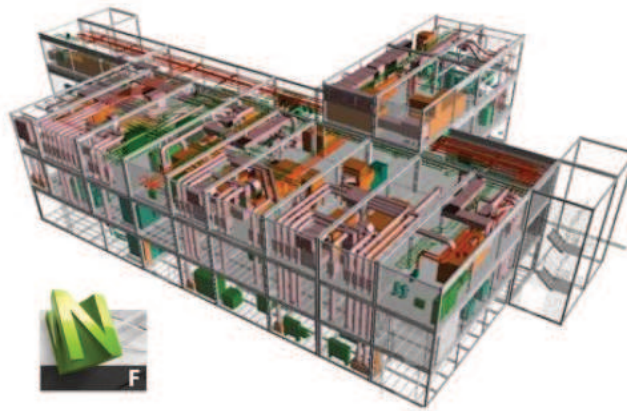
Por fim, vale destacar o Autodesk Navisworks, que é um software que presta um auxílio importante na arquitetura, na engenharia e na construção profissional, principalmente no que tange ao controle dos resultados de cada projeto, tendo em vista sua capacidade de integrar, compartilhar e prever modelos gravados em diversos formatos com todos os detalhes do projeto, focando-se mais na gestão e simulação da obra.

Sobre o assunto, não é exaustivo trazer o apontamento acertado de Alves et al. (2012, p. 11) no sentido de que o Autodesk Naviswork tem um conjunto completo de ferramentas de integração, análise e comunicação que ajudam as equipes a coordenar melhor as instruções, resolver conflitos e construir planos antes da construção ou renovação.

Os recursos de análise de produto do Autodesk® Navisworks® em arquitetura permitem montar, replicar, construir e analisar todo o projeto para que você possa gerenciar projetos de construção.

Este software destaca-se pelo BIM para a construção e infraestrutura de projetos baseados em modelo 3D para plantas processadas e poderosas. A figura 8 ilustra este uso:

Figura 8 - Autodesk Naviswork



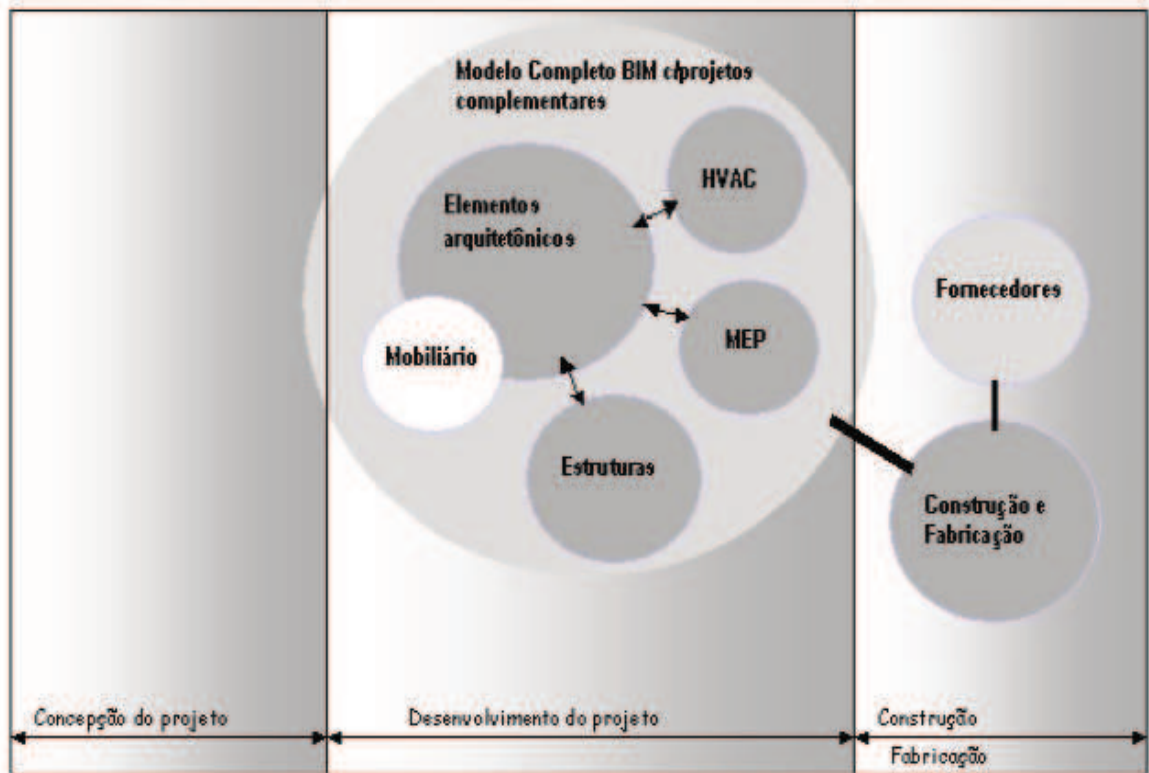
Fonte: Alves et al., 2012.

2.3 PERSPECTIVAS E DESAFIOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

Compreendidos todos os aspectos históricos, conceituais e caracterizadores da tecnologia BIM, pode-se, então, chegar ao apontamento de seus benefícios, sua importância no contexto da Construção Civil e sobre as perspectivas de utilização e consolidação das suas ferramentas e, assim, importa falar de seus desafios na atualidade.

A figura 9 ilustra o modelo completo com a implementação dos projetos:

Figura 9 - Modelo integrado de BIM



Fonte: Ibrahim; Krawczyk, 2004.

Portanto, pode-se argumentar que a principal vantagem da utilização do modelo BIM vem de poder compartilhar um único modelo digital integrado e consistente, capaz de suportar todos os aspectos do ciclo da obra, utilizando dois elementos, que merecem destaque.

O primeiro é o aspecto da Parceria, pois as necessidades do mercado competitivo somadas ao surgimento crescente de produtos levam ao uso de ferramentas computacionais e tecnológicas compatíveis, por, atualmente, acreditar que Modelagem de Informação de Modelos é muito importante para integração de processos e gestão da informação. (TAVARES JUNIOR, 2001).

Dessa maneira, uma das principais vantagens da utilização dos modelos BIM está na coordenação das informações que é assegurada através de um repositório de informações padronizadas de desenhos da construção, as quais contém dados já embutidos que vão sendo acrescentados no decorrer do processo pelos diversos envolvidos no desenvolvimento do produto da construção, o que, por sua vez, garante a qualidade e a integridade do modelo.

Outro fator de evidencia a importância da implementação do modelo BIM é a simulação, que é definida por Flório (2005, p. 9) como a “experiência ou ensaio realizado com o auxílio

de um modelo digital”. Significa dizer que, por meio da simulação, torna-se possível obter uma visão sistêmica do projeto.

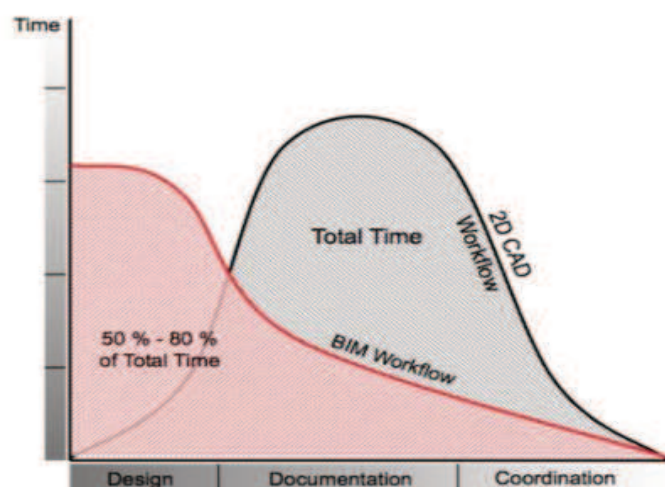
Conforme explica Tavares Junior (2001), esta abordagem possibilita a compreensão da totalidade e, ao mesmo tempo, das partes inter-relacionadas e interdependentes que interagem no projeto de construção.

Ainda sobre o assunto das vantagens da tecnologia BIM, destaca-se que, a General Services Administration (GSA) dos Estados Unidos, através do seu Serviço Público da Construção (PBS), já exige o uso dos sistemas BIM, apontando os seguintes benefícios de sua implantação:

- Visualizações 3D permitem aos clientes verem a preservação histórica e o contexto local com respeito para novos projetos;
- Permitem através da coordenação 3D reduzir erros e omissões;
- Modelos 4D permitem aos clientes visualizar e otimizar fases do projeto e seqüência da construção;
- Permitem a GSA calcular automaticamente dados de espaço relevantes (como área de rede e raio de eficiência);
- Durante fase de estudo preliminar e concepção final do projeto, a GSA pode avaliar os requisitos do programa espacial mais exatamente e rapidamente que o método tradicional em 2D;
- Permitem equipes de projeto conduzir com mais eficiência, exatidão e segurança as simulações de energia para prever o desempenho da construção durante as facilidades de operações.

Além disso, é certo que a adoção da tecnologia BIM significa mais tempo gastado no desenvolvimento e planejamento do projeto, conforme mostrado na Figura 10, o que, por sua vez, sem dúvida reduz o número de decisões que serão tomadas com urgência e conseqüentemente desenvolvimentos inesperados em o local de trabalho.

Figura 10 - Tempo gasto no projeto com e sem BIM



Fonte: Graphisoft, 2014.

Não há dúvida de que a tecnologia BIM facilita a interoperabilidade entre as diferentes fases do projeto, pois a utilização de um único modelo 3D permite a operação simultânea de diferentes tecnologias, com diferenças fundamentais entre a engenharia simultânea (onde todos os projetistas trabalham e mantêm os projetos simultaneamente) e a engenharia sequencial (onde cada designer desenvolve seu próprio projeto e o submete ao próximo designer) que no primeiro caso, mais atenção é dada às fases de construção, construção e desenvolvimento do projeto, reduzindo a revisão, o redesenho e, conseqüentemente, a duração do projeto. Dessa forma, você pode gerenciar melhor as mudanças e tomar decisões antes que vários projetos atinjam estágios avançados.

É importante destacar, no entanto, que acompanhar e compreender todos esses desenvolvimentos tem sido um desafio para os profissionais que utilizam esses sistemas. Nesse sentido, deve-se destacar que o modelo BIM possui recursos para comunicação de informações entre os funcionários que atuam na rede extranet, porém, exige adequação nas regras de acesso aos dados e medição para evitar conflitos de comunicação.

Conforme Fu et al. (2006), para que a integração do modelo BIM seja eficiente é necessário que a modelagem seja feita com entradas dos componentes básicos da construção (paredes, coberturas, etc.), e seus elementos mais detalhados (portas, janelas, etc.), descritos de acordo com a metodologia de construção e dimensionados de forma exata ao edifício real.

Segundo a lição de Tse e Wong (2005, p. 11), os principais desafios para a consolidação das tecnologias BIM no campo da AEC são:

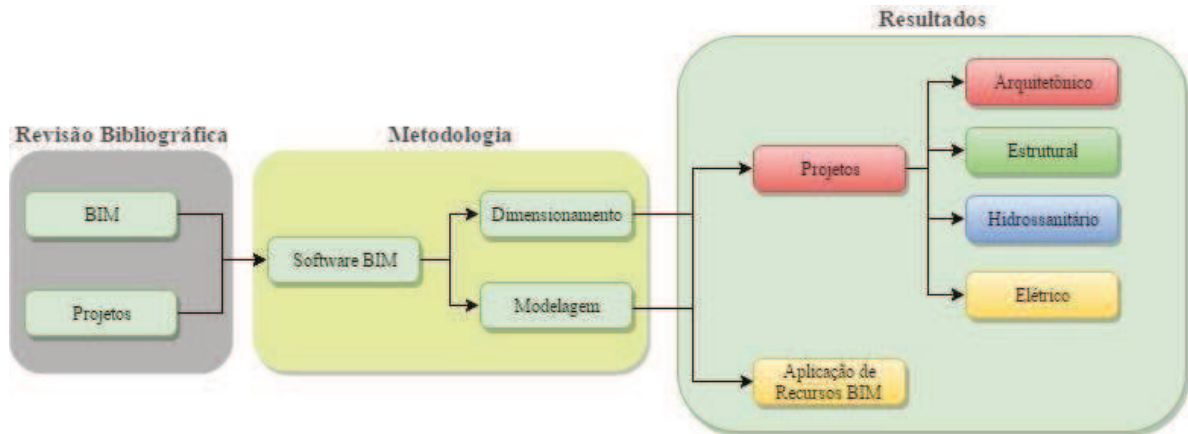
- Mudança na prática arquitetônica, com a utilização adequada ao potencial da ferramenta;
- Dificuldade de adequação de objetos ao projeto;
- Poucas possibilidades de customização dos objetos;
- Complexidade da ferramenta consumindo tempo para modelagem;
- Falta de treinamento e apoio técnico;
- Custos extras para adquirir módulos complementares;
- Indisponibilidade para avaliação do software de forma gratuita.

