



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016*  
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Adriano Batista Ribeiro Costa Junior

BIM E A COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS: um caso prático em uma residência unifamiliar em Palmas, TO.

Palmas – TO  
2019

Adriano Batista Ribeiro Costa Junior

**BIM E A COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS: um caso prático em uma residência unifamiliar em Palmas, TO.**

Projeto de Pesquisa elaborado e apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II do curso de bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof.a. Dra. Ângela Ruriko Sakamoto.

Palmas – TO  
2019

Adriano Batista Ribeiro Costa Junior

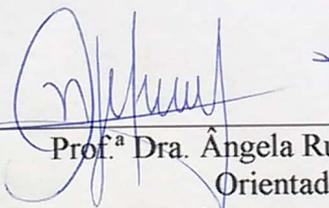
BIM E A COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS: um caso prático em uma residência unifamiliar em Palmas, TO.

Projeto de Pesquisa elaborado e apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II do curso de bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

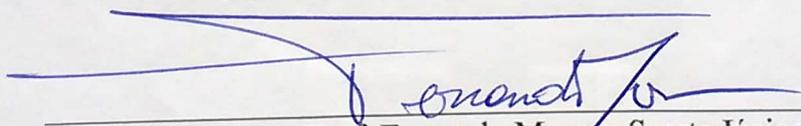
Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Ângela Ruriko Sakamoto.

Aprovado em: 29 / 05 / 2019

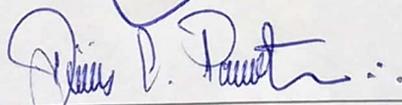
BANCA EXAMINADORA



Prof.<sup>a</sup> Dra. Ângela Ruriko Sakamoto  
Orientadora  
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. Fernando Moreno Suarte Júnior  
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. Denis Cardoso Parente  
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO  
2019

## RESUMO

COSTA JUNIOR, Adriano Batista Ribeiro. **BIM E A COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS: um caso prático em uma residência unifamiliar em Palmas, TO.** 2019. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas – TO, 2019.

A indústria da construção civil tem enfrentado diversas dificuldades nos processos de concepção de projeto até a manutenção da edificação já concluída. Diversas tecnologias e iniciativas visam corrigir pontualmente os problemas em cada área específica. O BIM, acrônimo para o termo *Building Information Model* traduzido como Modelagem das Informações da Edificação, é uma abordagem que vem ganhando o mercado por prover um suporte confiável a este processo. O BIM vem sendo aplicado em diversas partes do mundo e no Brasil, essa plataforma ainda se encontra em fase incipiente na maioria das empresas, tanto no setor privado quanto no público. Este trabalho estudou o tema, por meio da sua aplicação em um estudo de caso. Assim, foram modelados e compatibilizados os projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico de uma residência unifamiliar de 274 m<sup>2</sup> construída em um lote de 406,10 m<sup>2</sup>, com estrutura de concreto armado. Utilizou-se os *softwares* da plataforma BIM da *Autodesk Revit* para a modelagem e detalhamento, e o *Autodesk Naviswork* para a compatibilização e análise de interferências, conhecidos como *clash* entre os projetos. De modo que foi possível não só propor diretrizes para a aplicação do BIM, mas também evidenciar os fatores críticos para sua correta implementação. Evidenciou-se que o BIM quando associado às práticas ágeis do SCRUM tendem a contribuir no controle de qualidade, gerenciamento e elaboração de projetos, monitoramento dos custos e resolução de falhas. Além de garantir a elaboração de guias fidedignos para manutenções futuras e um modelo digital realista que pode ser apresentado ao cliente.

**Palavras-Chave:** BIM, Compatibilização, Modelagem, *Revit*, *Naviswork*.

## ABSTRACT

COSTA JUNIOR, Adriano Batista Ribeiro. **BIM AND PROJECT COMPATIBILIZATION: a practical case in a single family home in Palmas, TO.** 2019. 42. p. Course Completion Assignment (Graduation) - Civil Engineering Course, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas - TO, 2019.

The construction industry has faced several difficulties in the processes of project design until the maintenance of the building already completed. Several technologies and initiatives aim at correcting problems in each specific area on time. BIM, an acronym for the term Building Information Model translated as Building Information Modeling, is an approach that has been gaining in the market by providing reliable support to this process. BIM has been applied in several parts of the world and in Brazil, this platform is still in its infancy in most companies, both in the private and public sectors. This work studies the theme, through its application in a case study. Thus, the architectural, structural, hydrosanitary and electrical projects of a single-family dwelling of 274 m<sup>2</sup> were built and built on a 406.10 m<sup>2</sup> plot with reinforced concrete structure. We used Autodesk Revit BIM software for modeling and drilling, and Autodesk Naviswork for interfacing and analyzing interferences, known as clash between projects. So it was possible not only to propose guidelines for the application of BIM, but also to highlight the critical factors for its correct implementation. It was evidenced that the BIM when associated to the agile practices of the SCRUM tend to contribute to quality control, project management and elaboration, cost monitoring and resolution of failures. In addition to ensuring the preparation of reliable guides for future maintenance and a realistic digital model that can be presented to the customer.

**Keywords:** BIM, Compatibility, Modeling, Revit, Naviswork.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Guia de Processos de Gerenciamento de Projetos .....	5
Figura 2: 47 processos do PMBOK.....	5
Figura 3: Ciclo de Desenvolvimento do Scrum .....	8
Figura 4: Gráfico de Maior Investimento na Fase do Projeto .....	11
Figura 5: Projeto Estrutural no Revit Structure.....	17
Figura 6: Projeto Elétrico no Revit MEP .....	18
Figura 7: Projeto Hidro Sanitário no Revit MEP .....	19
Figura 8: Perth Children Hospital .....	23
Figura 9: Modelo Virtual Desenvolvido pela Scottish Ten do SOH.....	24
Figura 10: Fluxograma para o Desenvolvimento do Projeto.....	26
Figura 11: Projeto Arquitetônico integrado com o Estrutural .....	31
Figura 12: Projeto Hidrossanitário .....	32
Figura 13: Projeto Elétrico .....	32
Figura 14: Colisão Estrutural X Hidrossanitário .....	33
Figura 15: Fluxograma Revit .....	35
Figura 16: Visão geral de carga do Naviswork.....	36
Figura 17: Estrutural x Arquitetônico .....	37
Figura 18: Estrutural x Hidrossanitário .....	37
Figura 19: Estrutural x Elétrico.....	38
Figura 20: Hidrossanitário x Elétrico .....	38
Figura 21: Arquitetônico x Hidrossanitário.....	38
Figura 22: Arquitetônico x Elétrico .....	39
Figura 23: Fatores críticos de sucesso para aplicação do BIM .....	40

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1. Protocolo de Pesquisa.....	28
--------------------------------------	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
BIM	<i>Building Information Model</i>
CDURP	Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto
CEULP	Centro Universitário Luterano de Palmas
GDP	Gerenciamento de Desenvolvimento de Projetos
GIS	<i>Geographic Information System</i>
IDM	<i>Information Delivery Manual</i>
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
IFD	<i>International Framework for Dictionaries</i>
MDIC	Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
MDV	<i>Model View Definition</i>
MEP	<i>Mechanical, Electrical and Plumbing</i>
OPUS	Sistema Unificado do Sistema de Obras
PBIC	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade - Habitação
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
RDC	Regime de Contratação Diferenciada
ROI	<i>Return On Investment</i>
SCRUM	Metodologia ágil para gestão e planejamento de projetos
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA.....	2
1.2	HIPÓTESES.....	2
1.3	OBJETIVOS .....	2
1.3.1	Objetivo Geral.....	2
1.3.2	Objetivo Específico.....	2
1.4	JUSTIFICATIVA.....	3
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>4</b>
2.1	GERENCIAMENTO DE PROJETO .....	4
2.1.1	PMBOK.....	4
2.1.2	SCRUM.....	7
2.1.3	Gerenciamento e Qualidade na Construção Civil .....	10
2.2	FERRAMENTA BIM .....	11
2.2.1	As Dimensões do BIM .....	15
2.2.2	AUTODESK REVIT.....	16
2.2.3	Compatibilização Estrutural .....	16
2.2.4	Compatibilização Elétrica .....	17
2.2.5	Compatibilização Hidro Sanitária .....	18
2.3	APLICAÇÃO DO BIM 3D.....	19
2.3.1	Desafios da implementação.....	21
2.3.2	O Caso do Hospital Infantil de Perth.....	23
2.3.3	O Caso da Casa de Ópera de Sydney (SOH).....	24
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>25</b>
3.1	DESENHO DE ESTUDO .....	25
3.2	LOCAL E PERÍODO DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA .....	25
3.3	OBJETO DE ESTUDO.....	25
3.4	INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS .....	25
3.5	PROTOCOLO DE PESQUISA .....	28
<b>4</b>	<b>COLETA E ANÁLISE DE DADOS</b> .....	<b>29</b>
4.1	ATUALIZAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO.....	30
4.2	ATUALIZAÇÃO DO PROJETO HIDROSSANITÁRIO .....	31
4.3	ATUALIZAÇÃO DO PROJETO ELÉTRICO .....	32
4.4	CLASH DECTION .....	33
<b>5</b>	<b>INTEROPERABILIDADE DO PROJETO HH</b> .....	<b>34</b>
5.1	DIRETRIZES PARA O <i>AUTODESK REVIT</i> .....	34

5.2	DIRETRIZES PARA O <i>NAVISWORK</i> .....	36
5.3	DIRETRIZES PARA A APLICAÇÃO DO BIM .....	39
5.3.1	Conhecer a tecnologia .....	40
5.3.2	Software .....	40
5.3.3	Fluxograma de informações de trabalho .....	41
<b>6</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>42</b>
	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>43</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>47</b>
	ANEXO A.....	47
	ANEXO B .....	48
	ANEXO C .....	49
	ANEXO D.....	50
	ANEXO E .....	51
	ANEXO F.....	52
	ANEXO G.....	53

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil ao longo dos anos tem passado por diversas e intensas mudanças, que abrangem: uma nova organização social, modelos econômicos, desenvolvimento de tecnologias, melhor aproveitamento de recursos e respeito à natureza. De acordo com Oggi (2006), o histórico da construção civil no Brasil é dividido em três etapas: a caracterização por demanda; quantitativa nas décadas de 70 e 80; a partir dos anos 90 uma demanda qualitativa, mais sustentável, e focada no uso racional de energia e aplicação de materiais alternativos.

As diversas normas de desempenho, leis ambientais, exigências dos clientes e o imediatismo do comércio têm exigido muito do setor da construção com prazos curtos, cuidados ao meio ambiente, qualidade do produto, produtividade, racionalização de recursos e a competição dos custos.

Devido à grande pressão no setor, muitas empresas têm buscado investir em novas tecnologias que possam melhorar o desempenho no desenvolvimento de projetos, associada à adoção do guia de boas práticas para gerência de projetos *Project Management Book of Knowledge* (PMBOK), O objetivo é prever e reduzir problemas durante a execução do projeto, agregando soluções e recomendações que possam ser adotadas e reduzindo custos de correções desnecessárias.

Neste contexto, o modelo de Informação para construção ou BIM, acrônimo para *Building Information Model*, se mostra uma importante ferramenta para o setor da construção civil, modernizando seus processos de desenvolvimento e planejamento de um empreendimento.

O BIM proporciona um grande avanço para o setor da construção, devido ao seu potencial de relacionar diversas atividades, tornando possível a criação de uma edificação virtual por meio da modelagem de informações, gerando um banco de dados relativo à edificação, que podem ser alterados ou extraídos durante todo ciclo de vida da edificação (SANTOS; ANTUNES; BALBINOTE, 2014).

Segundo Eastman (2014), a construção civil é um dos setores mais atrasados, devidos as suas obras serem, geralmente, um produto artesanal e único, de baixa automação que causa altos custos de produção. Com o BIM é possível agilizar estes processos manuais, com a criação de modelos digitais com mais precisão, gerando um padrão de qualidade maior na análise e controle, com as suas geometrias de dados necessárias para as atividades do setor.

Meriño e Sousa (2013) informam que apesar das inúmeras vantagens fornecidas pelo BIM, percebe-se que há uma resistência na sua implementação por parte das empresas, que são

justificadas por ser uma grande mudança de paradigma para os projetistas. O que acaba se tornando um grande problema para o setor, já que a implementação desse sistema requer uma grande reestruturação nos processos de reorganização dos trabalhos sob o ponto de vista da integração total.

Assim este trabalho de pesquisa entrega um guia 3D para compatibilização de projetos de uma obra residencial, facilitando a identificação dos *gaps* entre o projetado e o executado, além, de fornecer aos proprietários um projeto atualizado para facilitar a manutenção de forma mais segura.