3 METODOLOGIA

3.1 ETAPAS DE TRABALHO

A primeira fase deste trabalho consistiu na realização de uma revisão bibliográfica sobre o tema. Aprofundou-se no conhecimento em BIM e em projetos para permitir que o autor obtenha as bases necessárias para o desenvolvimento deste trabalho. A partir disso, começamos a escolher *o software disponível* no mercado que melhor se adequa a esse contexto, realizando treinamentos sobre seu uso correto. Com *uma área satisfatória* no software aceito, começou a modelagem dos projetos, com a estrutura. Os projetos arquitetônicos e de instalação foram realizados sequencialmente de acordo com os critérios dimensionais estabelecidos na norma, que posteriormente serão apresentados neste capítulo. Durante todo o desenvolvimento dos projetos, foram aplicadas ferramentas BIM e, finalmente, alguns recursos adicionais foram fornecidos para demonstrar as capacidades *do software* do bim. A Figura 11 mostra a sequência de etapas de trabalho.

Figura 11 - Etapas de trabalho

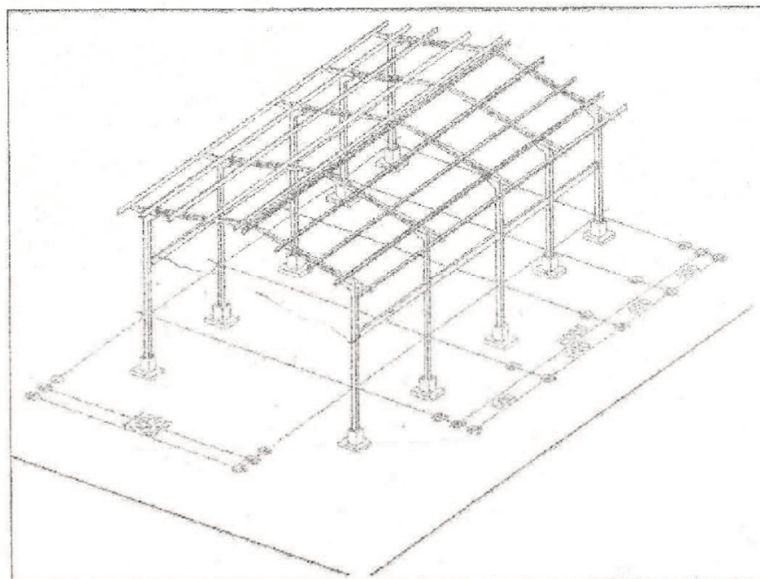


Fonte: Autor (2023)

3.2 SOBRE A EMPRESA

O objeto do estudo para a aplicação dos conceitos da metodologia BIM é um galpão industrial em uma estrutura pré-fabricada. O fato de ser uma pequena empresa permite que você se aprofunde com sucesso em diversas disciplinas e ferramentas, fazendo melhor uso dos diversos recursos fornecidos pelo BIM. O autor já possuía um desenho construtivo do celeiro em formato impresso, como pode ser visto na Figura 12, que, além de ilustrar o modelo, contém as dimensões, a proporção de elementos e suas dimensões. O projeto foi desenvolvido por uma empresa especializada.

Figura 12 - Projeto da estrutura digitalizada



Fonte: Autor (2023)

O galpão de 240 m² será construído em terreno em um condomínio industrial na cidade de Biguaçu/Reino Unido. A estrutura de concreto pré-moldada já foi fabricada e entregue. A topografia do local é plana, e para fins didáticos não se enquadrará no escopo deste estudo projetos relacionados à infraestrutura do terreno, como ruas, muros, drenagem, entre outras coisas, focando o estudo apenas no próprio celeiro.

Em suas instalações, o celeiro terá uma área administrativa com espaço para escritórios, recepção e banheiros. Além disso, contará com uma área industrial com vestiários e banheiros para mulheres e homens, além de um espaço para a instalação de equipamentos industriais. Galpão terá o fechamento de suas paredes em alvenaria com blocos cerâmicos, revestimento de argamassa e acabamento cerâmico para áreas molhadas e pintura comum para outros. Terá um revestimento de tinta para o piso da área industrial e um piso cerâmico para outros ambientes. Suas esquadrias serão feitas de alumínio ou madeira, e o revestimento será feito de PVC.

Os projetos a serem desenvolvidos cumprem as diretrizes e exigências que um armazém industrial deve cumprir de acordo com o Código de Obras Biguaçu/Reino Unido (BIGUAÇU, Lei nº 356/83, de 1983). Além disso, os projetos atenderão aos critérios para determinar o tamanho das normas e leis vigentes no Brasil.

3.3 SOFTWARE UTILIZADO

3.3.1 REVIT AUTODESK

Revit é um software de plataforma BIM desenvolvido pela Autodesk, focado em arquitetura e design, com diversos recursos e ferramentas. A *Revit* está dividida em: *Arquitetura Revit*, para projeto arquitetônico, *Estrutura Revit*, para projetos estruturais, e *Revit MEP*, para sistemas elétricos, hidráulicos e mecânicos. As três divisões da *Revit* têm sido utilizadas neste trabalho, e suas ferramentas e limitações serão apresentadas ao longo da metodologia e desenvolvimento de cada projeto. Além dos recursos de *Revit*, dois *plugins* foram adicionados: *BIMobject*, uma grande biblioteca gratuita de famílias e objetos BIM, e *MEP hidráulico*, para o carregamento familiar de objetos hidrossanitários, que em sua versão gratuita não fornece muitas funções.

A escolha da *Revit* para preparar este trabalho deveu-se principalmente aos seguintes fatores: familiaridade prévia com alguns recursos, *disponibilidade de software* para a comunidade acadêmica, quantidade de material disponível para estudo e uso de ferramentas de colaboração Autodesk. Existem várias outras *opções de software* no mercado, como

mencionado acima, *mas a Revit* é a que melhor se adequa aos requisitos para preparar este trabalho.

3.3.2 AUTODESK A360

Autodesk A360 é uma plataforma de troca de dados em nuvem online desenvolvida pela própria Autodesk. Além de compartilhar um grande número de formatos de arquivo, você pode visualizar qualquer projeto sem *ter que instalar software* em seu computador, smartphone ou tablet. O A360 faz projetos muito rápido e também é uma ótima ferramenta gráfica. A partir da Revit, você pode *atualizar* seu modelo de nuvem, que está disponível instantaneamente para qualquer pessoa que tenha acesso ao projeto.

Utilizando a mesma plataforma, *há uma equipe Autodesk BIM 360* para colaborar entre projetos e profissionais. Além das características do A360, é possível adicionar chats, comentários, links para agentes e outras ferramentas que permitam a integração, colaboração e coordenação do modelo, todos online, com amplo acesso aos profissionais envolvidos. Os modelos podem ser distribuídos externamente para qualquer um ver, tornando-os um ótimo recurso para apresentação aos clientes. Para elaborar este trabalho, utilizou-se a equipe do Autodesk BIM 360, articulando projetos de instalações arquitetônicas, estruturais, hidráulicas e elétricas na nuvem. A escolha de utilizar essa plataforma foi feita na tentativa de aproximar o desenvolvimento desse trabalho de uma situação real de projeto em que diferentes escritórios e especialistas que trabalham juntos geralmente trabalham e, portanto, os conceitos de colaboração e interoperabilidade podem ser aplicados.

3.4 SIMULAÇÃO

3.4.1 ESTRUTURAL

O projeto estrutural foi pré-projetado e fabricado por uma empresa especializada em elementos de concreto pré-fabricados. Para a realização deste trabalho, obteve-se uma cópia impressa do projeto, indicando os tipos e quantidades de elementos e sua localização, que é mostrada na Figura 12. A Tabela 1 mostra a relação entre elementos concretos pré-moldados. O software de estrutura Revit foi utilizado para modelar peças de concreto pré-fabricadas, que contém algumas famílias comuns de elementos estruturais pré-fabricados e recursos para o desenvolvimento de objetos paramétricos. Inicialmente, tentamos *utilizar o software de estruturas Tekla*, que tem maior profundidade na disciplina de estruturas, já que a falta de familiaridade do autor *com o software*, a grande complexidade e as dificuldades na exportação e importação de modelos IFC para a *Revit* tornaram o software Autodesk mais rentável para o cenário deste trabalho.

Tabela 1 - Proporção de elementos concretos pré-moldados

		Descrição da unidade de medição
10	Estado	Sapatos pré-fabricados
10	Estado	Polos de pórtico sólido com uma cabeça 23x23
10	Estado	Armas de cobertura Go 12 metros c/ Meio-fio
220	MI	Terça-feira de concreto
8	Estado	Vigas intermediárias 12 x 35

Fonte: Autor (2023)

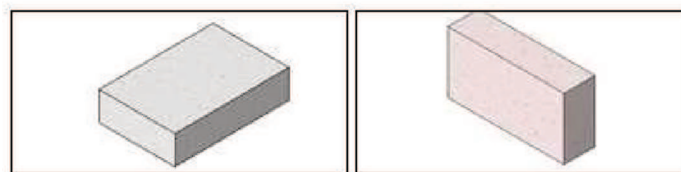
As únicas bibliotecas de objetos pré-fabricados específicos encontrados foram as presentes no próprio software BIM, que continham elementos comuns. Nenhuma biblioteca desenvolvida por fabricantes de design foi encontrada. Portanto, os detalhes do design foram modelados a partir dos elementos comuns *presentes* na estrutura do Revit. Como o design não especifica o formato e as dimensões de todas as peças, foi feita uma visita ao local onde estão localizadas para obter suas medidas exatas e formas. A figura 13 mostra alguns fragmentos. Decidimos usar elementos de software como base para modelagem, pois era possível usar parâmetros e regras já estabelecidos, editando apenas sua geometria. As famílias retangulares de sapatos e vigas são mostradas na Figura 14, que também mostra alguns dos parâmetros da família da bota retangular. A Figura 15 mostra uma família de pilares estruturais de concreto pré-moldado com cabos utilizados como base para os pilares do projeto, mostrando o plano de piso, altura e visão 3D, a posição da córsega, entre outras coisas, que podem ser editadas. Ao editar uma família, você pode definir e alterar parâmetros, impor regras, restrições geométricas, pontos de conexão, materiais e assim por diante. Esta informação é diferente de um objeto paramétrico de um sólido 3D.

Figura 13 - Elementos pré-moldados



Fonte: Autor (2023)

Figura 14 - Famílias de sapatos e vigas



Tipos de famílias

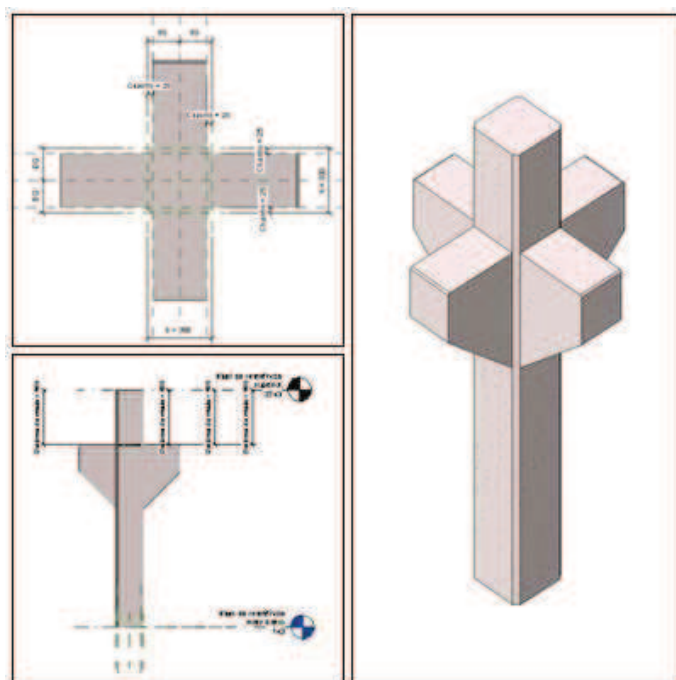
Digite o nome: Sapata de Fundação

Parâmetros de pesquisa

Parâmetro	Valor	Fórmula	Bloquear
Materiais e acabamentos			
Material estrutural (padrão)	Concreto, Moldado no loc	=	
Cotas			
Espessura da fundação	450,0	=	<input type="checkbox"/>
Largura	1200,0	=	<input type="checkbox"/>
Comprimento	1800,0	=	<input type="checkbox"/>
Dados de identidade			
Código de montagem		=	
Tipo de imagem		=	
Nota-chave		=	
Modelo		=	
Fabricante		=	
Comentários de tipos		=	
URL		=	
Descrição		=	

Fonte: Autor (2023)

Figura 15 - Família de pilares



Fonte: Autor (2023)

Após a modelagem de todas as peças, o aluguel e fusão das peças foram feitos conforme especificado no projeto. Primeiro, os níveis do piso são definidos, onde cada elemento está associado ao piso/nível, pois quando a dimensão do nível muda, o elemento também se move. Uma vez definidos os níveis, os eixos do projeto são destacados e os sapatos e esquadrias são inseridos nos eixos. A partir da localização dos pilares, o resto dos elementos que compõem a estrutura foram conectados. Uma laje de fundação também foi incluída para servir de base para outros projetos. Nenhum dado do solo foi coletado, mas em uma situação do mundo real, essa análise é necessária. *O software* possui as características da análise estrutural, com situações de carga e detalhes do vergalhão, mas sendo uma estrutura pré-fabricada definida e previamente projetada, este estudo também não fazia parte do escopo do trabalho.