## 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

A construção civil é um dos setores de maior investimento na economia do Brasil, contudo é muito limitada ao tradicionalismo e vícios, abrindo mão de tecnologias que viabilizam a economia e qualidade. Essa indústria muitas vezes apresenta falhas na qualidade, produtividade, compatibilidade, segurança, prazos e custos de seus projetos.

Com o avanço de novas tecnologias é possível minimizar ou até eliminar completamente muitos desses problemas. Diante deste problema temos a seguinte questão: Como compatibilizar os projetos na tecnologia BIM?

## 1.2 HIPÓTESES

As hipóteses deste projeto de pesquisa são:

- A compatibilização não é realizada por gastar tempo;
- A falta conhecimento dificulta a compatibilização;
- Os ganhos da compatibilização não são evidentes.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral, elaborar um guia para facilitar a compatibilização de projeto no BIM 3D, a partir de uma aplicação em uma obra residencial.

### 1.3.2 Objetivo Específico

Para que a pesquisa possa atingir o objetivo geral, é necessário o cumprimento dos objetivos específicos.

- Compatibilizar os projetos arquitetônicos, estrutural, elétrico e hidro sanitário com o *Autodesk Revit MEP (Mechanical, Electrical and Plumbing)*;
- Investigar as causas das incompatibilidades existentes entre os projetos citados e os seus impactos no funcionamento da edificação;
- Apresentar os ganhos no projeto caso o BIM fosse aplicado.

#### 1.4 JUSTIFICATIVA

Com o aumento da competitividade no mercado da construção civil, se faz necessário que as empresas busquem cada vez mais se atualizarem sobre novas tecnologias, para que possam se destacar no mercado. A adoção de tecnologias pode melhorar o gerenciamento dos projetos e permitir que as empresas da área da construção civil se tornem mais produtivas e competitivas. Assim, o gerenciamento ágil, advindo do SCRUM, passa a incorporar o PMBOK em 2017, devido a sua flexibilidade em se aplicar para qualquer tipo de projeto e pela agilidade em tratar as mudanças de requisitos durante o planejamento e execução.

A tecnologia BIM possui um grande potencial para o aperfeiçoamento o mercado da construção civil. Entretanto, para que tal potencial seja atendido é necessário realizar estudos para o seu entendimento e uso. Com a integração total de diferentes projetos de uma edificação representados em um modelo digital BIM, é possível executá-lo de forma integrada. Portanto, quando o projeto arquitetônico é compatibilizado com o estrutural, elétrico e hidro sanitário os pacotes de entrega podem ser planejados, orçados e executados de forma simultânea, garantindo a qualidade e rapidez, e maior segurança em realizá-lo conforme orçado. Este mesmo modelo digital serve como um guia que permite uma análise de impactos das mudanças durante a fase de execução e ainda possui uma grande relevância no planejamento e controle de manutenções e/ou reformas futuras.

Outra grande vantagem é que por se tratar de uma ferramenta gráfica, facilita o entendimento geral do projeto, tanto na parte da execução quanto na parte do planejamento das atividades. Sendo possível prever diferentes cenários aliados a um modelo digital BIM. Portanto, é uma plataforma que provê informações seguras para a tomada de decisões do engenheiro durante o projeto.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 GERENCIAMENTO DE PROJETO

Este estudo adota a definição do ciclo de vida de projetos do PMBOK e tem estudos de caso de implementação com as práticas de projetos ágeis do SCRUM e o gerenciamento e qualidade na construção civil.

#### 2.1.1 PMBOK

O PMBOK é um guia de boas práticas para gerenciamento de projetos que evoluiu a partir das colaborações dos profissionais dessa área de conhecimento. Este guia de gerenciamento de projeto foi elaborado pelo *Project Management Institute* (PMI) do *PMI Standards Committee*, o comitê de padronização do PMI (PMBOK, 2013).

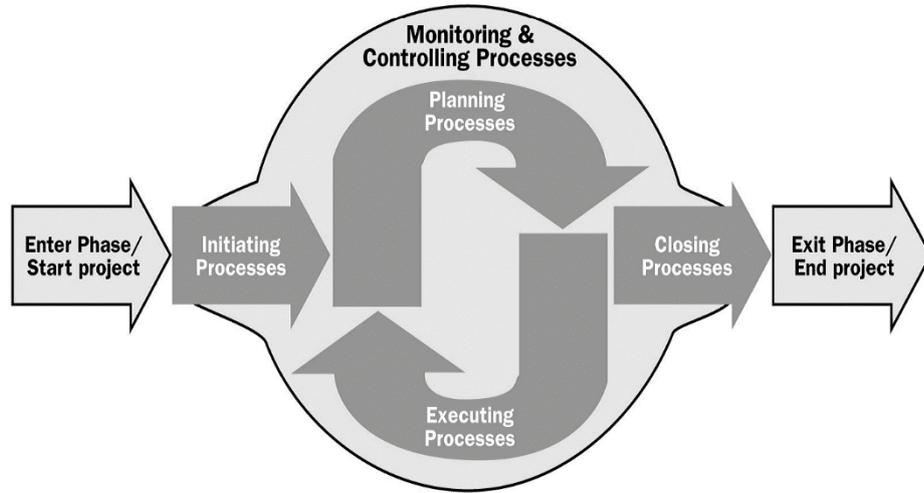
De acordo com o PMBOK (2013), este guia de boas práticas pode ser usado para o gerenciamento de qualquer projeto, inclusive na implementação de novas tecnologias, como a tecnologia BIM, onde poderá ser implantado com uma metodologia definida ou uma criada.

Segundo o Guia PMBOK (2013, p. 3), o projeto é definido como “esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único”, ou seja, o resultado deste poderá ser algo tangível ou intangível. Como o esforço é temporário, quer dizer que um projeto possui início, meio e fim, sendo somente encerrado quando o mesmo atinge o seu objetivo.

A natureza de um projeto é única e traz diferenças e incertezas quanto aos produtos, serviços ou resultados, o que difere de um esforço constante que se descreve como um processo repetitivo. Durante a fase de projeto pode haver várias atividades para uma equipe, riscos e outras variáveis que um projeto pode vir a ter (Guia PMBOK, 2013).

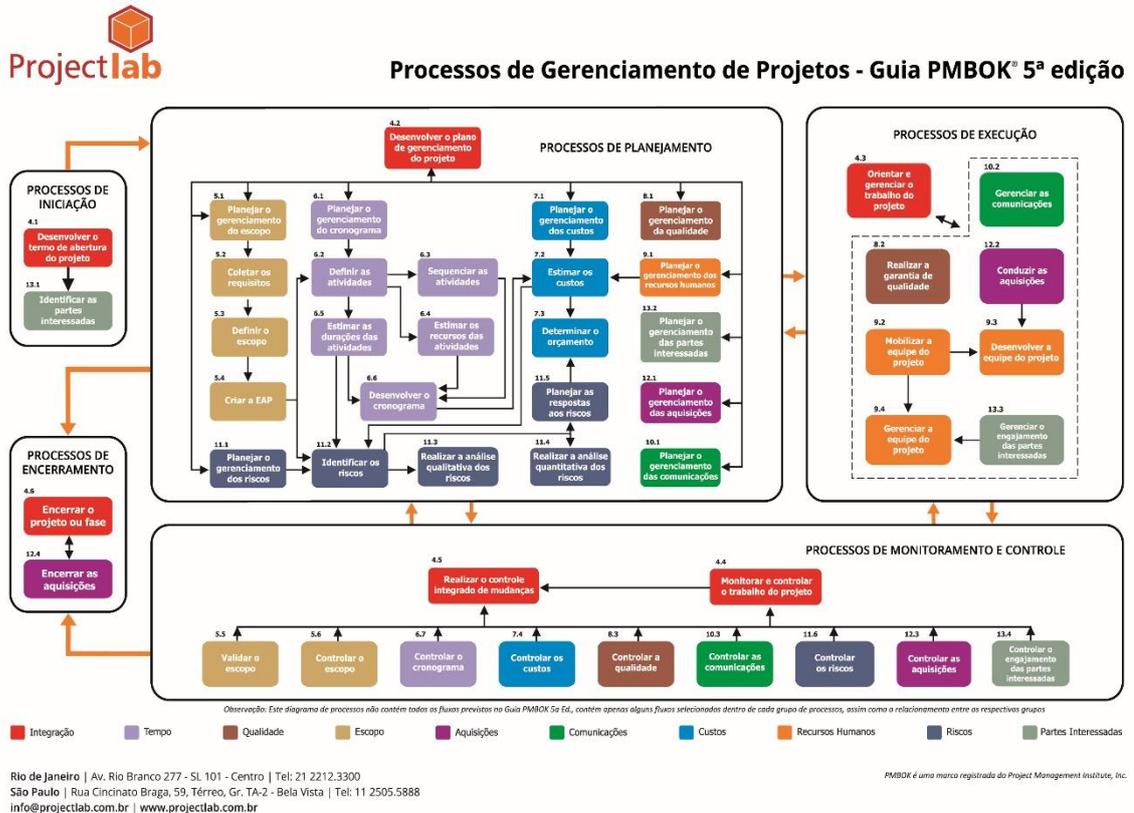
Em conformidade com o Guia PMBOK (2013, p. 5), o gerenciamento de projetos necessita de necessita da execução de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas para satisfazer os requisitos que estão divididos em quarenta e sete processos que estão agrupados em cinco grupos como mostra as Figuras 1 e 2:

Figura 1: Guia de Processos de Gerenciamento de Projetos



Fonte: Guia PMBOK (2013, p.50)

Figura 2: 47 processos do PMBOK



Rio de Janeiro | Av. Rio Branco 277 - SL 101 - Centro | Tel: 21 2212.3300  
São Paulo | Rua Cincinato Braga, 59, Térreo, Gr. TA-2 - Bela Vista | Tel: 11 2505.5888  
info@projectlab.com.br | www.projectlab.com.br

PMBOK é uma marca registrada do Project Management Institute, Inc.

Fonte: Projectlab - Centro de Competência em Gerência de Projetos Ltda (2018)

Ainda no Guia PMBOK (2013, p. 41), um projeto pode ser dividido em diversas etapas, na qual, podem ter várias fases (dependendo da complexidade do projeto) em que cada fase corresponde a uma entrega específica. Em cada fase é possível ter várias atividades, estas estruturas de fases são feitas de maneira lógica que facilite o gerenciamento, planejamento e controle do projeto.

Essas plataformas de desenvolvimento e gestão de projetos, podem variar de acordo com o ciclo de vida da obra PMBOK e de suas diferentes especialidades envolvidas, tendo como característica envolvida a integração de projetos. Manzione (2014) destaca que as características, benefícios e a potencialidade da plataforma BIM para elaboração de projetos durante o ciclo de vida da edificação, conforme está escrito abaixo:

- **Fase de concepção do projeto:** as plataformas citadas favorecem a capacidade de elaboração de estudos preliminares de conceitos e viabilidade.
- **Projeto:** possibilita uma visualização mais precisa dos estágios iniciais de projeto. Ocasionalmente em uma correção simultânea de dados quando se efetua mudanças no projeto; geração automática de desenhos em duas ou três dimensões; extração automática de quantitativos durante o processo de projeto; facilidade de análise energética e de sustentabilidade.
- **Execução:** é a sincronização do planejamento da obra com as fases do modelo; da descoberta de incompatibilidade físicas entre os elementos projetados na edificação antes da execução; da agilidade no processo de mudança do projeto como base para a pré-fabricação; melhor implementação dos métodos de construção enxuta; sincronização das fases de aquisição, projeto e construção.
- **Operação:** melhor gerenciamento da operação dos sistemas e dos ativos da edificação.

De acordo com Eastman (2014) é fundamental a compreensão de objetos paramétricos para a adoção da plataforma BIM, assim é relevante as:

Definições geométricas de dados e regras associadas (EASTMAN, 2014).

Geometria integrada de modo não redundante sem inconsistências. Uma planta e uma elevação de um dado objeto devem ser sempre consistentes. As dimensões não podem ser manipuladas (EASTMAN, 2014).

Regras paramétricas para objetos que modificam automaticamente as geometrias associadas quando inseridas em um modelo de construção ou quando modificadas em objetos associados. Por exemplo uma porta se ajusta automaticamente em uma parede, um interruptor

se localizará automaticamente próximo ao lado de uma porta, uma parede será relocada automaticamente para a um teto ou telhado e etc. (EASTMAN, 2014).

### 2.1.2 SCRUM

Durante a década de 80, Hirotaka Takeuchi e Ikujiro Nonaka perceberam, através das pesquisas em fabricas de automóveis e produtos de consumo, que ao utilizar pequenas equipes e multidisciplinares em projetos produziam melhores resultados e criaram um modelo de gerenciamento de projetos que incluía a sobreposição de fases no processo e o trabalho em equipe durante as longas fases do projeto (FERNANDES; ABREU, 2012).