3.4.2 ARQUITETÔNICO

Após o lançamento da estrutura do galpão, começou a modelagem do projeto arquitetônico, consistindo no estudo de paredes, pisos, quadros, tetos, tetos, cobertura, definição de ambientes e áreas usando *software* de arquitetura Revit. Primeiro, foram editadas famílias de elementos e materiais, e objetos como portas e janelas foram importados.

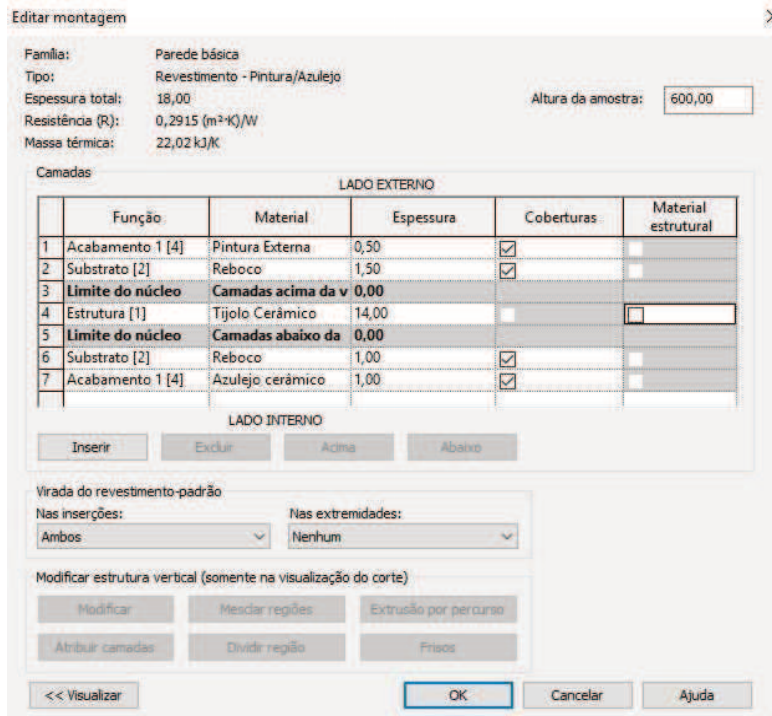
o Paredes:

As famílias de parede já estão carregadas com *software* que permite ao usuário duplicar e editar seus parâmetros. Pode determinar sua estrutura, suas camadas e materiais, dados de

identificação, bem como propriedades analíticas relacionadas à térmica e luminosidade com a homoporação. O estudo deste trabalho terá como objetivo determinar a estrutura das paredes.

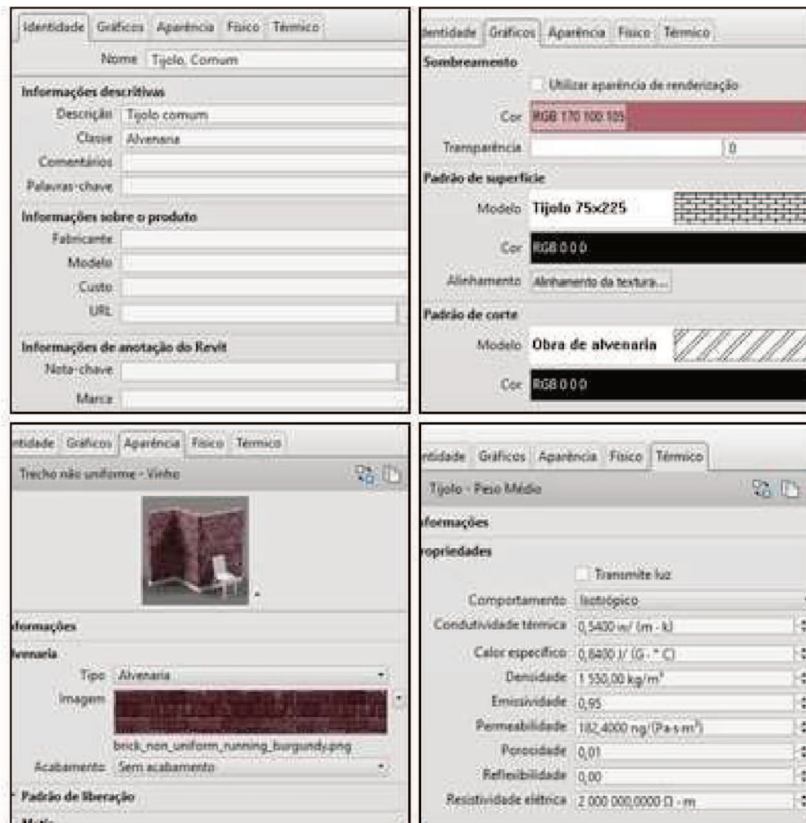
Para elaborar este projeto, optou-se por utilizar tijolos cerâmicos com dimensões de 14x19x39 cm para todas as paredes, revestimento de argamassa e acabamento com tinta ou azulejos. Ao mesmo tempo, foi possível determinar a espessura final das paredes em 18 cm. Os tipos de paredes foram criados de acordo com o acabamento final de suas fachadas, levando em conta o sistema de telhas ou tinta, determinando a estrutura e espessura de cada camada. É muito importante que o método de construção e revestimento aceito já seja plenamente conhecido nesta fase, pois dessa forma é possível determinar a estrutura das paredes de forma mais consistente, o que também leva a um estudo quantitativo mais calibrado. A Figura 16 mostra a definição de camadas de parede. Você pode editar a diversão, o material e a espessura de cada camada. Quantas camadas você precisa podem ser inseridas, dependendo dos detalhes e precisão esperados pelo designer. Você também pode editar definições dos materiais que compõem as camadas da parede, como seu método de imagem, representação em seções, comportamento físico, térmico, entre outras opções. Cada elemento do projeto está associado a um certo tipo de material, do qual seu material quantitativo pode ser posteriormente extraído. A Figura 17 ilustra algumas das definições de material de tijolos cerâmicos.

Figura 16 - Camadas de parede



Fonte: Autor (2023)

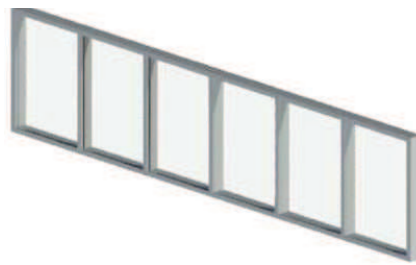
Figura 17 - Parâmetros materiais



Fonte: Autor (2023)

Além das paredes convencionais, há também as chamadas paredes articuladas, que consistem em elevadores e perfis para modelagem de fachadas de vidro, onde você pode editar intervalos, tipos de perfis, espessuras e outros. A figura 18 ilustra esta família.

Figura 18 - Parede articulada painel

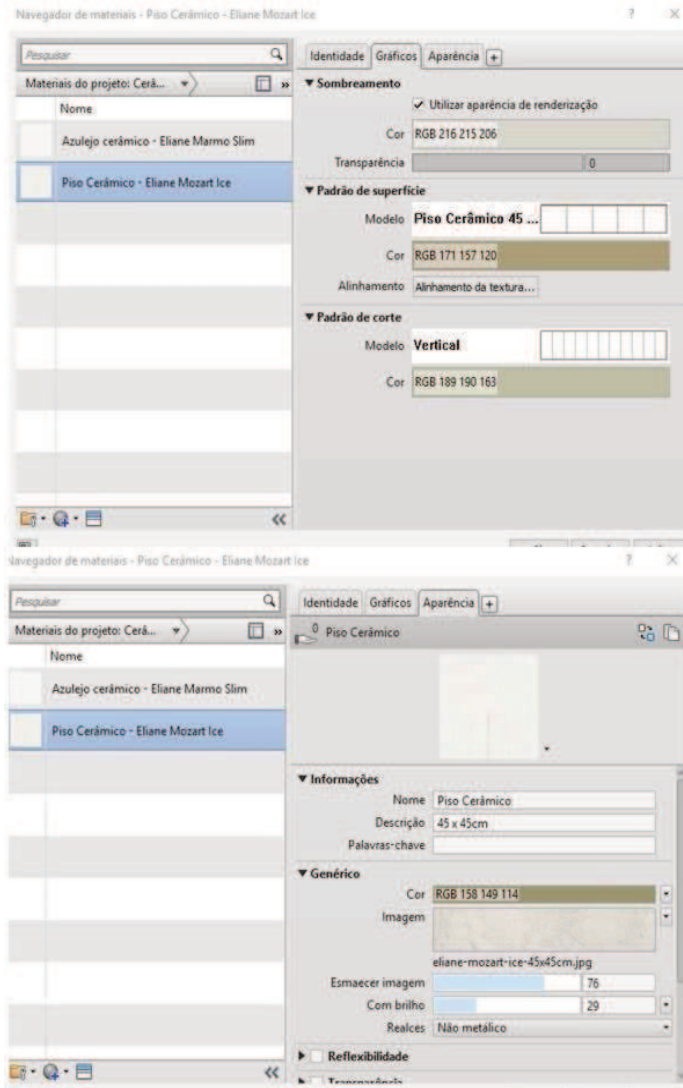


Fonte: Autor (2023)

o Flats:

Famílias de pisos trabalham da mesma forma que paredes, onde a estrutura do piso, suas camadas e materiais são determinados. Para a área industrial, foi criado um padrão de piso cerâmico e outro com revestimento e acabamento de pintura. Para pisos cerâmicos, é possível criar padrões superficiais que representam o tamanho dos pisos e seu revestimento. Através do catálogo do fabricante, o revestimento foi escolhido para seu uso, suas dimensões e aparência. O material para pisos cerâmicos foi criado e personalizado de acordo com suas especificações. Após a fixação do material na camada do piso, foi realizada uma paginação. Além disso, você pode ver a aparência do piso no design da imagem recebida do fabricante. Essas mesmas configurações também podem ser criadas para telhas ou qualquer tipo de material. Desenho 19 e Figura 20 ilustram essas características.

Figura 19 - Material de revestimento cerâmico



Fonte: Autor (2023)

Figura 20 - Piso cerâmico

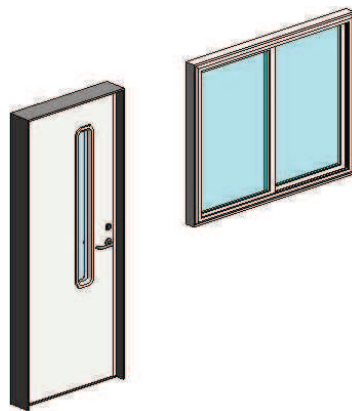


Fonte: Autor (2023)

o Tabelas:

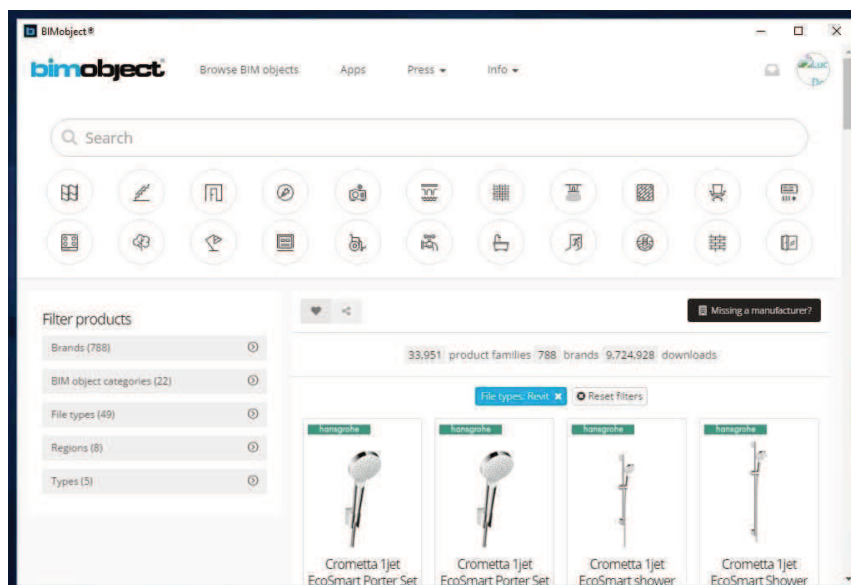
As portas e janelas foram importadas para o projeto através do *plugin BIMobject*, uma extensa biblioteca de famílias e objetos livres apresentados na Figura 22. Através de um catálogo com mais de 900 fabricantes, foram selecionadas as famílias de portas e janelas, como mostra a Figura 21. Por serem objetos paramétricos, você pode ajustar as dimensões e características dos elementos personalizando-os para se adequar ao seu projeto. A colocação de portas e janelas ocorre apenas em famílias de paredes, e ajustes como a altura do peitoril da janela são facilmente ajustáveis.