No início dos anos 90, a metodologia Scrum foi introduzida em algumas empresas e durante o ano de 1995 iniciou-se uma difusão na comunidade acadêmica em todo o mundo. O Scrum é uma metodologia ágil para gestão e planejamento de projetos de qualquer natureza (FERNANDES; ABREU, 2012).

O objetivo principal é assegurar a rapidez nas entregas e potencializar a aderência aos requisitos expectativas dos clientes, a contribuição e sinergia da equipe e produtividade individual (FERNANDES; ABREU, 2012).

Schwaber (2004 *apud* FERNANDES; ABREU, 2012, p. 401) afirma que projetos complexos acontecem quando as atividades intermediarias não permitam a criação de um processo definitivo e controlado, que crie produtos de níveis aceitáveis de qualidade.

Continuando, a complexidade de um projeto ainda dependerá das condições e expectativas do cliente e das habilidades, conhecimentos e atitudes que podem ser descobertas nos integrantes da equipe de projeto (FERNANDES; ABREU, 2012).

Em uma situação como esta, é recomendado o uso do conceito de controle prático de processos que utilizam a organização e o senso de urgência através de três pilares que são a visibilidade, inspeção e adaptação como está escrito abaixo (FERNANDES; ABREU, 2012):

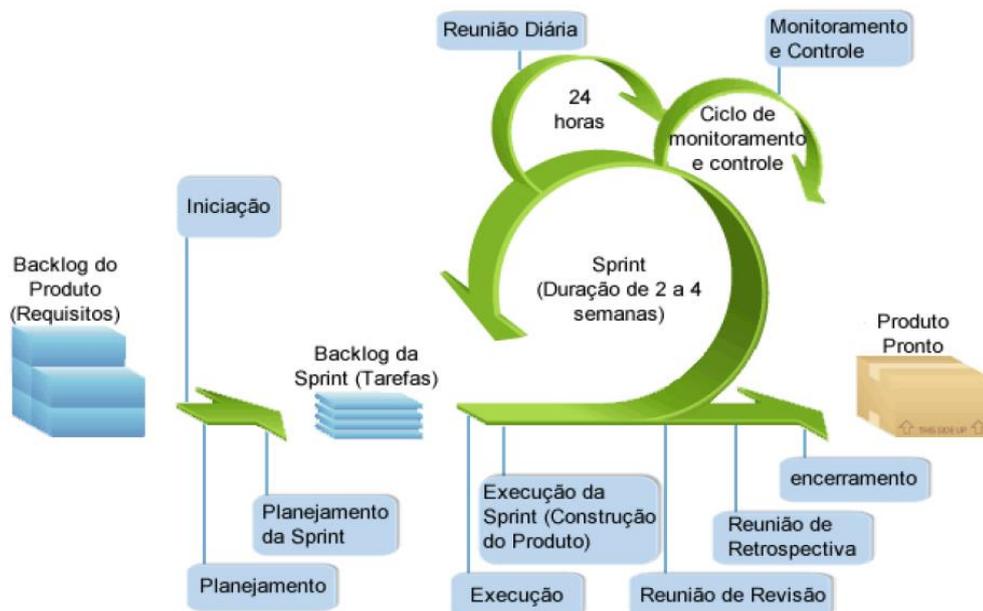
- Visibilidade: Transparência no controle de todos os aspectos que afetam os resultados;
- Inspeção: Todos os aspectos do projeto que devem ser inspecionados com frequência, visando encontrar erros;
- Adaptação: Após a inspeção, deve haver ajustes para minimizar desvios que prejudiquem a aceitação da entrega final.

Com estes conceitos, podemos compreender que o Scrum se trata de um processo prático onde essa estrutura forma um conjunto de práticas organizadas em uma movimentação de atividades coordenadas através de regras, procedendo em um curto intervalo de tempo por equipes com habilidades e responsabilidades características. Cada execução de uma atividade

gera uma melhoria no produto que em seguida deve ser inspecionada e ajustada diariamente pela própria equipe dirigida por uma lista de objetivos definidos no início do projeto (FERNANDES; ABREU, 2012).

De acordo com Carvalho e Mello (2009), o Scrum possui três cargos principais: *Scrum Master*, *Product Owner* e a equipe. Estes possuem uma importância significativa para o andamento do projeto. Schwaber e Sutherland (2009) apresentam que o modelo faz o uso de fases de trabalho para criar uma regularidade durante o processo de desenvolvimento. As fases do Scrum, também conhecidas como *Time-Boxed*, engloba o *Release Planning Meeting*, *Sprint*, *Daily Scrum Meeting*, *Sprint Review* e o *Sprint Retrospective*. Em essência, o Scrum é o *Sprint* que faz uso do *Framework* do mesmo, fazendo com que o produto final seja aperfeiçoado e realizável, como é exemplificado na Figura 3.

Figura 3: Ciclo de Desenvolvimento do Scrum



Fonte: Mike Cohn (2018)

Como foi mostrado na Figura 3, os insumos necessários para o seu início até o produto resultante de suas atividades, é observado também que em cada processo há um ciclo e uma duração para que seja necessária à sua efetuação.

Segundo Fernandes e Abreu (2012, p. 403), pode se entender os seguintes elementos dos fluxos:

- Entrada dos executivos, time, clientes, usuários e outros envolvidos é elaborado pelo *Product Owner*, incluindo os entregáveis e cada *Sprint*, de forma a maximizar o ROI - *Return On Investment* (Retorno Sobre Investimentos);

- *Backlog* do produto também é elaborado pelo *Product Owner* e contém os requisitos funcionais do produto a ser entregue com as devidas priorizações;
- Reunião de planejamento da *Sprint*: O projeto é dividido em *sprints* com a duração de trinta dias a ser executada uma após a outra sem interrupções;
- *Sprint* é a própria iteração de desenvolvimento do produto que possui duração fixa;
- Scrum reunião diária é feita em quinze minutos e cada recurso da equipe responde as questões com relação as atividades realizadas no dia, baseando-se também no ultimo Scrum diário;
- Reunião de revisão de *Sprint* é onde o time apresenta o resultado do trabalho gerado na *Sprint* e definem o que será feito no próximo *Sprint*;
- Reunião de retrospectiva do *Sprint*.

De acordo com Fernandes e Abreu (2012, p. 408), a inclusão dos métodos ágeis como o Scrum para projetos de engenharia tem contribuído para as empresas da construção civil benefícios relacionados a melhoria da capacidade de gestão e vantagens competitivas em relação a outras empresas. Entre esses benefícios pode-se citar:

- Maior agilidade no controle e no gerenciamento do andamento dos trabalhos;
- Destaca o trabalho em equipe e foco em resultados rápidos propicia um maior senso de cooperação e de responsabilidade compartilhada;
- Equipes mais motivadas e com autoestima constante renovada;
- Mais efetividade no plano de comunicação, devido às renumerações e comunicações constantes entre os membros do time Scrum e conseqüentemente, usuários mais informados, durante e após *Sprints*;
- A evolução do projeto e os eventuais riscos e impedimentos tem maior visibilidade no momento em que acontecem;
- Maior assertividade no atendimento aos requisitos dos clientes;
- Melhor produtividade das equipes, uma vez que as tarefas que não agregam valor ao resultado tendem a ser eliminadas do trabalho;
- Redução de *overhead* das empresas, uma vez que as equipes são auto gerenciadas e estão integralmente envolvidas em projetos;
- Melhor qualidade dos produtos, devido à maior probabilidade de detecção antecipadas de incompatibilidades;

- Detecção antecipada de obstáculos que possam comprometer o desenvolvimento e a entrega dos produtos;
- A possibilidade de responder mais rapidamente a mudanças nos requisitos que podem ser incluídas em *Sprints* seguintes;
- Visibilidade antecipada do ROI dos projetos, devido à priorização dos requisitos de maior importância e às entregas em prazos mais curtos e constantes.

### 2.1.3 Gerenciamento e Qualidade na Construção Civil

Durante muitos anos a construção civil foi associada a baixa produtividade e à especulação de custos, se tornando alvo fortes de críticas ao baixo desempenho do setor. Nos anos 90 houve a inserção fundamental da temática da qualidade e da implementação dos programas de qualidade da indústria da AEC brasileira. Graças ao surgimento do Código de Defesa do Consumidor (Lei nº 8.078 de 11/09/1990) que forneceu um maior apoio legal e agilidade aos processos de denúncias de falhas ou vícios construtivos em edificações, e a criação do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade – Habitação (PBQP-H) (MELHADO, 1994, p. 23).

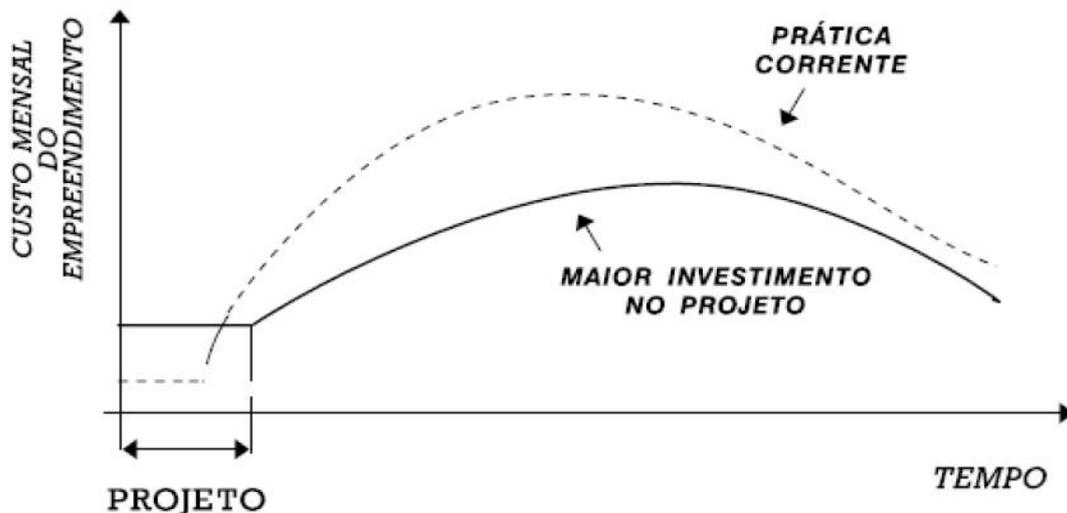
O PBQP-H foi criada no início da década de 90 com o objetivo de transmitir novos conceitos de qualidade, gestão e organização da produção de habitações, indispensável à modernização e competitividade das organizações brasileiras de construção civil. Ainda na década de 90 foram publicadas as normas da NBR ISO 9000 (ABNT, 2000) que consiste em um grupo de normas técnicas que definam um modelo de gestão da qualidade e para organizações em geral, independente do seu tipo ou dimensão. Essas melhorias na qualidade da construção de edificações representa uma melhora na utilização de recursos, ocasionando em produtos melhores, a maior produção e possibilitando também a geração de mais empregos (MELHADO, 1994, p. 2).

Melhado (1994, p. 195) define o projeto como uma “atividade ou serviço integrante do processo de construção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução.”

Com a estabilização dos programas de qualidade, se tornou mais evidente o potencial de projetos de racionalização do processo de execução e a qualidade do produto resultante que depende da eficiência do desenvolvimento do projeto (MELHADO, 1994, p. 4).

Melhado (1994, p. 72) defende que para o sucesso de um projeto não pode ser resumido em uma caracterização geométrica no papel da obra a ser construída. O projeto deve ser concebido além do produto, ou seja, o seu processo de produção e deve agregar eficiência e qualidade ao produto, mesmo que resulte em um alto investimento inicial.

Figura 4: Gráfico de Maior Investimento na Fase do Projeto



Fonte: MELHADO, 1994.

A atividade de projeto é um subsistema do conjunto das atividades ligados a construção de um empreendimento, devendo estar integrado com os seus objetivos e procedimentos (MELHADO, 1994, p. 164).

## 2.2 FERRAMENTA BIM

De acordo com Engenho Editora Técnica (2018), a tecnologia BIM (*Building Information Model*), se trata de um processo de elaboração de projeto no qual diversos programas computacionais que integram em um arquivo em comum todas as informações da obra e do projeto. Permitindo assim, a integração de várias disciplinas de projeto (como elétrico, hidráulico, estrutural e outros), sendo possível sobrepô-los para garantir que não haja interferências entre os projetos, gerando então uma economia de tempo. Com esta tecnologia é possível também, verificar como vai ficar antes mesmo dela começar.

O BIM proporciona e impõe adoção de novas técnicas para serem aplicadas no canteiro de obras. Todos que estão envolvidos no projeto, do construtor ao fornecedor, iram trabalhar sob a mesma plataforma (BUBNIAK, 2013).