Figura 21 - Famílias de portas e janelas



Fonte: Autor (2023)

Figura 22 - Bimobject interface



Fonte: Autor (2023)

o Termina:

As famílias de revestimentos funcionam de forma semelhante ao piso, com estrutura em camadas e capacidade de paginação, como é o caso dos revestimentos EPS utilizados neste projeto. *A família de revestimentos foi importada do bi-objeto.* As ferramentas para colocar o revestimento permitem reconhecer o ambiente e dessumnar automaticamente a área do revestimento.

o Telhado:

Com a ajuda da ferramenta "Telhado", foram determinadas as encostas, demarcação e quantidade de água no telhado. Esta ferramenta gera a estrutura geral do telhado, com suas superfícies, espessuras e estrutura semelhantes aos elementos já apresentados. Para uma representação mais precisa da realidade, é possível simular na terça-feira telhas, telhas, entre outras peças, dependendo do sistema de construção, utilizando superfícies do telhado para posicionar essas partes. No caso deste celeiro, as terças-feiras já foram previstas no projeto estrutural, uma vez que apenas a colocação de telhas é necessária. Para este projeto, foram escolhidas telhas de cimento de fibra, colocadas em concreto às terças-feiras. A família de telhas de cimento de fibra foi encontrada na internet, e seu autor é desconhecido. Esta família é ajustável de acordo com as dimensões do telhado e pode ser vista na Figura 23. Uma família de metal rufos também foi criada para terminar a capa.

Figura 23 - Detalhe de telhas de cimento de fibra



Fonte: Autor (2023)

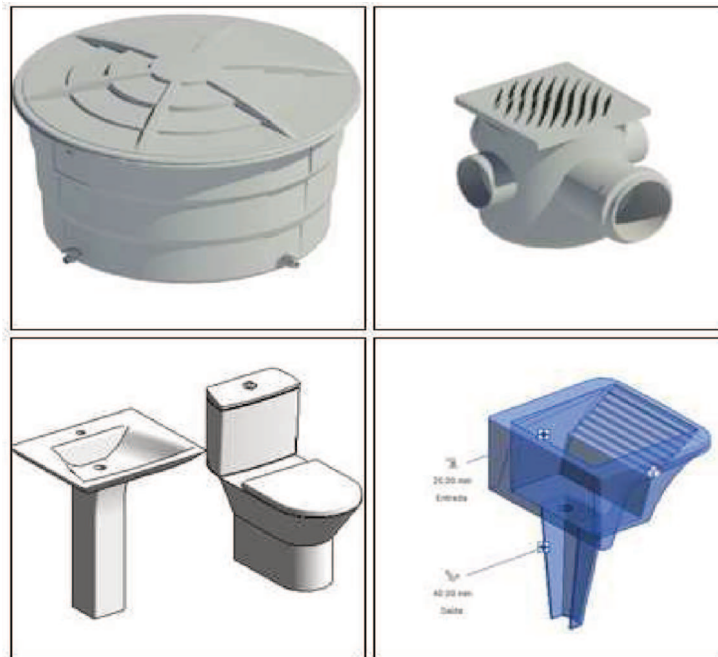
Quando as famílias já são modeladas e os objetos são definidos, a inserção dos itens do projeto já começou. Começando com paredes, pisos, quadrados, tetos, até chegar aos elementos móveis, eles são obtidos através *da biblioteca BIMobject.*

3.4.3 HIDROSSANITÁRIO

Para o projeto hidrossanitário deste galpão, que inclui o projeto de instalações de água fria e esgoto, o *software Revit MEP* foi utilizado juntamente com um plug-in hidráulico MEP e um *modelo* fornecido pela Tigre, fabricante de tubos e acessórios. Um *modelo* é um arquivo de modelo que contém vários parâmetros predefinidos, como famílias, tabelas, materiais, visualizações e muito mais, que servem de base para a execução de um *projeto*. ele pode ser adquirido gratuitamente, e já contém todas as configurações e conexões da linha Tigre, bem como várias famílias de conectores, equipamentos hidráulicos e encaixes de tubulação. A *MEP Hidráulica* complementa o *modelo* por ter uma extensa biblioteca de famílias de componentes hidráulicos de fabricantes como Tigre, Docol, Celite, Incepa e Lorenzetti. Na versão utilizada, disponível gratuitamente, o *plugin* não oferece as ferramentas de cálculo e escalação mais avançadas presentes na versão paga.

Primeiro, foram inseridos equipamentos hidráulicos como bacias hidrográficas, piscinas sanitárias, chuveiros, reservatórios, caixas d'água e caixas bombeáveis. Algumas das famílias em uso podem ser vistas na Figura 24. Em cada instalação, os conectores de entrada e saída de água e seus respectivos diâmetros já estão corretamente localizados. Isso foi seguido por um design de tubulação que respeitava os diâmetros dos conectores, mas sem se preocupar com o tamanho dos tubos, ele fez a parte de trás. À medida que os tubos são desenhados, suas conexões, como joelhos, tes, contrações, são adicionadas automaticamente, respeitando as configurações de roteamento especificadas. Se a posição do objeto ou o diâmetro do tubo mudarem, os componentes são automaticamente ajustados para garantir a conexão. Os métodos de calibração e verificação dos sistemas de água fria e esgoto em uso serão discutidos abaixo.

Figura 24 - Equipamento hidráulico



Fonte: Autor (2023)

3.4.3.1 ÁGUA FRIA

O *Revit MEP* possui métodos de calibração e verificação diferentes dos utilizados no Brasil, exigindo algumas configurações para produzir resultados que estejam em conformidade com as normas vigentes no país. Em primeiro lugar, será apresentado o método brasileiro, que utilizará as diretrizes apresentadas na NBR 5626: 1998 - Instalação de Construção de Água Fria e Brochura de Construção de Água Fria do Professor Enedir Gisi.

O primeiro passo para projetar instalações de água fria é determinar a capacidade de votar novamente. De acordo com o Código de Obras da cidade de Biguaçu-SK, para instalações industriais como um todo, devem ser considerados 10 litros/dia por metro quadrado. Portanto, para um galpão de 240 m², é necessário um tanque com capacidade de 2400 l/dia. Dois tanques de 1500 litros foram colocados em serviço.

Para determinar os diâmetros de cada tubulação, será utilizado o critério de consumo profissional máximo. Este método acredita que a probabilidade de uso simultâneo do dispositivo diminui à medida que o número de dispositivos aumenta. Para isso, os pesos de cada dispositivo que compõem a extensão devem ser adicionados e determinados de acordo com a Tabela 2. O fluxo de tração calculado através da equação $Q = 0,3 \times \sqrt{\sum P}$. Os diâmetros são determinados.

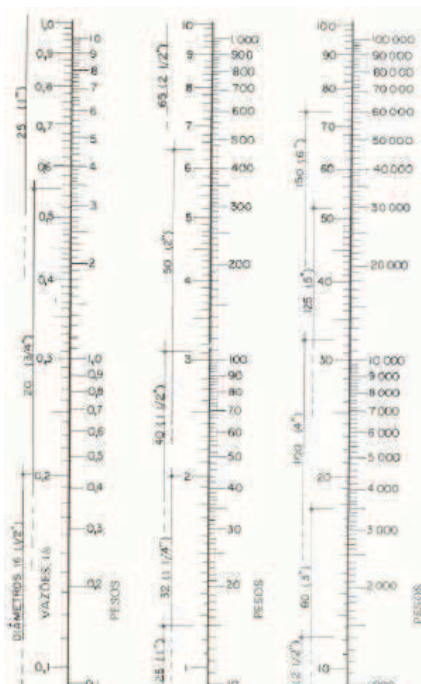
De Figura 27 e De Fluxos Intencional. A N.R. 5626 Além disso Determina Que a velocidade média quantidade de água nos canos é inferior a 3 m/s, e esta verificação é necessária. Para prevenir a Água Atinge o regime turbulento a velocidade B Cachimbo É Limitado a 2m/s. A Próxima cena é verificar Sim a pressão dinâmica nos Dispositivos Responder à norma. K Correto é Intencional aperda de carga da unidade usando a equação $J = 8,96 \times 10^5 \times Q^{1,75} \times G^{-4,75}$. Multiplicação Comprimento De cachimbo e o Comprimento Equivalente Relacionado à perda de carga vconexões para a perda de pressão da unidade, obtendo a perda da carga total nos medidores da coluna Água. A altura da coluna de água entre dois pontos menos a perda de pressão leva à pressão dinâmica fino.

Tabela 2 - Pesos

Aparelho sanitário	Peça de utilização	Vazão de projeto (l/s)	Peso relativo
Bacia sanitária	Caixa de descarga	0,15	0,3
Bacia sanitária	Válvula de descarga	1,70	32
Banheira	Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro	Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê	Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha	Misturador (água fria)	0,20	0,4
Chuveiro elétrico	Registro de pressão	0,10	0,1
Lavadora de pratos	Registro de pressão	0,30	1,0
Lavadora de roupas	Registro de pressão	0,30	1,0
Lavatório	Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório cerâmico com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
Mictório cerâmico sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha	Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3
Pia	Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
Pia	Torneira elétrica	0,10	0,1
Tanque	Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral	Torneira	0,20	0,4

Fonte: N.R. 5626 (ABNT, 1998)

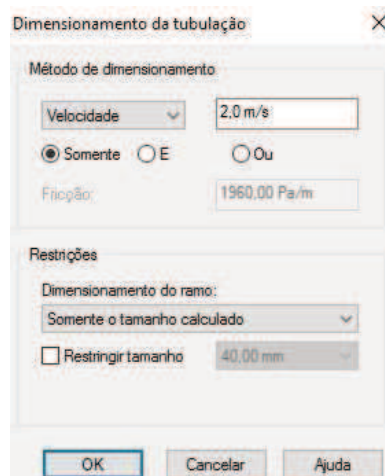
Figura 25 - Diâmetros



Fonte: N.R. 5626 (ABNT, 1998)

No *Revit MEP*, a calibração do tubo é realizada através da velocidade média que a água pode alcançar dentro do tubo, fazendo um cálculo simples usando a equação $V = Q/A$. Quando o tubo é conectado ao dispositivo, o fluxo exigido pelo dispositivo é automaticamente adicionado ao tubo e ao sistema, e a velocidade máxima é um parâmetro definido pelo usuário. As figuras 26 e 27 ilustram o tamanho. A Tabela 2 foi utilizada para determinar o consumo necessário em cada dispositivo.

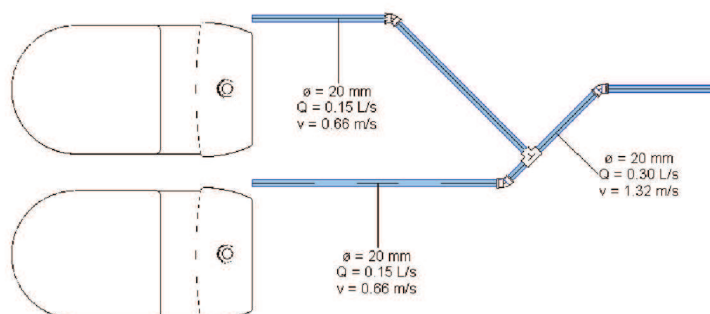
Figura 26 - Revit MEP: Dimensões da tubulação



Fonte: Autor (2023)

Outra forma de escalar canais pode ser tabelas que podem ser configuradas para extrair dados de trechos de tubulações e determinar diâmetros usando parâmetros com fórmulas. No entanto, a substituição dos tubos no modelo será feita manualmente. Os resultados desse método estarão mais próximos dos recomendados pela norma brasileira e, embora exija alterações manuais, ainda é mais eficaz do que o uso de planilhas e programas baseados em CAD.

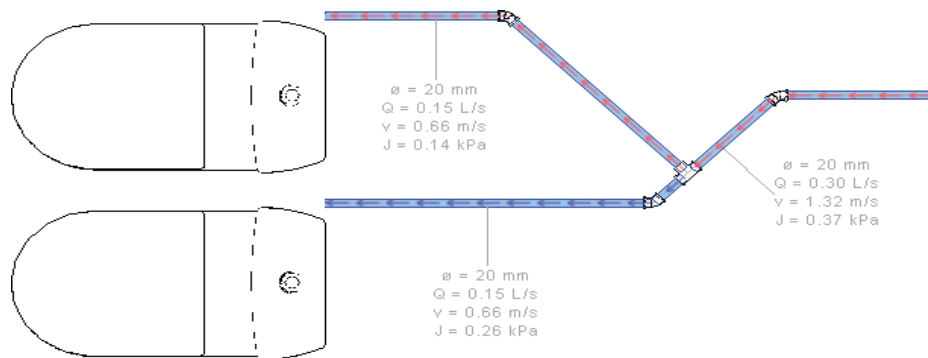
Figura 27 - Revit MEP: Gasodutos Flux



Fonte: Autor (2023)

A perda de carga chama-se *software* De Queda de pressão, além disso poderia ser definida por uma fórmula simplificada *Colebrook*. Para resultados mais detalhados o método utilizado pela NBR5626, alguns ajustes foram necessários nos dados. A perda de carga de conexão é determinada pelo K ineficiente, sendo definido para cada tipo de conexão e cada diâmetro. Figura 28 mostra um exemplo de perda de carga e caminho crítico em Cachimbo. K Fins De estudar e ratificação De Resultados o Ordenação e Verifica Estava Além disso Intencional Manualmente e sua uma comparação será apresentada no próximo capítulo. Ou *software* Também gera um relatório para a perda mostrada na Figura 29 e tem uma ferramenta "inspetor de sistema" que Verifica o significado do fluido e o caminho crítico. A pressão dinâmica última em qualquer ponto não é impossível determinar, apenas a queda de pressão. Através da geração de tabelas você pode obter esses resultados e também criar tabelas que calculem a perda de pressão Fora De outros métodos.

Figura 28 - Repesco MEP: Perda de pressão nos tubos



Fonte: Autor (2023)

Figura 29 - Revit MEP: Relatório de Perda de Pressão

Total Pressure Loss Calculations by Sections								
Section	Element	Fluxo	Tamanho	Velocidade	Comprimento	Coefficiente K	Total Pressure Loss	Section Pressure Loss
1	Pipe	0.15 L/s	20.00 mmø	0.66 m/s	0.80	-	0.29 kPa	1.46 kPa
	Fittings	0.15 L/s	-	0.66 m/s	-	5.4	1.18 kPa	
	Plumbing Fixture	0.15 L/s	-	-	-	-	0.00 kPa	
2	Pipe	0.30 L/s	20.00 mmø	1.32 m/s	0.59	-	0.85 kPa	1.63 kPa
	Fittings	0.30 L/s	-	1.32 m/s	-	0.9	0.78 kPa	
3	Pipe	0.15 L/s	20.00 mmø	0.66 m/s	0.93	-	0.34 kPa	1.51 kPa
	Fittings	0.15 L/s	-	0.66 m/s	-	5.4	1.18 kPa	
	Plumbing Fixture	0.15 L/s	-	-	-	-	0.00 kPa	
Critical Path : 2-3 ; Total Pressure Loss : 3.14 kPa								

Detail Information of Straight Segment by Sections							
Section	Familia	Fluxo	Tamanho	Velocidade	Comprimento	Pressure Loss	Total Pressure Loss
1	Tiços de tubos	0.15 L/s	20.00 mmø	0.66 m/s	0.71	0.26 kPa	0.29 kPa
	Tiços de tubos	0.15 L/s	20.00 mmø	0.66 m/s	0.09	0.03 kPa	
2	Tiços de tubos	0.30 L/s	20.00 mmø	1.32 m/s	0.26	0.37 kPa	0.85 kPa
	Tiços de tubos	0.30 L/s	20.00 mmø	1.32 m/s	0.33	0.48 kPa	
3	Tiços de tubos	0.15 L/s	20.00 mmø	0.66 m/s	0.39	0.14 kPa	0.34 kPa
	Tiços de tubos	0.15 L/s	20.00 mmø	0.66 m/s	0.54	0.19 kPa	

Fitting and Accessory Loss Coefficient Summary by Sections				
Section	Familia	Coefficiente K	Pressure Loss	Total Pressure Loss
1	Joelho 45_90 - Agua Fria_Soldavel - MEP - Tigre	0.9	0.20 kPa	1.18 kPa
	Te_Reduco - Agua Fria_Soldavel - MEP - Tigre	4.5	0.98 kPa	
2	Joelho 45_90 - Agua Fria_Soldavel - MEP - Tigre	0.9	0.78 kPa	0.78 kPa
	Te_Reduco - Agua Fria_Soldavel - MEP - Tigre	0	0.00 kPa	
3	Te_Reduco - Agua Fria_Soldavel - MEP - Tigre	4.5	0.98 kPa	1.18 kPa
	Joelho 45_90 - Agua Fria_Soldavel - MEP - Tigre	0.9	0.20 kPa	

Fonte: Autor (2023)

3.4.3.2 ESGOTO SANITÁRIO

A calibrao das tubulaes de esgoto e do sistema de ventilao deve ser realizada de acordo com as recomendaes NBR8160: 1999 - Sistemas de esgoto implementao utilizando o Método de Contribuio da Unidade de Caça (UHC). Para cada aparelho médico, o número uhc deve ser determinado de acordo com a Tabela 3 e os diâmetros das extensões e caixas bombeadas devem ser determinados pelas Tabelas 4 e 5, respectivamente. Da mesma forma, a Tabela 6  usada para escalar subcoletores pr-dia. As dimensões das extensões e colunas do sistema de ventilao são mostradas nas Tabelas 7 e 8. Além disso, os diâmetros mínimos para encaixes de encanamento e distâncias máximas para tubos de ventilao e caixas de inspeo devem ser verificados pela norma. Na região onde o galpão será instalado, existe uma rede de tratamento de águas residuais e não  necessário separar buracos, pias e afins.

Tabela 3 - Número UHC são dispositivos sanitários e higiênicos

Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga (mm)	Número de unidades de Hunter de contribuio (UHC)
40	3
50	6
75	20
100	160

Fonte: N.R. 8160 (ABNT, 1999)

Tabela 4 - Calibração de caixas pompeadas

Aparelho sanitário	Número de unidades de Hunter de contribuição (UHC)	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga (mm)
Bacia sanitária	6	100
Banheira de residência	2	40
Bebedouro	0,5	40
Bidê	1	40
Chuveiro de residência	2	40
Chuveiro coletivo	4	40
Lavatório de residência	1	40
Lavatório de uso geral	2	40
Mictório com válvula de descarga	6	75
Mictório com caixa de descarga	5	50
Mictório com descarga automática	2	40
Mictório tipo calha (por metro)	2	50
Pia de cozinha residencial	3	50
Pia de cozinha industrial - preparação	3	50
Pia de cozinha industrial - lavagem	4	50
Tanque de lavar roupas	3	40
Máquina de lavar roupas	2	50
Máquina de lavar roupas	3	50

Fonte: N.R. 8160 (ABNT, 1999)

Tabela 5 - Calibração dos cabos de extensão de águas residuais

Número máximo de unidades de Hunter de contribuição (UHC)	Diâmetro nominal da caixa sifonada (mm)
6	100
10	125
15	150

Fonte: N.R. 8160 (ABNT, 1999)

Tabela 6 - Tamanho do subcoletor

Diâmetro nominal do tubo (mm)	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição em função das declividades mínimas (%)			
	0,5	1	2	4
100	-	180	216	250
150	-	700	840	1000
200	1400	1600	1920	2300
250	2500	2900	3500	4200
300	3900	4600	5600	6700
400	7000	8300	10000	12000

Fonte: N.R. 8160 (ABNT, 1999)

Tabela 7 - Dimensões das extensões de ventilação

Grupo de aparelhos sem bacias sanitárias		Grupo de aparelhos com bacias sanitárias	
Número de unidade de Hunter de contribuição (UHC)	Diâmetro nominal do ramal de ventilação (mm)	Número de unidade de Hunter de contribuição (UHC)	Diâmetro nominal do ramal de ventilação (mm)
Até 12	40	Até 17	50
13 a 18	50	18 a 60	75
19 a 36	75	-	-

Fonte: N.R. 8160 (ABNT, 1999)

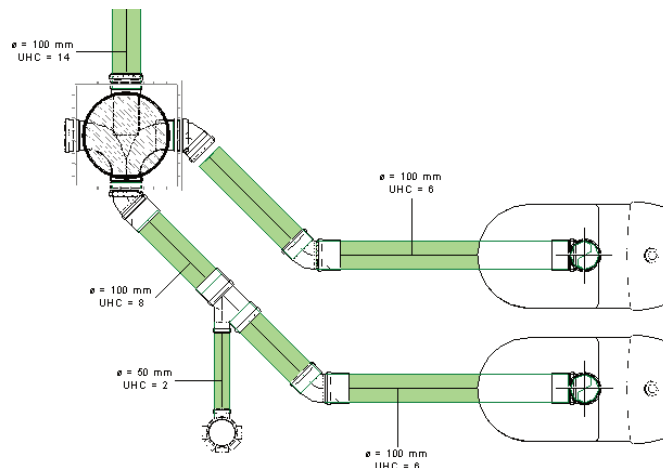
Tabela 8 - Calibração das colunas de ventilação

Diâmetro nominal do tubo de queda ou ramal de esgoto (mm)	Número de unidades de Hunter de contribuição (UHC)	Diâmetro nominal mínimo do tubo de ventilação (mm)							
		40	50	75	100	150	200	250	300
		Comprimento permitido (m)							
40	8	46	-	-	-	-	-	-	-
40	10	30	-	-	-	-	-	-	-
50	12	23	61	-	-	-	-	-	-
50	20	15	46	-	-	-	-	-	-
75	10	13	46	317	-	-	-	-	-
75	21	10	33	247	-	-	-	-	-
75	53	8	29	207	-	-	-	-	-
75	102	8	26	189	-	-	-	-	-
100	43	-	11	76	299	-	-	-	-
100	140	-	8	61	229	-	-	-	-
100	320	-	7	52	195	-	-	-	-
100	530	-	6	46	177	-	-	-	-
150	500	-	-	10	40	305	-	-	-
150	1100	-	-	8	31	238	-	-	-
150	2000	-	-	7	26	201	-	-	-
150	2900	-	-	6	23	183	-	-	-
200	1800	-	-	-	10	73	286	-	-
200	3400	-	-	-	7	57	219	-	-
200	5600	-	-	-	6	49	186	-	-
200	7600	-	-	-	5	48	171	-	-
250	4000	-	-	-	-	24	94	293	-
250	7200	-	-	-	-	18	73	225	-
250	11000	-	-	-	-	16	60	192	-
250	15000	-	-	-	-	14	55	174	-
300	7300	-	-	-	-	9	37	116	287
300	13000	-	-	-	-	7	29	90	219
300	20000	-	-	-	-	6	24	76	186
300	26000	-	-	-	-	5	22	70	152

Fonte: N.R. 8160 (ABNT, 1999)

O Revit *MEP* é capaz de calcular o número de UHC para qualquer seção da tubulação, com base na contribuição de cada aparelho sanitário, de acordo com a Figura 30. A medição de fluxo utilizada pela Revit são dispositivos de fixação (*FU*), que em vários países fazem parte do método de calibração do tubo. Para a versão em português do software, o dispositivo foi traduzido em "acessórios". Neste projeto, será adotada a nomenclatura *uhc*. O Revit não escala automático através do UHC, mas você pode determinar seu valor para cada execução de tubo, e consultando tabelas de modelos ou criando suas próprias tabelas *no software*, você pode determinar o diâmetro do tubo e fazer alterações no modelo.