Segundo Burgardt, Kindle e Reis (2011), afirmam que os cálculos automatizados proporcionados pelo BIM, geram uma redução de prazos e uma ampliação no detalhamento e uma precisão no orçamento. Com essa rapidez é possível proporcionar estudos de diversos cenários, soluções alternativas e estudar o impacto das alterações no escopo e no custo de forma rápida. Com o uso dessa tecnologia é possível que os orçamentistas possam atuar de maneira mais focada nos custos unitários e menos nos quantitativos.

Com um projeto desenvolvido em BIM, é possível reduzir custos com maquetes físicas, que possuem um custo significativo, pois o próprio será uma maquete 3D. Também é possível aumentar acrescentar informações fornecidas ao cliente. Eduardo Toledo dos Santos, Professor da Escola Politécnica da USP, afirma que com as maquetes virtuais proporcionam ao comprador a possibilidade de realizar passeios virtuais pelos cômodos da edificação. Reduzindo a discrepância entre as peças publicitárias e a realidade pós-obra. Estes modelos publicitários poderão ser desenvolvidos pelo próprio projeto em BIM (BURGARDT; KINDLE; REIS, 2011).

Com a aplicação desta tecnologia para o desenvolvimento de projetos, há uma alteração no fluxo de informações e nas interfaces dos projetistas e o coordenador de projeto. Ou seja, o projeto deixa de ser um processo linear e passa a ser integrado (BURGARDT; KINDLE; REIS, 2011).

Rodriguez (2005), afirma que a análise, verificação e correção das interferências físicas entre as diversas soluções de projeto, consistem na compatibilização de projetos.

Todas as edificações exigem projetos topográfico, estruturais, hidráulicos, elétricos, arquitetônicos e outros. E geralmente estes são desenvolvidos separadamente, gerando conflitos entre eles. A compatibilização consiste na sobreposição dos projetos possibilitando na identificação dos conflitos (SANTOS, 2013).

Com os problemas de incompatibilidade, por exemplo, um tirante fixado e uma viga para a sustentação de uma cobertura de terraço, prever esta carga na viga; furos nas estruturas de concreto armado, já que a frequência de tubulações sanitárias necessita de furos nesta viga; a escolhas de pisos cerâmicos em áreas molhadas, para que o ralo se localize na quina das cerâmicas. (SANTOS, 2013).

O profissional responsável de realizar esta atividade precisa possuir conhecimentos sólidos em projeto e organização para gerenciar o trabalho das equipes ou projetistas. Este tem a responsabilidade de coordenar as alterações necessárias para as sobreposições dos projetos, não resultando em interferências indesejáveis (SANTOS, 2013).

Com a adição de novas tecnologias em sistemas 3D, é possível automatizar a compatibilização de interferências de diferentes projetos (NAKAMURA, 2011).

A compatibilização é fundamental para evitar erros de interferências entre diferentes tipos de projetos, deste modo, reduzir retrabalhos, atrasos, desperdícios e custos (NAKAMURA, 2011).

A metodologia/conceito BIM tem mostrado uma grande eficiência na resolução de problemas de incompatibilizações, com pouco desenvolvimento no Brasil. Este conceito, inicialmente estudado por Charles Eastman que trabalha com a parametrização de elementos de edificações, iniciando de um modelo tridimensional, ao contrário de outros projetos, de forma bidimensional (COSTA, 2013).

O BIM não se limita apenas a edificações, este conceito pode alcançar desde da indústria de produtos e materiais, passando pelos projetos de edifícios, estradas e outros de infraestrutura que se prologam pela manutenção desmonte ou até reuso da obra. Contudo, o setor da construção civil pode ser visto como um componente central deste processo de difusão, assim deste modo, criando uma demanda para os demais setores, sendo neles, a orientação da difusão do BIM.

De acordo com Andrade e Ruschel (2009), a concepção do BIM ainda não foi totalmente absorvida pelo mercado. As empresas de projetos, em sua maioria, estão preocupadas em usar a parametrização na elaboração do produto final e qualidade compatível de forma separada para cada área. Deste modo, os conceitos de interoperabilidade precisam ser elaborados visando uma total utilização do potencial da tecnologia BIM.

Ruggeri (2016), esclarece que com o uso pleno da ferramenta BIM conta como um importante acessório tecnológico para possibilitar melhores interações entre os profissionais envolvidos. O autor reforça que o trabalho deve ser vinculado aos conceitos de coletividade e de complexidade.

De acordo com Ruggeri (2016), o conceito tradicional de gestão de projetos da construção civil, tem como base a cooperação entre os profissionais envolvidos, o que pode ser entendido como a soma dos resultados de cada profissional. Já o conceito de colaboração da tecnologia BIM, ocorre de forma em conjunto com diversos intervenientes numa relação de igualdade que promove a ajuda mútua e obtenção dos objetivos que beneficiam a todos.

Nessa mesma linha de pensamento, Kassem e Amorim (2015) informam que a aplicação do BIM traz consigo novas formas de comunicação entre os projetistas e os demais agentes envolvidos no projeto, levando na reorganização de fases, agentes e produtos do projeto. Como

resultado os profissionais envolvidos devem se adaptar e aprender novas técnicas de conhecimentos no desenvolvimento e na gestão de projetos.

Segundo Eastman (2014), ao invés de projetar em uma instancia de elemento da construção como uma parede ou uma porta, o projetista estabelece uma família de modelo ou classes de elementos, ou seja, um conjunto de regras e relações para controlar as solicitações dos elementos que podem ser gerados, mas cada um funcionará dentro de seu próprio contexto. Os blocos são estabelecidos usando como parâmetros as distâncias, ângulos e regras como “vinculado a”, “paralelo à” e “distante de”. Estas relações permitem que cada solicitação varie de acordo com os parâmetros contextuais. Essas regras podem ser estabelecidas como requisitos como que o projeto deve atender, possibilitando ao projetista realizar modificações, enquanto as regras verificam e atualizam detalhes para manter o elemento de projeto dentro de suas regras e alerta o usuário quando essas solicitações não são atendidas.

Objetos podem ser estabelecidos em diferentes níveis de agregação, ou seja, pode-se definir uma parede de acordo com os seus componentes. Os objetos podem ser estabelecidos em quaisquer níveis de hierarquia. Por exemplo, e um peso de um subcomponente de uma parede é alterado, o peso de toda a parede é alterado (EASTMAN, 2014).

Regras para objetos que podem ser identificados quando uma determinada modificação infringe a viabilidade do objeto no que diz a respeito à tamanho, construtibilidade, etc. (EASTMAN, 2014).

Conjuntos de atributos vinculados, recebidos, anunciados e/ou exportados, como materiais estruturais, dados acústicos, dados de energia, dentre outras com suas aplicações e modelos (EASTMAN, 2014).

Manzione (2014), destaca que a *BuildingSmart* – organização internacional com o objetivo de melhorar o intercâmbio de informações entre os programas computacionais utilizados na indústria da construção civil – elabora e mantém padrões de trabalho em BIM de maneira livre, conhecido como *OpenBIM*. Graças os três conceitos básicos de relações de dados que possibilitam esses padrões, são eles:

- *Industry Foundation Classes (IFC)* – formato de arquivo que possibilita a troca de informações entre diferentes *softwares* associados a um mesmo projeto.
- *International Framework for Dictionaries (IFD)* – um dicionário de dados que estabelece qual informação da edificação será trocada e compartilhada.
- *Information Delivery Manual/Model View Definition (IDM/MVD)* – um guia que estabelece quando e quais informações serão trocadas e compartilhadas.

De acordo com Manzione (2014), o formato IFC foi elaborado pela empresa *BuildingSmart*. O autor destaca que esse foi registrado pela *International Organization of Standardization* (ISO) que se encontra em processo para se tornar oficial.

### 2.2.1 As Dimensões do BIM

A plataforma possui diversas camadas de informações conhecidas como dimensões, estas podem ser 3D, 4D, 5D, 6D até nD, de acordo com o contexto da aplicação. Segundo Neil Calvert (2013), as 7 principais dimensões do BIM são:

- 2D Gráfico: são as dimensões do plano, onde são representadas graficamente as plantas do empreendimento;
- 3D Modelo: Acrescenta a dimensão espacial ao plano, um modelo 3D que pode ser utilizado na visualização em perspectiva de um empreendimento, na pré-fabricação de peças, em simulações de iluminação. No caso do BIM, cada componente 3D possui atributos e parametrização que os caracterizam como parte de uma construção virtual de fato e não apenas uma representação virtual.
- 4D Planejamento: Acrescenta a dimensão tempo ao modelo, definindo quando cada elemento será comprado, armazenado, preparado, instalado, utilizado. Também organiza a disposição no canteiro de obras, a manutenção e movimentação das equipes, os equipamentos utilizados e outros aspectos que estão cronologicamente relacionados.
- 5D Orçamento: Acrescenta a dimensão custo ao modelo, determinando quanto cada parte da obra vai custar, alocação de recursos a cada fase do projeto e seu impacto no orçamento, o controle de metas na obra de acordo com os custos.
- 6D Sustentabilidade: Acrescenta a dimensão energia ao modelo, quantificando e qualificando a energia utilizada na construção, em paralelo com a 5ª dimensão. A energia, neste caso, pode estar diretamente relacionada ao impacto físico do projeto no meio em que está inserido.
- 7D Gestão de Instalações: Acrescenta a dimensão de operação ao modelo, onde o usuário final pode extrair informações de como o empreendimento como um todo funciona, suas particularidades e quais os procedimentos de manutenção em caso de falhas ou defeitos.

- 8D Segurança: Acrescenta a dimensão segurança ao modelo, prevenindo possíveis riscos no processo construtivo e operacional, adicionando componentes de segurança e indicativos de riscos.

Dependendo do contexto outras dimensões podem ser consideradas.

### 2.2.2 AUTODESK REVIT

De acordo com o Instituto Bramante (2018), o programa *Revit* é um dos mais importantes seguimentos do BIM. Pois nele, segundo o autor, não se cria mais uma série de desenhos, imagens e tabelas, como se fazia nas plataformas CAD (*Computer Aided Design*) para a execução de um projeto. Nesta ferramenta computacional é possível criar um modelo digital central único que extrai todas as informações necessárias para a execução e manutenção de uma obra.

O *Revit* é dividido em três modalidades de projeto: *Architecture*, para projetos arquitetônicos; *Structure*, para projetos estruturais; *MEP*, para projetos de instalações elétricas, hidráulicas, sanitárias e mecânicas. Neste contexto, cada projetista pode executar seu projeto a partir de um modelo arquitetônico (ERON COSTIN, 2012).

Ferramacho (2016) afirma que quando um projeto é executado em um sistema tradicional de desenho como o *AutoCad* (principal *software* do sistema CAD), há uma maior possibilidade de gerar erros do que com o uso do *Revit*, pois as probabilidades de erros são menores, já que o sistema projeta a obra por inteira.

Atualmente o *Revit* é líder de mercado e um dos *softwares* mais conhecidos, possui uma estrutura completamente separada do *AutoCAD* com uma distinta estrutura de códigos, possuindo uma família de materiais, uma interface amigável de fácil compreensão, ampla biblioteca que é alimentada por terceiros, possui um suporte bidirecional que facilita a atualização tanto de desenhos quanto de vista de modelos, também é possível ter acesso simultâneo ao mesmo projeto, incluindo um suporte ao multiusuário por causa de sua excelente biblioteca. No entanto, não é capaz de suporta curvas complexas, e possui dificuldades com arquivos muito grandes, se tornando lento. (EASTMAN *et al.*, 2014).