Figura 30 - Revit MEP: Número de UHC em tubos



Fonte: Autor (2023)

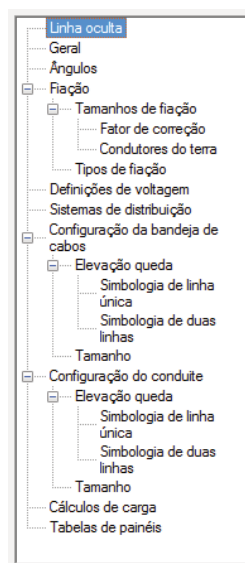
3.4.4 ELÉTRICO

O projeto elétrico, como a engenharia hidráulica, foi modelado e dimensionado utilizando o software *Revit MEP*, que possui diversas ferramentas para a disciplina de engenharia elétrica pouco estudada pelos usuários. A configuração inicial *do software* para adaptá-lo aos padrões e padrões brasileiros requer muito tempo e requer uma série de precauções utilizadas como guia *no livro Revit MEP. 2015 – Criação do Modelo de Projeto Elétrico pelo engenheiro eletricitista Fabio Ichiro Sato*. Com base nas recomendações metodológicas do livro e outras bibliografias, foi possível desenvolver um projeto elétrico adaptado às exigências da NBR5410

Instalações elétricas de baixa tensão e padrão de utilidade local, CELESC, Padronização da entrada de energia das unidades de consumo de baixa tensão E-321/0001 2012. Foram utilizadas *famílias da própria biblioteca de software*, como plugues, acessórios, interruptores e tubos, editadas para encaixá-las nas partes necessárias. Para cada tipo de elemento, você pode atribuir valores aos parâmetros de potência e tensão.

A Figura 31 mostra algumas *das opções de configurações de software elétrico*, desde ajustar a aparência e geometria até definir a carga nominal dos parâmetros e sua demanda. Infelizmente, na versão em inglês em português, há as palavras "Amperage" e "Voltage", onde as palavras corretas serão "corrente" e "tensão" respectivamente. Serão apresentados os seguintes parâmetros e o cumprimento das normas.

Figura 31 - Repesco MEP: U'ectrective Configurações



Fonte: Autor (2023)

Tabela 9 - CELESC - Tipo de entrega

TIPO DE FORNECIMENTO	CARGA TOTAL INSTALADA (kW)	DEMANDA (kW)	NÚMERO DE			CONDUTORES (mm²)				ELETRODUTO (pol)		Pontaletes de Ferro Galvanizado	Poste Particular concreto (daN)	Poste Particular Metálico (daN) "Ramais"				
			Fases	Fios	Proteção Geral Disjuntor (A)	Ramal de ligação e de carga aéreos		Ramal de entrada, de saída e subterrâneo	Proteção (Aterramento)	Aéreo ou embutido em alvenaria	Subterrâneo			Tamanho Nominal (pol)	Tamanho Nominal (pol)	Tamanho Nominal (pol)	Cobre	Alumínio
						Cobre	Alumínio			Cobre	Cobre							
Monofásico 220V	ATÉ 8	-	1	2	40	10	10	10	10	3/4	1	1 1/2	100	75	50			
	ACIMA DE 8 ATÉ 11	-	1	2	50	10	10	10	10	3/4	1	1 1/2	100	75	50			
Monofásico 440V	ATÉ 17	-	1	3	40	10	10	10	10	3/4	1	1 1/2	100	NÃO	50			
	ACIMA DE 17 ATÉ 22	-	1	3	50	10	10	10	10	3/4	1	1 1/2	100	NÃO	50			
	ACIMA DE 22 ATÉ 35	-	1	3	90 ¹	16	25	35	16	1 1/4	1 1/2	NÃO	200	NÃO	NÃO			
Bifásico 380/220V	ATÉ 17	-	2	3	40	10	10	10	10	3/4	1	2	100	NÃO	50			
	ACIMA DE 17 ATÉ 22	-	2	3	50	10	10	10	10	3/4	1	2	100	NÃO	50			
Trifásico (3Ø) 380/220V	-	ATÉ 22	3	4	40	10	10	10	10	1	1 1/4	2	100	NÃO	75			
	-	ACIMA DE 22 ATÉ 30	3	4	50	10	16	10	10	1	1 1/4	NÃO	100	NÃO	NÃO			
	-	ACIMA DE 30 ATÉ 42	3	4	70	16	25	25	16	1 1/4	1 1/2	NÃO	150	NÃO	NÃO			
	-	ACIMA DE 42 ATÉ 60	3	4	100 ¹	25	35	35	16	1 1/4	1 1/2	NÃO	200	NÃO	NÃO			
	-	ACIMA DE 60 ATÉ 75	3	4	125 ¹	35	70	50(70) ²	25	1 1/2	2	NÃO	300	NÃO	NÃO			
	-	AGRUPAMENTO ²	ATÉ 75	3	4	150	50	70	70	35	2	2 1/2	NÃO	300	NÃO	NÃO		

Fonte: CELESC (2007)

Figura 32 - Revit MEP: Sistemas de Distribuição

Nome	Fase	Configuração	Fiação	Voltagem L-L	Voltagem L-G
Bifásico 380/220 V	Único	Nenhum	3	380V	220V
Monofásico 220 V	Único	Nenhum	2	Nenhum	220V
Monofásico 440 V	Único	Nenhum	2	Nenhum	440V
Trifásico 380/220 V	Três	Ipsilon	4	380V	220V

Fonte: Autor (2023)

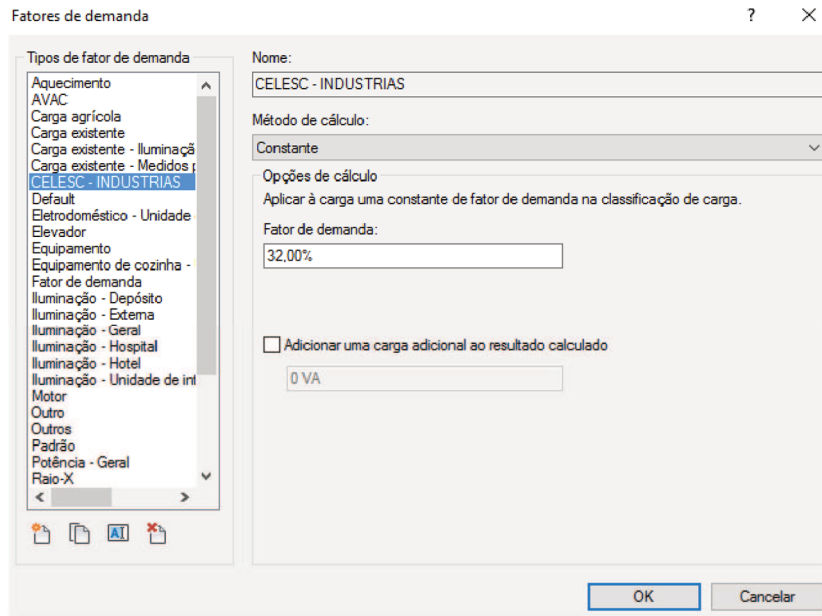
De acordo com as diretrizes do revendedor local, o fator demanda também deve ser determinado de acordo com o tipo de consumidor. A Tabela 10 mostra a classificação aceita, e a Figura 33 mostra a configuração no *software*.

Tabela 10 - CELESC - Fator de Demanda

CONSUMIDORES LIGADOS EM BAIXA TENSÃO		
CLASSE DE CONSUMIDOR	FD Típico	FC Típico
Condomínio Residencial	31,00	34,00
Comércio, Serviços e Outras Atividades	42,00	30,00
Industrial	32,00	23,00
Rural	28,00	21,00
Poder Público	51,00	39,00

Fonte: CELESC (2007)

Figura 33 - Revit Repesc: Fatores de demanda



Fonte: Autor (2023)

Para determinar as dimensões da fiação, foram determinadas as seções transversais nominais e o desempenho atual utilizando-se a Tabela 11 e a Tabela 12 presentes na NBR5410 (ABNT, 2004) utilizando os tipos de instalação e cabeamento especificados. O projeto contará com cabos elétricos visíveis e calhas na região industrial e um troduk embutido em alvenaria em outras áreas, justificando os métodos de instalação adotados na Tabela 11. A configuração do modelo foi baseada em dados extraídos das tabelas e é mostrada na Figura 34. Além disso, os fatores de correção foram incluídos de acordo com a Tabela 13 e a Tabela 14, bem como condutores neutros e protetores após a Tabela 15 e a Tabela 16, respectivamente.

Tabela 11 - Tipos de linhas energéticas

3		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaço desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B1
7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1
35		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletrocalha ou perfilado suspenso(o)	B1

Fonte: N.R. 5410 (ABNT, 2004)

Tabela 12 - Capacidade atual da unidade

Fonte: N.R. 5410 (ABNT, 2004)

Condutores: cobre e alumínio
 Isolação: PVC
 Temperatura no condutor: 70°C
 Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33									
	A1		A2		B1		B2		C	
	Número de condutores carregados									
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Cobre										
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57
16	61	58	57	52	76	68	69	62	85	76

Figura 34 - Revit MEP: Condutores

Material: Cobre B1 - 2 Condutores
 Temperatura: 70
 Tipo de isolamento: PVC

Nova ampacidade... Excluir ampacidade

Ampacidade	Tamanho	Diâmetro
17,5 A	1,5	1,380 mm
24,0 A	2,5	1,810 mm
32,0 A	4	2,270 mm
41,0 A	6	2,730 mm
57,0 A	10	3,570 mm

Fonte: Autor (2023)

Tabela 13 - Fatores de correção - Agrupamento

Ref.	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos ou de cabos multipolares												Tabelas dos métodos de referência
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 a 11	12 a 15	16 a 19	≥20	
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	36 a 39 (métodos A a F)

Fonte: N.R. 5410 (ABNT, 2004)

Tabela 14 - Fatores de correção - Temperatura

Temperatura °C	Isolação	
	PVC	EPR ou XLPE
Ambiente		
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71

Fonte: N.R. 5410 (ABNT, 2004)

Tabela 15 - Seção de neutros condutor

Seção dos condutores de fase mm ²	Seção reduzida do condutor neutro mm ²
$S \leq 25$	S
35	25
50	25
70	35
95	50

Fonte: N.R. 5410 (ABNT, 2004)

Tabela 16 - Seção do condutor de proteção

Seção dos condutores de fase S mm ²	Seção mínima do condutor de proteção correspondente mm ²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

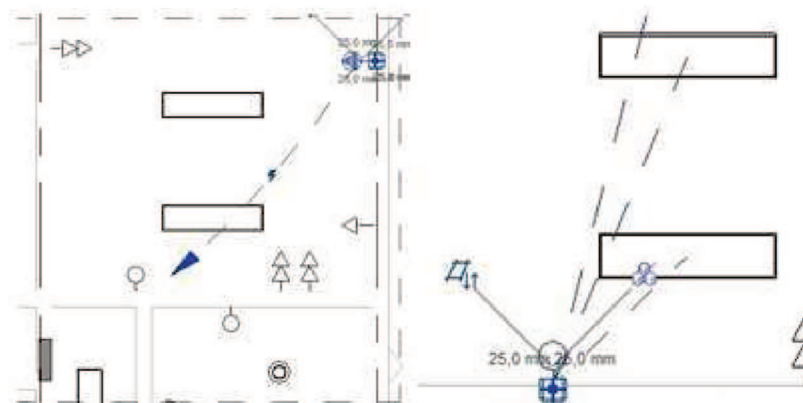
Fonte: N.R. 5410 (ABNT, 2004)

Uma vez que o software *se alinha* com os padrões vigentes na região onde o projeto será localizado, a modelagem e calibração dos circuitos começa. Primeiro, a placa de distribuição é colocada e seu sistema de alimentação é instalado com antecedência. Os pontos e pontos de luz são então colocados, observando o número mínimo de pontos e potência mínima, dependendo do tipo de mídia. Pelo menos um ponto de iluminação de 100 VA por moradia foi fornecido para iluminação. Em locais com mais de 6 m², foram alocados mais 60 AVs para cada aumento de 4 m² na área. Para determinar o número de plugues de uso geral (TUG) em ambientes maiores que 6 m², é necessário colocar pelo menos 1 tomada a cada 5 m ou parte do perímetro, atribuindo 100

VA à tomada. Para ambientes com menos de 6 m², uma tomada é suficiente, e para banheiros, pelo menos uma saída de 600 VA deve ser atribuída. Sucos de uso específicos (TUE) são colocados conforme necessário com dispositivos de maior potência. A norma não se refere aos produtos da zona industrial ou aos equipamentos utilizados. Portanto, para efeitos do estudo, foi adotado um poder de 1500 VA para cada um deles, distribuído uniformemente.

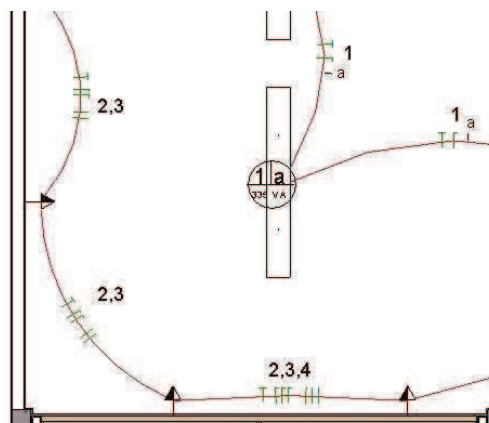
Para criar um circuito, basta selecionar os elementos que farão parte dele e conectá-los à placa de distribuição. Da mesma forma, existem interruptores e aqueles que estão conectados às luminárias que serão ativados. A Figura 35 mostra como criar esquemas e sistemas de switch. A visão do condutor é criada a partir do comando de fiação, que, ao conectar o quadro aos elementos, cria uma representação dos condutores que alimentarão os pontos de alimentação. Em alguns países, não são feitas restituições ao motorista, e a *Revit MEP* acompanha este guia sem poder fazê-lo. Para contornar a situação, a representação de reembolso do motorista deve ser adicionada manualmente. Um exemplo de uma planta de piso é mostrado na Figura 36.

Figura 35 - Revit MEP: Diagramas de Reprodução



Fonte: Autor (2023)

Figura 36 - Repesco MEP: Mapa da Rotulagem



Fonte: Autor (2023)

Para cada placa de distribuição, *é gerada uma tabela de software padrão* que pode ser editada e contém a razão dos circuitos conectados ao quadro, sua corrente, fiação, qualquer informação que o usuário queira em relação ao circuito. No final, a soma das cargas é executada e o fator demanda é aplicado. Outra característica interessante é o balanceamento de carga entre as fases, que é feito automaticamente.

A corrente calculada é calculada automaticamente para cada circuito, e disjuntores e condutores podem ser dimensionados a partir daí. Em primeiro lugar, o fator de correção deve ser incluído de acordo com o tipo de circuito, que equivale a 0,7 para circuitos de iluminação e TUGS, 0,8 para circuitos TUE e 1.0 para chuveiros. Este coeficiente é aplicado à corrente nominal do disjuntor, e a corrente resultante deve ser maior do que a corrente de design. A corrente nominal do disjuntor é ajustada manualmente de acordo com os requisitos estabelecidos. Para determinar a seção do driver, é utilizado um fator de correção de cluster, de acordo com a Tabela 13. A corrente condutora corrigida deve ser maior do que a corrente nominal do disjuntor. Além disso, os condutores devem cumprir uma seção transversal mínima de 1,5 mm² para circuitos de iluminação e 2,5 mm² para circuitos de potência. O disjuntor geral será dimensionado de acordo com a corrente mais carregada, aplicando um fator de correção de 0,8. O dimensionamento de disjuntores e condutores é feito através de tabelas *no próprio software*, com alguma entrada manual de dados necessária. Para um cálculo mais automatizado que atenda aos requisitos do NBR5410 (ABNT, 2004), é necessário aprofundar-se na manipulação de parâmetros e tabelas no *software*.

Os dutos devem ser dimensionados de acordo com a ocupação máxima e a superfície total dos condutores, no caso de 3 ou mais, não deve exceder 40% da superfície utilizável do conduíte. Ou o *software* não realiza esta medição, calculando manualmente para o produto elétrico mais movimentado e utilizando o mesmo diâmetro para todo o projeto. A peneiração de fios elétricos e eletrodos pode ser feita conectando-os a caixas de luz e quadros de comutação.

3.5 COLABORAÇÃO E INTEROPERABILIDADE

Com o objetivo de integrar projetos em um único modelo e trocar informações entre diferentes disciplinas, os conceitos de cooperação foram aplicados *através do uso da plataforma online Autodesk A360*, que possui uma série de recursos relacionados à troca de informações e modelos.

Um arquivo separado foi criado para cada disciplina contendo configurações relacionadas ao seu desenvolvimento e, em seguida, cada arquivo foi carregado para a plataforma de colaboração. Com base nisso, os projetos foram vinculados em conjunto usando a ferramenta *Revit Link*, o que fez com que o modelo importasse os elementos e objetos do arquivo associado inalterados. Por exemplo, no caso deste estudo, foi inserida uma referência ao arquivo de projeto arquitetônico

para importar o modelo estrutural, bem como a relação entre o projeto da planta e o projeto arquitetônico. Qualquer modificação do modelo pode ser recarregada e atualizada para outra. Além disso, foi criado um modelo chamado "Cooperação", no qual informações de todos os projetos foram importadas para que uma análise de interferência pudesse ser realizada e o modelo geral pudesse ser colorido.

O *Autodesk A360* permite compartilhar visualizações, arquivos e modelos entre os participantes do projeto, bem como ferramentas de comunicação como chats, comentários, notas de visualização e muito mais. O objetivo da utilização dessa plataforma é ilustrar as oportunidades e recursos disponíveis quando se trata de colaboração entre profissionais e entre projetos interdisciplinares.

A compatibilidade do projeto é outra característica muito interessante do software da plataforma BIM. *Existem programas especiais, como Autodesk Navisworks e Solibri Model Checker*, que possuem recursos mais avançados. Para este exemplo, *foi utilizada a ferramenta de análise de interferência Autodesk Revit*. São realizados testes de interferência entre as disciplinas do projeto, a seleção de elementos verificáveis, a análise de se dois ou mais objetos ocupam o mesmo espaço, a geração de relatórios e identificação de elementos conflitantes. O uso desse recurso reduz significativamente os problemas futuros na construção da usina devido à interferência e incompatibilidade entre elementos e projetos.

4 CONCLUSÃO

Ao final deste trabalho, todos os objetivos propostos foram alcançados com sucesso com a aplicação de conceitos BIM ao desenvolvimento de projetos de pesquisa. Todos os projetos cumprem adequadamente os requisitos estabelecidos pelas normas vigentes no Brasil e integram um modelo único compatível com os dados.

A revisão bibliográfica apresenta os conceitos básicos do BIM, uma breve história, suas principais classificações, ferramentas e sua posição atual em relação a diversos países, o que permitiu ao autor adquirir conhecimento suficiente para aplicar a metodologia BIM em projetos de engenharia. A escolha de uma pequena empresa nos permitiu desenvolver melhor várias disciplinas, apresentando resultados significativos. Finalmente, outras ferramentas foram brevemente discutidas no software BIM, ilustrando os muitos recursos e recursos ao usar uma plataforma BIM.

O desenvolvimento de projetos estruturais em software BIM ainda é bastante limitado porque, apesar da disponibilidade de diversos recursos, eles não representam os padrões atuais no Brasil, o que dificulta a personalização dos modelos. Além disso, a capacidade de processar software, que realiza a análise de grandes estruturas, não foi alcançada pelo software da plataforma bim. O

software específico para estruturas como TQS e AltoQI Eberick tem algumas capacidades de exportação do formato IFC e outras formas de troca de dados, mas ainda tem implicações para a aplicação correta da interoperabilidade oferecida pela metodologia BIM.

A engenharia arquitetônica é a disciplina mais estudada dentro da plataforma BIM, pois possui uma série de ferramentas que agilizam e facilitam o detalhamento dos projetos. Além disso, um grande número de bibliotecas de objetos enriquece significativamente o modelo. Os recursos de renderização são outras ferramentas poderosas.

A modelagem e dimensionamento da estrutura hidrossanitária foi muito facilitada pelo uso do modelo do fabricante de tubos e juntas de tigre, que já possui suas próprias famílias de tubos e conexões. A modelagem é bastante simples e acelera o processo

O tamanho do sistema de água fria através do Revit MEP foi interrompido porque não atendeu às mesmas considerações da norma brasileira, aumentando os valores de vazão nas tubulações. Esse aumento no fluxo torna necessário aumentar o diâmetro dos tubos para reduzir a perda de pressão. Por outro lado, o cálculo das perdas de carga foi bastante consistente, com resultados próximos aos métodos manuais. O software não verifica a pressão dinâmica nos dispositivos, estimando apenas a perda de pressão. Um estudo mais detalhado do uso do plugin, um software mais específico ou um design de tabela podem corrigir as deficiências encontradas.

O design elétrico também foi modelado e dimensionado com base no MEP Revit, que possui diversas características e configurações que devem ser ajustadas e ajustadas ao padrão brasileiro. Outros parâmetros foram incluídos na calibração através dos quadrângulos de distribuição. A ativação dos pontos de potência, a preparação do circuito, os interruptores e o cálculo da capacidade instalada são realizados de forma simples e automática, acelerando os processos. A necessidade de habilitar drivers de retorno manual é um grande problema apresentado pelo software, mas pode ser facilmente contornada.

O uso de ferramentas de colaboração e comunicação de projetos tem se mostrado eficaz e atende aos requisitos necessários para aplicar a adequação do BIM, com múltiplos recursos para a troca de informações, com um modelo coerente e interoperável. A adoção do software pela mesma empresa facilitou isso, pois a troca de informações entre o IFBC ainda não é muito bem permitida e integrada.

Com as ferramentas de análise de interferência da Revit, foi possível tornar os projetos compatíveis e corrigir os problemas encontrados. A interferência entre as disciplinas do projeto leva a um aumento significativo dos custos para a empresa, e quando sua verificação é bem feita e suas soluções são esperadas, há um investimento de maior qualidade e menor custo de execução. O sistema BIM possibilitou implementar a compatibilidade do projeto de forma muito eficiente, coletando todas as informações do projeto em um modelo único e consistente. Com base nesse

modelo, uma análise foi conduzida em todas as disciplinas, e a interferência foi rapidamente resolvida.

Além disso, foram estudados outros objetos oferecidos pelo modelo BIM, como cálculo de iluminação, topografia, alvenaria, pesquisa em massa, análise estrutural, renderização de recursos, além de mineração quantitativa para o orçamento. Essas ferramentas ilustram outros recursos fornecidos pelo BIM além dos apresentados ao longo do trabalho, reforçando os diversos benefícios do uso dessa metodologia. Muitos outros recursos ainda podem ser explorados, como análise de energia, sistemas de ventilação, planejamento, entre outros.

Os benefícios da adoção da metodologia BIM e de seus softwares de plataforma são inúmeros, acelerando diversos processos manuais, antecipando informações e melhorando a qualidade dos projetos.

A complexidade do software de aprendizagem, especialmente para a criação de modelos que executam o tamanho certo é um fator que afeta negativamente o uso generalizado do BIM. No entanto, a partir de uma equipe treinada e modelos pré-configurados, os benefícios são muito grandes.

Finalmente, o sucesso alcançado ao final deste trabalho com uma empresa totalmente modelada e dimensional em uma plataforma BIM, e que atende aos padrões brasileiros e locais, é encorajador. Muitas delas ainda são melhorias e aumentos necessários no software BIM para produzir modelos totalmente integrados com dimensões mais automatizadas, mas os resultados obtidos neste trabalho são muito promissores.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asbea, Asbea. 2013. **Guia de Melhores Práticas da ASBEA para BIM** - Fascículo I. São Paulo: AsBEA, 2013. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2011. NDB 15965-1 - Sistema

Classificação das informações de construção - Parte 1: Terminologia e estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

—. Ano 2012a. NDB 15965-2: Sistema de classificação para informações de construção - Parte 2: Características das obras. Rio de Janeiro: ABNT, 2012a.

—. 2014. NBR 15965-3: Sistema de Classificação de Informações predial - Parte 3: Processos de Construção. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

—. 2015. NBR 15965-7: Sistema de Classificação de Informações predial - Parte 7: Informações de Construção. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

—. 2004. NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

—. 1999. NBR 8160: Sistemas de Esgoto - Projeto e Execução. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

—. 2013. NBR 8995-1: Iluminação do ambiente de trabalho - Parte 1: Interior. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

—. 2012b. NBR ISO 21500: Diretrizes de Gerenciamento de Projetos. Rio de Janeiro: ABNT, 2012b.

—. 1998. NBR5626: Construção de estruturas de água fria. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

BIGUAÇU, Lei nº 356/83. 1983. Código de Obras e Edificações do Município de Biguaçu.

FÓRUM BIM. 2015. Nível de desenvolvimento de especificações. Washington: BIM Forum, 2015.

Grupo alvo BIM. 2011. Desembarques suaves do governo: Seção 1. Reino Unido: s.n., 2011.

BIMObject. 2016. **Por que BIM 4D, 5D e 6D precisam de fabricantes reais de objetos BIM hospedados em uma solução de nuvem profissional**. Blog BIMObject . [Online] BIMObject, 2016 . <https://bimobject.com/en/blog/post/why-4d-5d-and-6d-bim-need-real-manufacturers-bim-objetos> estão hospedados em uma solução de nuvem profissional.