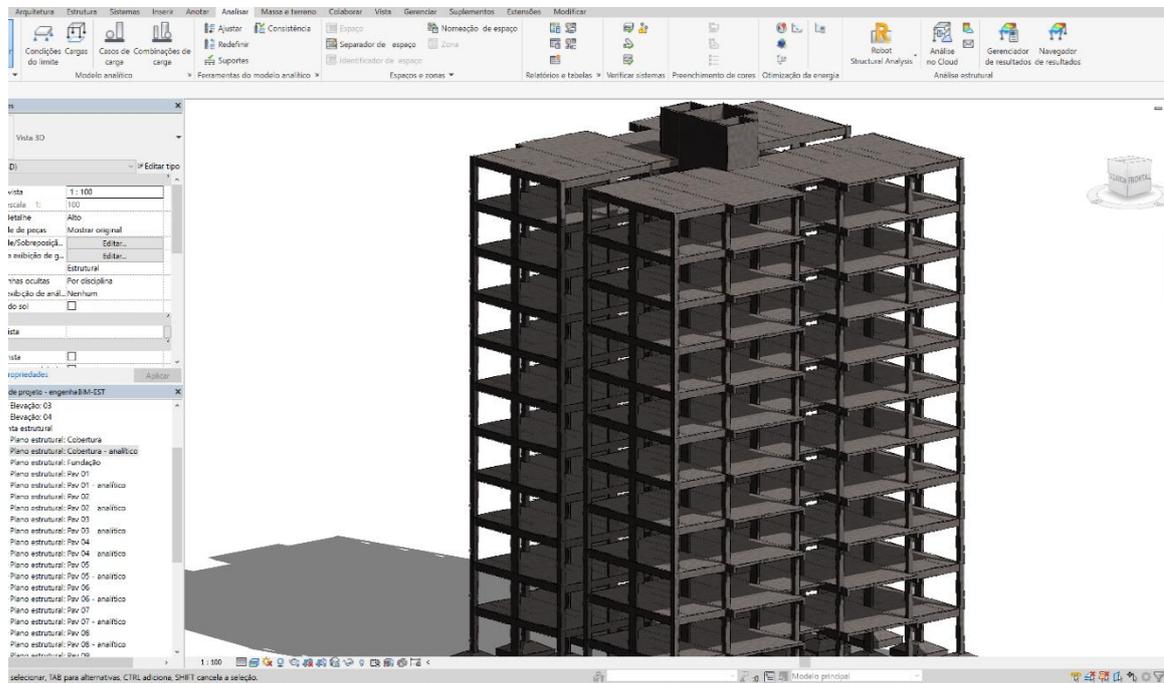
### 2.2.3 Compatibilização Estrutural

Com o uso do *Autodesk Revit Structure* é possível modelar e detalhar elementos estruturais, como vigas, pilares, lajes, treliças e outros componentes estruturais que permitam um projeto estrutural detalhado com tabelas de quantitativos e documentação de forma rápida e eficiente (BRITO e TAKII, 2015).

A NBR 6118 (ABNT, 2014) estabelece alguns parâmetros para que sejam executados furos em vigas, levando em consideração deslocamentos verticais e a quantidade necessária de armadura para a construção da viga. Para lajes deve-se ser verificada a sua resistência e deformações previstas, sendo dispensadas desta verificação lajes armadas em duas direções.

A NBR 6118 (ABNT, 2014) também estabelece que para canalizações embutidas, são consideradas quando resultam em aberturas segundo o eixo longitudinal de um elemento linear, sendo um elemento de superfície ou imersas no interior de um elemento volume.

*Figura 5: Projeto Estrutural no Revit Structure*



Fonte: Fabricio Ferreira (2018)

## 2.2.4 Compatibilização Elétrica

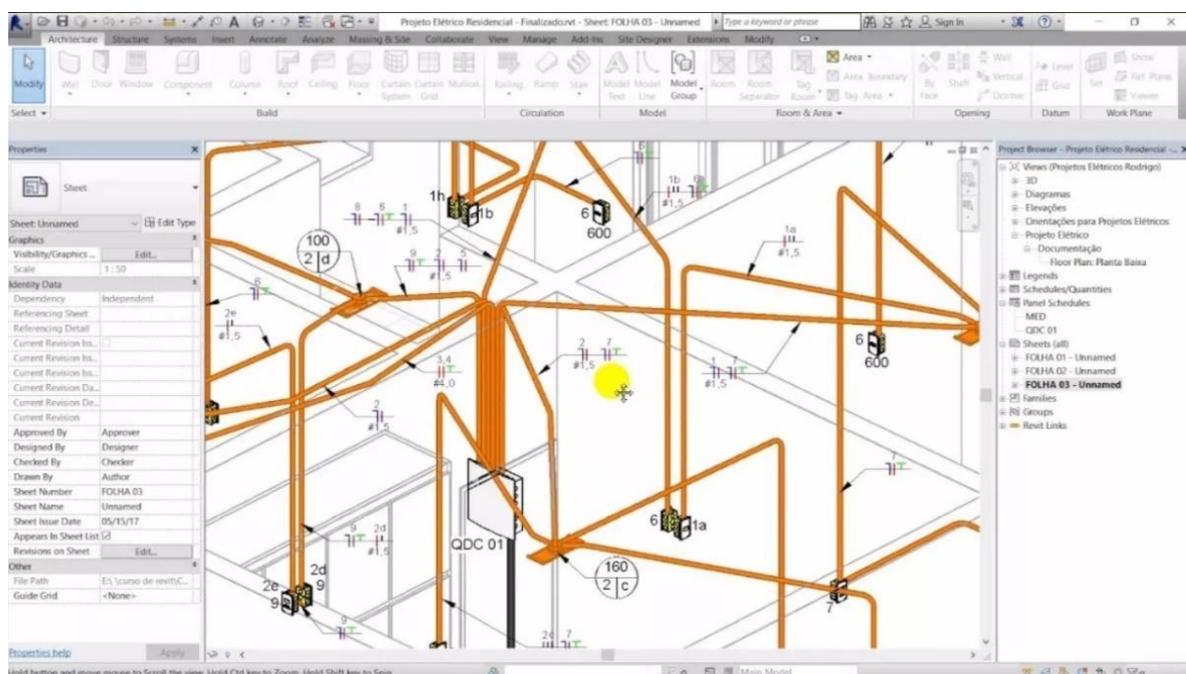
Com o uso do *Autodesk Revit MEP* torna-se possível a elaboração de projetos elétricos e hidro sanitários com os seus complementos e detalhamentos de tubulações, eletrodutos e outros elementos do gênero. Gerando de forma automática tabelas de quantitativos, quadros detalhados dos materiais utilizados e outros documentos necessários (BRITO e TAKII, 2015).

A NBR 5410 (ABNT, 2005) para instalações elétricas de baixa tensão estabelece os critérios da compatibilização do elétrico, é necessário seguir os seguintes processos como: a definição da área a ser iluminada; determinação de parâmetros (Altura de trabalho, iluminância,

reflexão, ambiente, fator de manutenção, quantidade); escolha do tipo de luminária, orientação e as características de iluminação da luminária.

Com o uso de *softwares* para o dimensionamento, onde serão analisadas com relação a norma brasileira NBR 5410 (ABNT, 2008), e em caso do não atendimento, o projetista poderá modificar os critérios como iluminância do ambiente devido as características da luminária ou forma de disposição no layout, até adequar o projeto a norma e ao desejo do cliente (MARCIEL; AZANKI; LOPES, 2016).

Figura 6: Projeto Elétrico no Revit MEP



Fonte: Autodesk Inc. (2018)

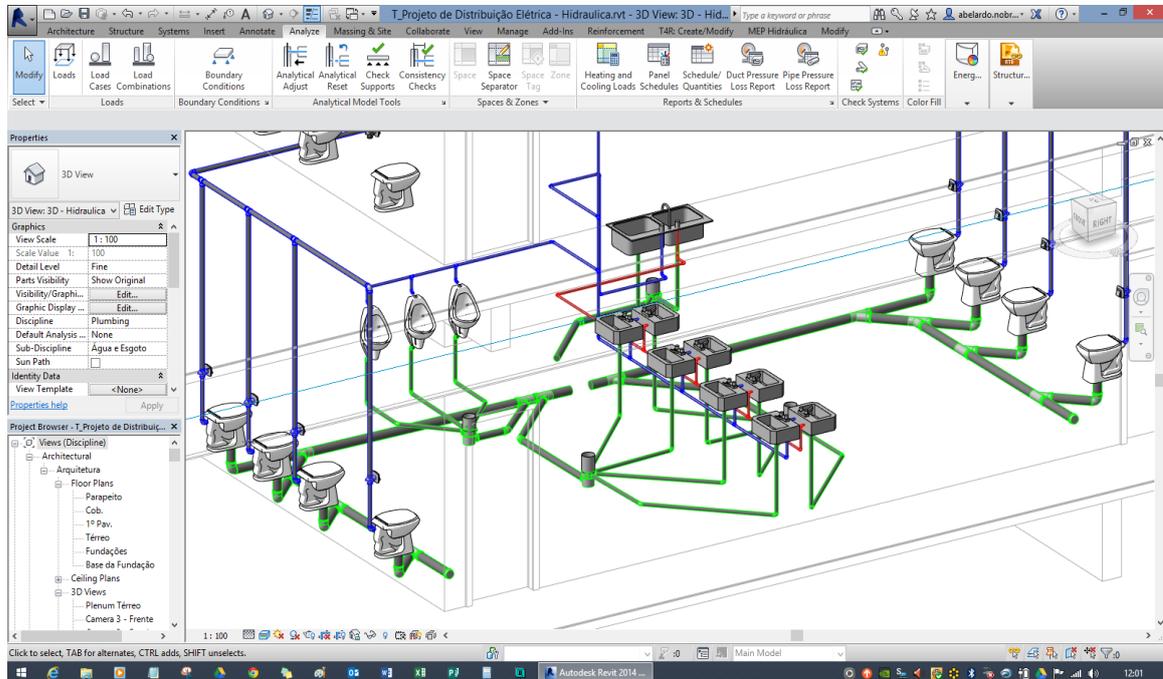
### 2.2.5 Compatibilização Hidro Sanitária

A NBR 5626 (ABNT, 1998) para instalação predial de água fria estabelece critérios para o emprego de materiais das instalações hidráulicas que tenham sido fabricados conforme as normas correspondentes de cada componente, ou seja, para que o sistema projetado funcione é necessário o uso de elementos fabricados seguindo as demais normas.

Segundo Reginatto, Cunha e Bedin (2017) o processo de modelagem do hidro sanitário tem início através da identificação dos elementos de tubulações, como a inclinação necessária para as instalações sanitárias. Importando a planta em DWG para o *software Revit* e iniciar a modelagem utilizando as bibliotecas de tubulações e conexões, após o posicionamento correto

das peças sanitárias inicia-se o lançamento das tubulações divididas em água fria e esgoto sanitário.

*Figura 7: Projeto Hidro Sanitário no Revit MEP*



Fonte: Actech Training Center (2018)

### 2.3 APLICAÇÃO DO BIM 3D

De acordo com Flanagan (2018), a construção civil tem migrado do modelo de negócio baseado na valorização do setor econômico para uma realidade onde fatores políticos, ambientais, socioeconômicos e tecnológicos desempenham funções muito importantes para o desenvolvimento de projetos e execução da obra.

Segundo Nóbrega Júnior (2013), a realidade atual do mercado da construção civil no Brasil, está cada vez mais recorrente a atuação de vários profissionais de diversas áreas de conhecimento e diferentes empresas na elaboração de um projeto. Nessa forma de pensamento e atuação, percebe-se que uma participação crescente no número de técnicos nas áreas da engenharia e arquitetura nos processos de planejamento integrados na execução de obras. Devido as consequências do aumento da complexidade dos projetos; no aumento no número de materiais alternativos disponíveis no mercado, uso de tecnologias acessíveis e a possibilidade da terceirização de etapas construtivas originadas de um conceito de “processo de montagem”, o apoio e a integração de diferentes profissionais tem uma grande importância para o êxito do

projeto final, no entanto isso pode trazer dificuldades na coordenação de trabalhos e projetos dos projetistas.

Nóbrega Júnior (2013), também afirma que a ferramenta BIM tem se tornado cada vez mais forte entre os desenvolvedores e coordenadores de projeto. Isso facilita as atividades dos profissionais, visando as possibilidades do desenvolvimento simultâneo do serviço, o que difere do método tradicional, onde as etapas acontecem de forma sequencial. Assim, a plataforma BIM destaca um novo método de desenvolvimento de projeto que consiste em pensar de forma colaborativa ao invés de cooperativa.

Ainda no tema em questão, Kassem e Amorim (2015) complementam que as iniciativas de implementação do BIM no Brasil, que possui o objetivo de melhorar a eficiência e a sustentabilidade de projetos da construção civil, influenciando na previsão de resultados e no retorno de investimentos, aumentando as exportações e promove crescimento econômico.

De acordo com Kassem e Amorim (2015), o setor público apresenta uma lentidão na implementação do BIM, em comparação com as áreas acadêmicas e privadas. Entretanto o Exército Brasileiro é uma exceção, pois nele a implementação da plataforma ocorreu em 2006, e nas outras instituições ocorreu somente em 2013.

Ferreira e Bueno (2014), afirma que o Exército Brasileiro foram os primeiros a implementar a tecnologia de forma bem-sucedida no desenvolvimento, planejamento e controle na execução de obras. A instituição faz uso desta plataforma integrada com a GIS através do sistema OPUS, com a finalidade de unificar projetos em uma única plataforma. Viabilizando a implementação desta nova tecnologia de modo que todos os departamentos passem a se adaptar ao novo método de trabalho integrado.

Voltando para Kassem e Amorim (2015), afirmam também que possivelmente umas das ações estatais com resultados públicos ocorreu em 2010 na aquisição de uma versão inicial da biblioteca BIM para os projetos do programa “Minha Casa Minha Vida”, respondendo as necessidades do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC, da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI. A biblioteca foi publicada em 2011, uma coleção de gabaritos e famílias de produtos genéricos, desenvolvido pela Contier Arquitetura e pela GDP – Gerenciamento e Desenvolvimento de Projetos. Estes modelos elaborados servem como referências para projetos do gênero e são elementos de estudo na formação do BIM.

Ainda em 2010, de acordo com os autores, a Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto do Rio de Janeiro (CDURP) realizou a primeira licitação que faz referência ao BIM. Mas foi somente em 2014, que as novas licitações passaram a exigir processos em

BIM, sendo uma para a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), para a construção de mais de duzentos aeroportos, e outra para a construção de hospitais em Santa Catarina.

Segundo Kassem e Amorim (2015), diversos projetos públicos como o Museu do Amanhã da cidade do Rio de Janeiro, e algumas instalações da Copa do Mundo e das Olimpíadas foram concebidas (pelo menos em parte) por meio dos recursos BIM. Os autores citados acima, também explicam que o uso desta plataforma foi de escolha das próprias empresas contratadas no qual os projetos licitados foram permitidos ou/e facilitados a adoção do BIM, provavelmente pelo Regime de Contratação Diferenciada – RDC.

No ano de 2016, ocorreu o “1º Seminário” BIM ou em tradução livre “Construção e Modelagem de Informação. Este seminário foi organizado pela Secretaria do Patrimônio da União (SPU), este órgão é vinculado pelo Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, cujo o público alvo fora de modo geral gestores como diretores, gerentes, engenheiros e arquitetos do serviço público e privado.

Segundo Ferreira e Bueno (2014), muitos órgãos da administração pública devem-se empenhar em seguir os ensinamentos do Exército Brasileiro. Sobre o assunto em questão, os autores destacam que umas das principais dificuldades é a inclusão de atividades de planejamento e a sua execução em uma única plataforma, tendo em vista a falta de integração, de modo geral, inter e intrainstitucional entre as diversas partes da administração.

Nessa sequência, o Instituto de Obras Públicas (IOP) – Associação sem fins lucrativos, constituída por servidores da administração pública federal, estadual e municipal de nível superior, que exercem atividades relacionadas ao planejamento, à concepção e à implantação de obras públicas – argumenta as convicções de especialidades e a interdependência técnica tem de ser aplicadas pelos profissionais da AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação). Essas condições são essenciais para a composição de atribuições institucionais e a integração de novas tecnologias de maneira ágil e eficiente.

Deste modo, Ferreira e Bueno (2014), conclui que no futuro próximo o BIM será uma realidade brasileira e alerta para que os profissionais da administração pública se adaptem para a integração de novas formas de trabalho e/ou tecnologias da informação. Entretanto, os autores apontam que a implementação do BIM poderá ser um tema recorrente entre as esferas do governo.

### 2.3.1 Desafios da implementação

Segundo Souza, Amorim e Lyrio (2009), umas das principais dificuldades destacadas pelos escritórios é a falta de tempo de implantação da tecnologia. A carência de profissionais especializados leva os escritórios a oferecer treinamentos que demandam tempo e altos

investimentos. Realizar trabalhos em BIM não demandam apenas tempo de aprendizado de novos comandos, mas exige também que o profissional estabeleça uma nova forma de pensar no desenvolvimento do projeto. Deste modo, cria-se uma resistência à mudança pela equipe na implantação de novas tecnologias.

Esta incompatibilidade se tornou um item bastante citado entre os parceiros de projeto. A mudança que está para ser iniciada nos escritórios e a tecnologia BIM, ainda é pouco utilizada pelos projetistas (SOUZA; AMORIM; LYRIO, 2009).

Os escritórios possuem uma grande preocupação na aquisição de novos *softwares* que demandam altos investimentos em equipamentos que os suportam, e também alta capacidade de processamento para os pesados arquivos gerados pelos programas BIM (SOUZA; AMORIM; LYRIO, 2009).

De acordo com Souza, Amorim e Lyrio (2009), certos escritórios justificaram que os programas computacionais não se adequam ao trabalho elaborado. Neste ponto as empresas afirmam que não trabalham com projetos que seguem uma mesma linha de pensamento. Deste modo os projetistas acabam levando muito tempo modelando componentes que são exclusivos daquele projeto e não podem ser reaproveitados em outro. Esta característica pode estar relacionada ao baixo nível de industrialização da construção no Brasil, com poucos elementos pré-montados ou pré-fabricados. Isso torna os produtos ofertados pelas bibliotecas BIM escassos, obrigando os próprios projetista suprir essa deficiência.

De acordo com Bueno (2016), o governo precisa perceber a importância da adoção do BIM em obras públicas. Para que isso ocorra esta tecnologia deverá se tornar obrigatório em todos os seus projetos.

Segundo Flanagan (2018), afirma que a construção civil está vivendo um momento de internacionalização de seus projetos e que somente através dela será capaz de desenvolver uma cadeia produtiva de oportunidades crescente, de imparcialidade e de prosperidade. A incorporação de novas tecnologias na Indústria da Construção Civil pode oferecer inúmeros benefícios em termos de economia de recurso e tempo. O autor destaca que o Brasil possui um grande dilema: ir à deriva de encontro ao futuro ou moldá-lo à sua maneira. Ou seja, o país precisa mudar a sua postura e se alinhar com os avanços das indústrias de outros países.

Nos anos de 2014 a 2016, o Brasil tem sofrido com a queda das atividades e com o desemprego. Catelani (2016), afirma que o momento de crise pode ser o momento favorável para o investimento de novas tecnologias na área da construção civil.

Segundo Kassem e Amorim (2015), a introdução do BIM resultará em uma grande mudança nos desenvolvimentos de projetos dos profissionais da indústria produtiva local. O

progresso de adaptação no Brasil, assim como ocorreu em outros países, também contara com suas barreiras culturais, legais e mercadológicas.

### 2.3.2 O Caso do Hospital Infantil de Perth

O Hospital Infantil de Perth, localizado na cidade de Perth - Austrália, foi um projeto cujo o objetivo é a criação de um centro de excelência para cuidados infantis, substituindo o trabalho que existia no *Princess Margaret Hospital*. O governo da Austrália Ocidental e a Empresa John Holland dividiram a gerencia desta obra, durante a sua concepção e construção foi adotado a plataforma BIM, está foi exigida para a gestão das instalações como resultado chave (SHANCEZ, 2015).

A existência de interoperabilidade em todos os sistemas do empreendimento foi necessária para o desenvolvimento e análise dos projetos arquitetônicos, interiores, estruturais, mecânicos, elétricos, hidráulicos, prevenção de incêndio, civis e paisagismo. Em virtude da integração dessas áreas, 26 benefícios foram identificados e alcançados, potencializando mais de quatro no futuro próximo (SHANCEZ, 2015).

Os benefícios obtidos foram: gestão dos componentes existentes; melhor controle de custo; melhoria na gestão de dados e informações e no planejamento e informações. Os benefícios observados estão relacionados a compatibilização dos projetos desde a sua idealização, desta forma a elaboração das instalações ocorreu de forma atrelada sem que houvesse colisões ou retrabalhos futuros (SHANCEZ, 2015).

*Figura 8: Perth Children Hospital*



Fonte: ABC (2018).

### 2.3.3 O Caso da Casa de Ópera de Sydney (SOH)

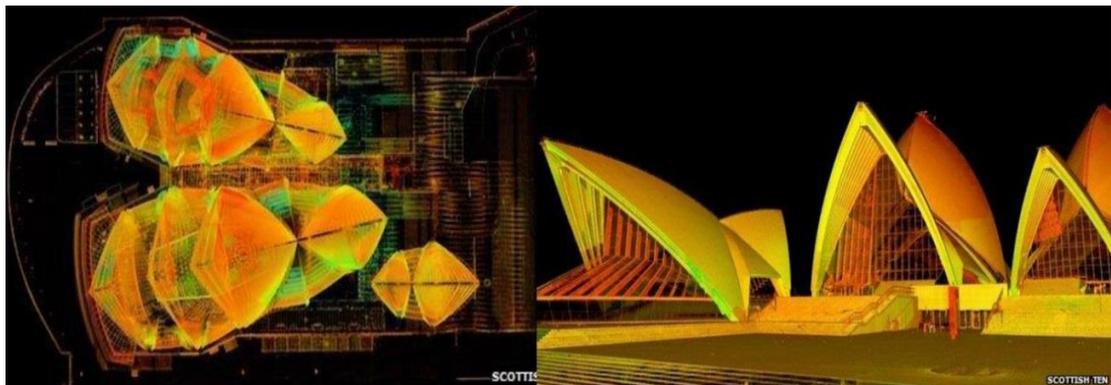
Na cidade de Sydney – Austrália, se localiza a SOH considerada um símbolo de do país e um ponto turístico de reconhecimento internacional. Esta obra arquitetônica foi concebida pelo dinamarquês John Utzon, o período de construção durou entre 1957 e 1973 (SHANCEZ, 2015).

Durante a época da construção não existia a tecnologia que permitia uma plataforma interoperável de baixo custo para servir de auxílio nas fases de execução e manutenção da SOH. Com tudo, no ano de 2004 foram realizados investimentos na estruturação em um banco de dados para gerenciar as informações do projeto construtivo, como a gestão das instalações físicas para garantir segurança na operação predial do dia a dia (SHANCEZ, 2015).

Para garantir a aplicabilidade do BIM na edificação, foram listados componentes que deveriam ser respeitados e integrados, como: o sistema único de dados; complexidade dos materiais; exigências das performances artísticas; sustentabilidade e lista dos patrimônios (SHANCEZ, 2015).

Estes componentes foram integrados à plataforma com o objetivo de auxiliar na manutenção e operação segura e eficiente do empreendimento. Assim, resultando em uma ferramenta interoperável que auxilia na manutenção e expansão das instalações (SHANCEZ, 2015).

*Figura 9: Modelo Virtual Desenvolvido pela Scottish Ten do SOH*



Fonte: BBC (2018)

### **3 METODOLOGIA**

Neste capítulo é apresentado as estratégias de pesquisa que foram abordadas para o desenvolvimento do trabalho.

#### **3.1 DESENHO DE ESTUDO**

Os objetivos propostos neste trabalho de pesquisa foram atingidos adotando a metodologia que consiste na pesquisa aplicada de acordo com Thiollent (2009), fundamenta-se ao redor de problemas presentes nas atividades das instituições, organizações, grupos ou atores sociais. Cujo o objetivo é elaborar diagnósticos, identificação de problemas e buscas por soluções alternativas.

Também foi adotado o estudo de caso que segundo Bruyne, Herman e Schoutheete (1977), tem a importância de reunir informações numerosas e detalhadas com o objetivo de compreender com totalidade uma situação. A riqueza das informações detalhadas possibilita um auxílio maior na compreensão e na resolução de problemas de uma determinada situação.

Qualitativa, pois consiste em estudos que possibilitam a descrição um determinado problema complexo, de forma a analisar a interação de certas variáveis, compreender e classificar os processos dinâmicos (RICHARDSON, 1999).

#### **3.2 LOCAL E PERÍODO DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA**

A pesquisa foi realizada em Palmas – TO, os dados foram coletados no período de janeiro e março de 2019. E estes foram estudados, definidos e concluídos durante o período de abril e junho de 2019.