CAMPESTRINI, **Thiago Francisco 2015. Entendendo BIM - Visão do projeto de construção no foco da informação**. Curitiba: s.n., 2015.

CAMPOS NETTO, Claudia. 2016. Autodesk Revit Architecture 2017: **Conceitos e aplicações**. São Paulo: Erica, 2016. p. Quarenta e oito.

CBIC. 2016b. **Cooperação e integração do BIM - Parte 3: Implantação de Bim para empresas de construção e desenvolvimento**. Brasília: Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2016b. p. 132.

—. 2016a. **BIM Basics – Parte 1: Implementação de BIM para Construtores e Desenvolvedores**. Brasília: Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2016a. p. 124.

CELESc. 2007. E321.0001 - **Padronização da entrada de eletricidade das unidades de consumo de baixa tensão**. Florianópolis: CELESC, 2007.

EASTMAN, Chuck. **Uso de computadores em vez de desenhos no design da estrutura**. S.L.: Journal of the American Institute of Architects.

EASTMAN, Chuck et al., 2008. **Guia BIM: Um guia para a modelagem de informações de construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e desenvolvedores**. Cervantes Gonçalves Aires Filho, 76. Porto Alegre: Bookman, 2008. p. 483.

Ei. 2014. **Estudo de produtividade em engenharia civil: problemas e tendências no Brasil**. São Paulo: EY, 2014.

GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. 2015 Apresentação do livro do projeto Bim. Secretário de Estado de Planejamento de Santa Catarina. 2015. p. Setenta e dois.

KASSEM, Mohamad e AMORIM, Sergio R. Leysen de. 2015. **Modelagem de Informações predial no Brasil e na União Europeia**. Brasília: Dez, 2015.

KASSEM, Mohamad, SUKKAR, Bilal e DAVUD, Nashwan. **Proposta de approach para comparar a maturidade bim dos países**. China: 30ª Conferência Internacional, Pequim, 2013.

MANZIONE, Leonardo. 2013. **Proposta de marco conceitual para a gestão do processo de um projeto conjunto por meio do BIM**. São Paulo: s.n., 2013.

Construção de McGraw Hill. 2014. **Relatório do SmartMarket sobre o valor do negócio de construção bim nos principais mercados globais: como empreiteiros em todo o mundo impulsionam a inovação com modelagem de informações de construção**. Bedford: McGraw HILL CONSTRUCTION, 2014.

MUTTI, Christine do Nascimento. 2008. **Guia prático para a realização do curso de engenharia civil: graduações e mestrado**. Florianópolis: Secco, 2008. p. 88.

INSTITUTO DE GESTÃO DE PROJETOS. 2013. **Project Management Guide - PMBOK**. Newtown Square: Project Management Institute, 2013.

SATO, Fabio Ichiro. 2015. **Revit MEP 2015: elétrico**. Santa Cruz do Rio Pardo: Viena, 2015. Com. Vinte e cinco.

SUKKAR, Bilal. 2009. **Cinco componentes da medição de eficiência bim**. Newcastle: Universidade de Newcastle, 2009.

Acker, A.V., Pereira, M.A (2002). **“Manual de Sistemas Pré-fabricados de Concreto”**. Brasil: FtUnicamp.

Associação Nacional de Medicina do Trabalho. **Construção civil está entre os setores com maior risco de acidentes de trabalho**. Disponível em: <<https://www.anamt.org.br/portal/2019/04/30/construcao-civil-esta-entre-os-setores-com-maior-risco-de-acidentes-de-trabalho/>>.

Autodesk (2016) **“Revit”** Disponível em: <http://www.autodesk.com/products/revit->

family/overview

BAZJANAC, V. **Virtual Building Environments (VBE) - Applying Information Modeling to Buildings**. Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California. Berkeley, CA, U.S.A., 2004.

BRASÍLIA. TCU. (Org.). **Desenvolvimento de Infraestrutura de Transportes no Brasil: perspectivas e desafios**. 2007. Tribunal de Contas da União. Disponível em: <<https://portal.tcu.gov.br/biblioteca-digital/desenvolvimento-de-infra-estrutura-de-transportes-no-brasil-perspectivas-e-desafios.htm>>.

Câmara, G.; Ortiz, M.J. **Sistemas de Informação Geográfica para Aplicações Ambientais e Cadastrais: Uma Visão Geral**. In: Souza E SILVA, M., "Cartografia, Sensoriamento e Geoprocessamento", cap. 2, pp.59-88. Lavras, UFLA/SBEA, 1998.

Câmara, G.; Souza, R.C.M.; Freitas, U.M.; Garrido, J.C.P. **SPRING: Integra Ting Remote Sensing and GIS with Object-Oriented Data Modelling**. Computers and Graphics, vol.15, n.6, July 1996, pp.13-22.

CAMPBELL, D. A. **Building information modeling: the Web3D application for AEC**. In Proceedings of the Twelfth international Conference on 3D Web Technology (Perugia, Italy, April 15 - 18, 2007). Web3D '07. ACM, New York, NY, 173-176. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1229390.1229422>>.

Cardoso, A., Maia, B., Santos, D., Neves, J., Martins, M (2012). **“BIM: o que é?”**. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

CARDOSO, A; MAIA, B; SANTOS, D; NEVES, J; MARTINS, M. **BIM: O que é?** Mestrado Integrado em Engenharia Civil. Universidade do Porto - Faculdade de Engenharia (FAUP). Projeto O despertar das engenharias. Porto: FAUP, 2013.

CHECCUCCI, Érica de Sousa; AMORIM, Arivaldo Leão de. **Modelagem da informação da construção como inovação tecnológica**. Salvador: Tic 2011 – Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção, 2011.

Costa, J. A (2013). **“Construção Prefabricada - Análise da Utilização da Prefabricação nas Várias Etapas do Processo Construtivo”**. Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia - Universidade do Porto, pp. 5-16.

Couto, A.B., Couto, J.P (2013). **“Vantagens Produtivas e Ambientais da Pré-Fabricação”**, pp 1-5.

DDN (2016). **“Gestão Coordenação e Fiscalização”**. Disponível em: <http://www.ddn.pt/>.

Decreto-Lei n. °235/83, de 31 de maio (1983). **“Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes”**. Porto: Porto Editora.

Design, C.A (2016). **“Projectos”**. Disponível em: <http://planetacad.com/projectos/>

Dezeen, M (2011). **“Dezeen”**. Disponível em: <https://www.dezeen.com/>

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook. A guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. John Wiley and Sons, 2008.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael e LISTON, Kathleen. **BIM handbook**

um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. 1 ed. Porto Alegre, Bookman, 2014.

Engenharia Civil Diária (2015). “**Engenharia Civil Diária**”. Disponível em: <https://engenhariacivildiaria.com/>

FLEET GRADE: Soluções em Machine Control. Minas Gerais- Brasil: Comunicações America Latina, jun. 2015. Disponível em: https://construction.newholland.com/lar/pt/Gallery/Documents/Fleet%20Grade/Folheto_Fleetgrade_Machine_Control.pdf.

FU, Changfeng, et al. **IFC model viewer to support nD model application.** Automation in Construction, n. 15, 2006, p.178- 185. Disponível em <http://www.elsevier.com/locate/autcon>.

Futureng (2003-2016). “**Light Steel Framing – Engineering and Design**”. <http://www.futureng.pt/processo-constutivo>

Gaspar, A.P (2013). “**Construção de Edifícios de Habitação em Light Steel Framing – Alternativa Viável à Construção Tradicional**”. Porto: Universidade Lusófona do Porto.

GOMES, P. C. R; OLIVEIRA, P. R. A. **Introdução à Engenharia de Segurança do Trabalho.** Brasília: WEducacional e Cursos Ltda, 2012.

GRABOWSKI, M.; ROWEN, A.; RANCY, J. **Evaluation of wearable immersive augmented reality technology in safety-critical systems.** Safety Science, v. 103, p. 23-32, 2018.

Group, G.M (2015). Casas Modulares. Zoom – Especial Casas Modulares.

GUO, H.; YU, Y.; SKITMORE, M. **Visualization technology-based construction safety management: A review.** Automation in Construction, v. 73, p. 135-144, 2017.

IBEC. **Entenda as vantagens da tecnologia BIM para a segurança na construção civil.** Disponível em: <https://ibecensino.org.br/blog/engenharia/entenda-as-vantagens-da-tecnologia-bim-para-a-seguranca-na-construcao-civil/>.

INTERNATIONAL CONSTRUCTION. England: Khl, v. 58, n. 3, abr. 2019.

JACOSKI, Claudio. **Integração e Interoperabilidade em Projetos de Edificações - Uma Implementação com IFC/XML.** 2003. 219 f. Tese (Pós Graduação) - Curso de Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC, Florianópolis, 2003.

KYMMEL, W. **Building Information Modeling. Planning and managing construction project with 4D and simulations.** McGraw-Hill 2008.

LIMA, Tomás. **Análise de riscos na construção civil. Sienge plataforma, 16 agost. 2017.** Disponível em: <http://www.sienge.com.br/blog/riscos-construção-civil>.

LISBOA FILHO, Jaguartha; IOCHPE, Cirano. **Introdução a sistemas de informações geográficas com ênfase em banco de dados.** Recife - Pe: Sbc, 1996. XV JAI - Jornada de Atualizações em Informática. Disponível em: <http://www.dpi.ufv.br/~jugartha/papers/sig-bd-jai.pdf>.

Logdomus (2016). “**Casas – Arquitetura Moderna**”. Disponível em: http://logdomus.pt/index.php?option=com_k2&view=itemlist&layout=category&task=category&id=16&Itemid=68

MANZIONE Leonardo. Coordenar: **Consultoria de ação. Estágios de Evolução do BIM 2013**

Disponível em: <<http://www.coordenar.com.br/estagios-de-evolucao-do-bim/>>

MARINGÁ. Lei Complementar n°. 806, de 25 de março de 2010. **Altera a Lei Complementar n° 335/99, que dispõe sobre o projeto, a execução e as características das edificações no município de Maringá e dá outras providências.** Maringá: Câmara Municipal, 2010

PEINADO, H.S. **Aspectos gerais sobre segurança e medicina do trabalho na construção de edificações.** In: PEINADO, H.S.; DE MORI, L.M (Org.). Segurança do trabalho na construção civil. São Paulo: PINI, 2016a. p. 19-44.

PERLMAN, A.; SACKS, R.; BARAK, R. **Hazard recognition and risk perception in construction.** Safety Science, v. 64, p. 22-31, abr. 2014.

PRATES, M. O. B. **O desafio do aumento da produtividade - Conjuntura Da Construção. 6 pontos de uma agenda setorial para o crescimento sustentado.** São Paulo: SindusCon SP, ano VIII, n. 4, dez. 2010. Disponível em: <<https://www.sindusconsp.com.br/downloads/imprensa/conjunturadaconstrucao/deze>>.

SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA. DEPARTAMENTO NACIONAL. **Segurança e Saúde no Trabalho para a Indústria da Construção.** Brasília: SESI/DN, 2015.

SOUZA, Livia Laubmeyer Alves de. **Diagnostico do uso do BIM em empresas de projeto de Arquitetura.** 2009. 107f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2009. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp108992.pdf>>.

SOUZA, Manuela. **Bim: Revolucionando a construção.** Revista da Anicer, Rio de Janeiro, Anicer, n.115, maio/2019. Disponível em: <http://www.anicer.com.br/revista-anicer/revista-115>

TATIC, D.; TESIC, B. **The application of augmented reality technologies for the improvement of occupational safety in an industrial environment.** Computers In Industry, v. 85, p. 1-10, 2017.

TAVARES JUNIOR, W. **Desenvolvimento de um modelo para compatibilização das interfaces entre especialidades do projeto de edificações em empresas construtoras de pequeno porte.** Florianópolis, 2001. 124 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

TOBIN, J. Proto-Building: **To BIM is to Build.** AECbytes. Maio, 2008. Disponível em: <http://www.aecbytes.com/buildingthefuture/2008/ProtoBuilding_pr.html>

TSE, T.C.; WONG, K.D.; WONG, K.W. **The Utilisation of Building Information Models in nD Modelling: A Study of Data Interfacing and Adoption Barriers.** Journal of Information Technology in Construction, Hong Kong, 2005.

WHAT DOES BIM MEAN FOR CIVIL ENGINEERS? Woshington: Civil + Structural Engineer Media, jan. 2014. Disponível em: <<https://csengineermag.com/article/what-does-bim-mean-for-civil-engineers/>>.

YANG Zou, Arto Kiviniemi, Stephen W. Jones. **A review of risk management through BIM and BIM-related Technologies.** Safety Science, Volume 97, 2017, Pages 88-98, ISSN 0925-7535, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.12.027>.