#### **3.3 OBJETO DE ESTUDO**

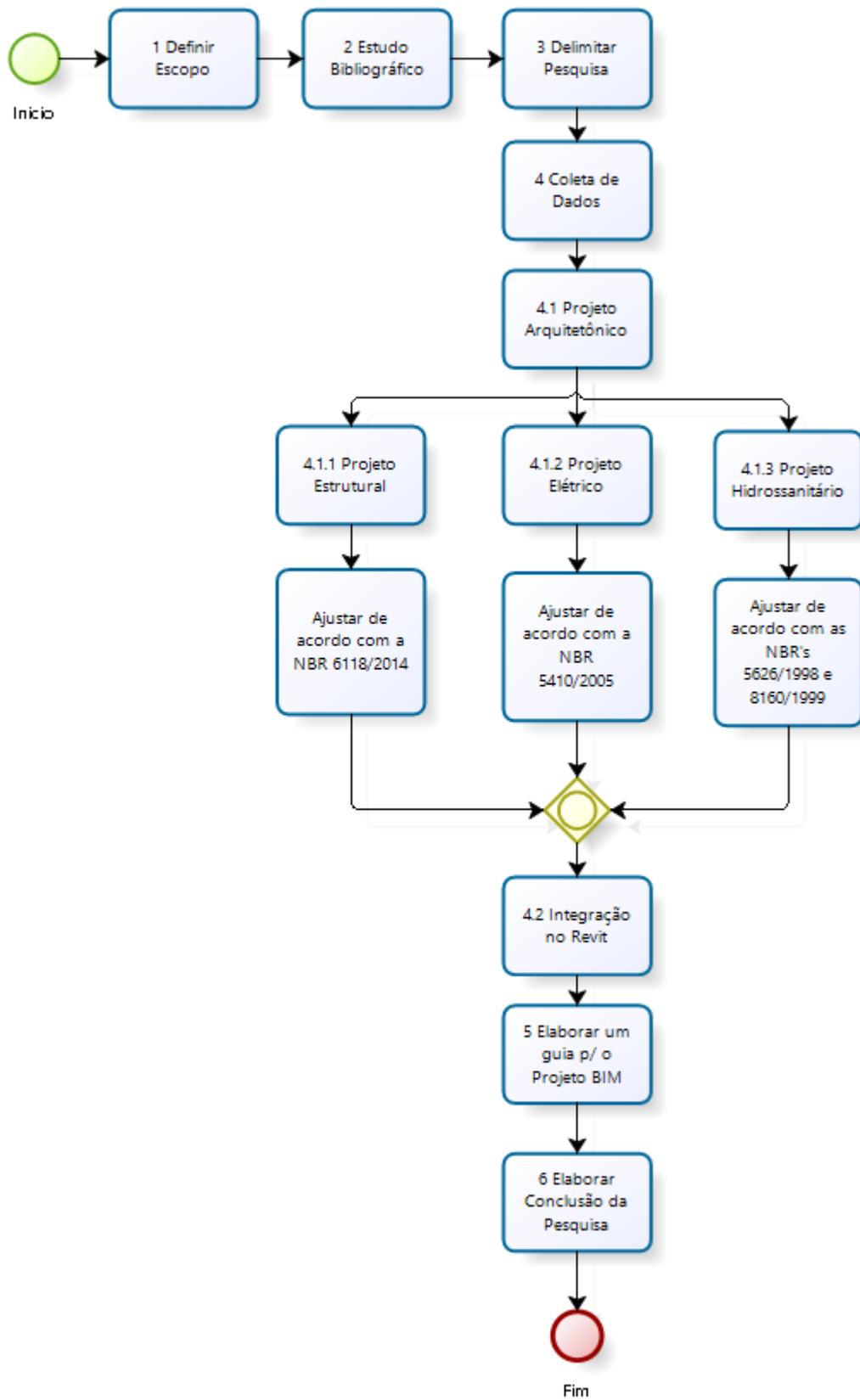
O objeto de estudo foi uma residência unifamiliar em alvenaria que foi concluída em janeiro de 2019. Possui uma área construída de 274 m<sup>2</sup> em um lote de 406,10 m<sup>2</sup> e sua estrutura é de concreto armado, localizada na Quadra 205 Norte Avenida NS 03 no Residencial Privilege em Palmas – TO. O acesso a essa obra se deu por meio do NEI (Núcleo de Empreendedorismo e Inovação) coordenada pela Prof. Dr. Angela Ruriko Sakamoto.

A obra foi totalmente executada com o uso do guia de boas práticas SCRUM que acompanha desde o início pelo NEI.

#### **3.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS**

No intuito de alcançar os objetivos, a pesquisa seguirá o seguinte fluxograma.

Figura 10: Fluxograma para o Desenvolvimento do Projeto



Fonte: Autor (2018)

A etapa 1 consistirá em definir o objeto de estudo e os objetivos a serem atingidos com a pesquisa.

Na etapa 2, será realizado um estudo bibliográfico para obter uma melhor compreensão sobre o conceito do BIM.

Na etapa 3, a pesquisa será delimitada ao BIM 3D, que consiste na consolidação de projetos em um modelo digital, em três dimensões, com todos os elementos projetados. (HAMED, 2015).

Durante a etapa 4, serão recolhidos os dados sobre a obra, como a aquisição do projeto arquitetônico em *Revit*, e os demais dados (projeto estrutural, elétrico e hidro sanitário) que serão fornecidos pelo NEI. Ainda na etapa 4, os projetos serão ajustados a favor da integração na ferramenta Revit de acordo as NBR para cada projeto.

Nesta etapa (etapa 5), será finalmente elaborada um guia para o projeto BIM, com o objetivo de auxiliar a equipe de projeto em novos projetos futuros e para possíveis manutenções ou reformas.

Ou seja, de acordo com o ciclo de vida do projeto é encerrado com a síntese de benefícios e recomendações para aproveitar ao máximo da interoperabilidade ao longo da vida da edificação.

### 3.5 PROTOCOLO DE PESQUISA

O protocolo do presente trabalho de pesquisa encontra-se detalhado no quadro 1, de acordo com as orientações de Yin (2010), para facilitar a replicação da pesquisa e contribuir para a aferição da validade dos resultados.

Quadro 1. Protocolo de Pesquisa

<b>Visão Geral do Estudo</b>
<p><b>Objetivo:</b> o objetivo geral deste trabalho é compatibilizar os diferentes projetos de uma residência familiar.</p> <p><b>Assuntos do Estudo:</b> BIM (<i>Building Information Model</i>).</p>
<b>Procedimento de Campo</b>
<p><b>Apresentação das Credenciais:</b> apresentação como estudante do curso de engenharia civil do CEULP/ULBRA.</p> <p><b>Acessos Locais:</b> combinado com antecedência.</p> <p><b>Fonte de Dados:</b> primária (acesso aos dados da obra, entrevista com as partes envolvidas) e secundária (bibliográfica).</p> <p><b>Advertências do Procedimento:</b> não se aplica.</p>
<b>Questões Investigadas no Estudo</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Uso do BIM na integração de projetos;</li> <li>b. Analisar os projetos integrados;</li> <li>c. Investigar problemas de incompatibilidades;</li> <li>d. Critérios para o uso da ferramenta <i>Revit</i>.</li> </ol>
<b>Esboço do Relatório Final</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar um guia para projetos na plataforma BIM;</li> <li>• Analisar os benefícios de um projeto BIM, para cada etapa do ciclo de vida do projeto;</li> <li>• Apontar os desafios e fatores críticos para a adoção do BIM.</li> </ul>

#### 4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

A coleta de dados se deu durante as visitas técnicas na obra residencial do projeto HH, medições, análise por meio de fotografias das instalações, plantas dos projetos disponíveis e entrevistas com os envolvidos.

É importante destacar que para a execução dos demais projetos de instalações e o estrutural é preciso um projeto arquitetônico totalmente finalizado e aprovado pelo cliente com base, como o projeto arquitetônico em questão não tinha a aprovação dos proprietários isso ocasionou em várias mudanças de última hora já durante a execução e devido a essas mudanças ocasionou em vários erros de compatibilidade entre os projetos gerando em retrabalhados e falhas nas instalações que ainda persistem mesmo após o término da obra.

Devido as inúmeras mudanças, muitas não foram documentadas ou corrigidas em plantas, fazendo necessário que o pesquisador atualizasse os projetos coletando e filtrando entre o que foi executado na obra e o que foi projetado me planta. Para isso foi necessário realizar a coleta por etapas:

- Primeiro foi necessário corrigir o projeto arquitetônico, durante a visita na obra e com auxílio de uma prancheta com a planta baixa da edificação, impressa em uma folha A4, foi verificado as medidas dos cômodos como as áreas internas dos ambientes, posicionamentos de janelas e portas e suas dimensões e os níveis dos pisos na residência e ao mesmo tempo ia se anotando e desenhando as alterações na medida que eram encontradas durante a verificação;
- Com todas as informações do projeto arquitetônico coletadas e atualizadas na ferramenta *Revit*, novamente com o auxílio de uma prancheta com a planta baixa definitiva da edificação em uma folha A4, foi feita a análise do projeto hidrossanitário. Porém todas as instalações já haviam sido fechadas durante a etapa de acabamento da obra, então para atualizar o projeto, foi necessário estudar as plantas dos projetos hidrossanitário existentes na obra e quaisquer dúvidas sobre o projeto como posicionamento e inclinação das tubulações, localização e dimensões das caixas d'água foram sanadas com o engenheiro e os estagiários responsáveis pela obra;
- Para o projeto elétrico o mesmo problema, a instalações já haviam sido fechadas, também foi necessário estudar as plantas dos projetos existentes na obra e sanando dúvidas sobre o traçado dos eletrodutos pela edificação, a distribuição

das potências nos pontos de alimentação, circuitos elétricos e iluminação com os técnicos responsáveis pelas instalações. Mais uma vez com o auxílio de uma prancheta com planta baixa da edificação, também foi anotado o posicionamento das tomadas, interruptores e os pontos de iluminação.

Durante a coleta de dados, todos projetos foram refeitos no *software Autodesk Revit* com exceção do projeto estrutural que se manteve inalterado do início ao fim da obra. O projeto estrutural foi realizado pelo Engenheiro Thyago Naves de Oliveira na Ferramenta *Eberick*, o projeto foi convertido para o formato público IFC e em seguida carregado para o *Revit*.

#### 4.1 ATUALIZAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO

Para refazer o projeto arquitetônico foi necessário realizar o treinamento na ferramenta *Autodesk Revit Architecture*. Após o treinamento da disciplina e com as informações obtidas nos passos anteriores o projeto foi refeito utilizando o *template* de arquitetura, fornecido pelo próprio aplicativo, vinculado ao projeto estrutural que serviu de base para a modelagem do projeto arquitetônico. Ao fazer a vinculação do projeto estrutural, este fica subscrito ao arquitetônico de forma que auxilia durante a etapa de modelagem.

Para a modelagem foi preciso inicialmente configurar as cotas da edificação e criar as seções dos pavimentos como o térreo, superior, caixa d'água e cobertura. Após isso, também é necessário configurar a inserção dos elementos como as espessuras das paredes, pisos, telhados e as dimensões de portas e janelas. Estes elementos são chamados de famílias na ferramenta que o próprio *template* disponibiliza, e em cada família é possível realizar modificações possam atender os requisitos do projeto.

A configuração destes elementos é de suma importância para que outras dimensões do BIM possam ser trabalhadas, como a análise de orçamento e o ponto de vista energético da edificação. Por exemplo, com uma modelagem das paredes se torna possível calcular o volume de argamassa de cimento e areia utilizadas e a área de parede utilizada para receber chapisco, emboço e reboco.

Para o projeto foi utilizado tijolos cerâmicos com espessura de 14 cm com revestimento de 3 cm em ambos os lados, totalizando uma parede com 20 cm de espessura, de acordo com o que foi executado em obra. Assim se torna possível a quantificação e orçamentação de todo o material deste objeto de estudo.

*Figura 11: Projeto Arquitetônico integrado com o Estrutural*



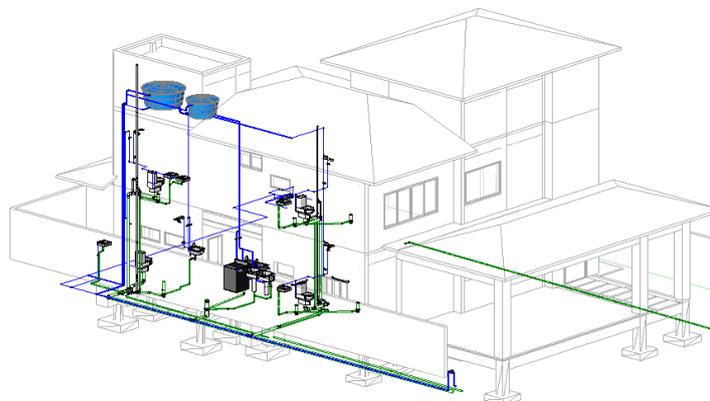
Fonte: O Autor (2019)

#### 4.2 ATUALIZAÇÃO DO PROJETO HIDROSSANITÁRIO

Para refazer o projeto hidrossanitário, foi necessário realizar o treinamento de 40 horas na ferramenta *Autodesk Revit MEP*. Após a etapa de treinamento, hora de modelar o projeto, para isso é necessário vincular os projetos arquitetônico e estrutural ao *template* hidrossanitário, também fornecido pelo próprio aplicativo. Foram utilizadas as famílias Tigre de tubulações PVC e peças hidráulicas.

Primeiramente é necessário configurar as cotas do projeto e criar as seções para cada pavimento, após isso foram inseridas as tubulações hidráulicas de abastecimentos começando pela saída da caixa d'água, durante a inserção destes elementos é importante informar, no *software* os valores de diâmetro e o tipo da tubulação. Depois foram inseridas as tubulações sanitárias e por fim as tubulações de ventilação. Como mostra a figura 12 os tipos das tubulações são indicadas pelas cores como o azul para o abastecimento, verde para o sanitário e roxo para ventilação, de forma que facilite a visualização e a identificação destes elementos pelo autor.

*Figura 12: Projeto Hidrossanitário*



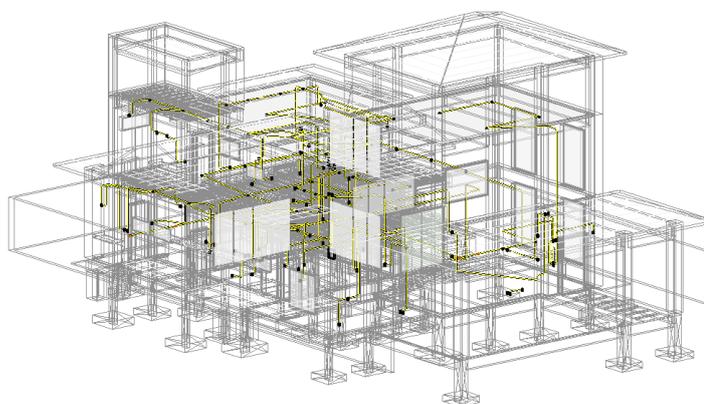
Fonte: O Autor (2019)0

#### 4.3 ATUALIZAÇÃO DO PROJETO ELÉTRICO

Para refazer o projeto elétrico, foi necessário realizar o treinamento de 25 horas da ferramenta *Autodesk Revit Mep*. Após o treinamento, foi realizado a modelagem do projeto vinculando os projetos arquitetônico e estrutural ao *template* elétrico, também fornecido pela própria ferramenta. Foram utilizadas também as famílias Tigre para os eletrodutos flexíveis, tomadas, interruptores e os pontos de iluminação.

Novamente deve-se configurar as cotas do projeto e criar as seções para cada pavimento. Depois foram inseridos os pontos de iluminação, tomadas, interruptores e quadros de distribuição, durante a inserção destes elementos é importante informa quais a potências para cada equipamento conforme o com o que foi projetado. Após a inserção destes elementos é necessário criar as redes de circuitos para então realizar a inserção dos eletrodutos.

*Figura 13: Projeto Elétrico*



Fonte: O Autor (2019)

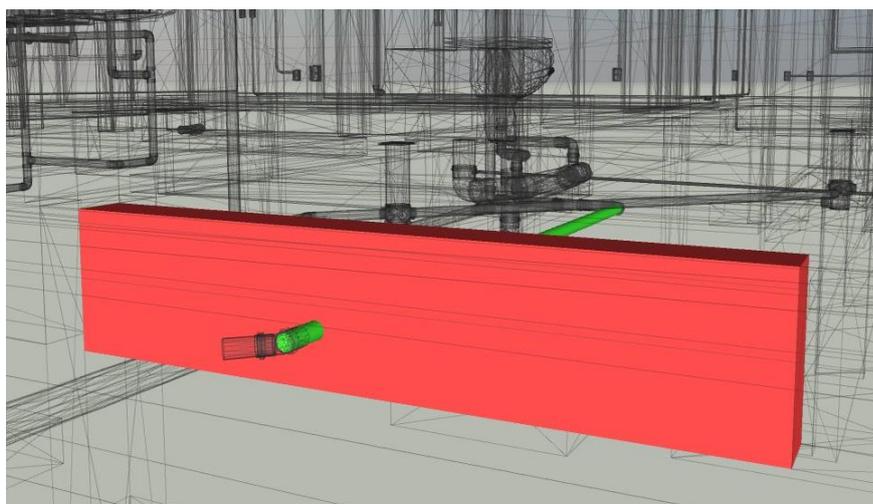
#### 4.4 CLASH DECTION

Com os projetos em *Revit* finalizados e conferidos, foi realizado a análise de *clash dection* de todos os projetos. Para isso se fez necessário operar da ferramenta *Autodesk Naviswork*, este foi feito operado com o apoio da estagiaria do projeto HH e bolsista PBIC (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica) do NEI Jaqueline Natália Guerra.

Para realizar este estudo, Guerra (2019) integrou todos os projetos e realizou a detecção de colisões, para efetuar este comando é necessário realizar as combinações como: estrutural x arquitetônico, estrutural x hidrossanitário, estrutural x elétrico, hidrossanitário x elétrico, arquitetônico x hidrossanitário e arquitetônico x elétrico.

Desta forma, Guerra (2019) conseguiu identificar as incompatibilizações e informar ao autor deste trabalho. As colisões encontradas foram o choque das tubulações sanitárias com as vigas baldrames durante análise estrutural x hidrossanitária, como mostra as figuras abaixo.

*Figura 14: Colisão Estrutural X Hidrossanitário*



Fonte: Guerra (2019)

Não foram identificadas outras colisões no projeto, pois durante a etapa de modelagem é possível identificar futuras colisões e evitá-las, assim evitando retrabalhos. Porém o estudo no aplicativo *Naviswork* é de extrema importância para investigação de incompatibilização.

## 5 INTEROPERABILIDADE DO PROJETO HH

Para a compatibilização das disciplinas é necessária uma equipe especializada, mas para projetos pequenos este processo pode ser ignorado. Entretanto, a modelagem no BIM, independente de todas as disciplinas confere a capacidade da união dos diferentes projetos em um modelo integrado dentro de *softwares* especializados, como o *Navisworks*. Este possui a capacidade de detectar interferências entre cada uma das disciplinas e aponta onde há colisões entre os componentes. Essas incompatibilidades são repassadas ao projetista responsável, e assim de forma instantânea os modelos são atualizados para que possam ser testados novamente, em tempo real.

Com os projetos integrados no *Revit* e finalizados, foi feita a interoperabilidade no *software Navisworks*. Por meio desta ferramenta foi possível realizar a compatibilização e análise de colisões entre os projetos. Desta forma, se torna possível analisar os impactos das incompatibilizações e como solucioná-las.

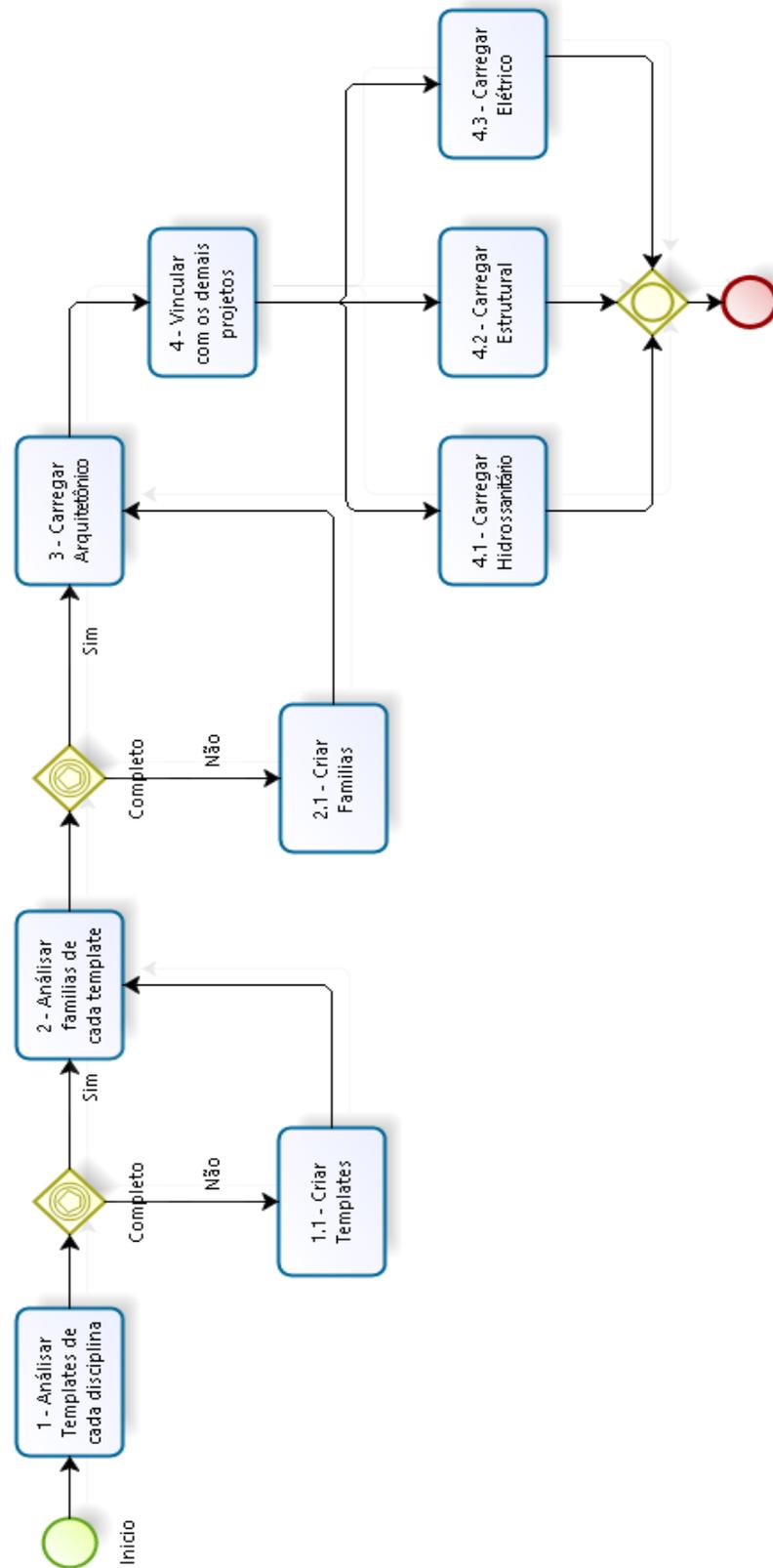
A ferramenta detectou colisões entre as tubulações sanitárias e a vigas baldrame, a solução para este problema foi realizar um rebaixamento maior das tubulações, não houve incompatibilizações nos demais projetos, pois durante a modelagem dos projetos de forma integrada é possível visualizar onde ocorrerá possíveis interferências assim desta forma facilita e agiliza o processo de compatibilização e diminuindo o número de retrabalhos e economia de tempo.

Como forma de atender os objetivos deste estudo define-se diretrizes para as práticas tomadas para implementação e preservação do conceito BIM nos projetos.

### 5.1 DIRETRIZES PARA O AUTODESK REVIT

O detalhamento do projeto dentro da ferramenta *Revit* é necessário para que o mesmo fosse considerado BIM, pois possui uma grande variedade de famílias de componentes elaborados com o intuito BIM. Ou seja, suas peças são criadas em detalhes seguindo os modelos reais em tamanho, uso e material. Com o objetivo de propor projetos que possam ser interpretados pelo software da mesma maneira que serão empregados na realidade, vide figura 15.

Figura 15: Fluxograma Revit



Fonte: O Autor (2019)

Um dos quesitos necessários para o uso desta ferramenta é a aquisição de *templates* para cada uma das disciplinas e seus componentes de famílias de peças. Quanto maior for a variedade de peças, menores são as chances de haver erros e facilitar o desenvolvimento. As vezes se torna necessário modelar uma nova peça, quando esta não se encontra disponível, dependendo de sua relevância no projeto. No caso do projeto HH foram utilizadas a família Tigre para as instalações hidrossanitárias e elétrico, para os componentes do arquitetônico, foram modelados as paredes, portas, janelas, pisos e telhados de acordo com o que foi projetado.

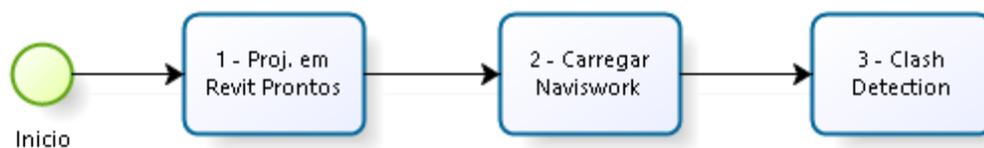
Como foi mencionado anteriormente a modelagem destes elementos é de suma importância para o estudo de quantificação e orçamentação da edificação. Também se faz necessário estudar os demais projetos existentes e os que foram executados durante a obra, principalmente o projeto arquitetônico. Pois como já foi mencionado, ele é a base para o desenvolvimento dos demais projetos.

A incorporação dos demais projetos é de grande relevância na análise de orçamento, execução e mais confiança no uso da estrutura. Ou seja, o conhecimento geral da edificação e de suas necessidades são de grande importância para a qualidade do projeto e evita retrabalhos e desperdícios.

## 5.2 DIRETRIZES PARA O NAVISWORK

Para a compatibilização dos projetos nesta ferramenta se faz necessário obviamente que todos projetos estejam finalizados em *Revit*. Com o comando de integração de projetos da plataforma se torna possível verificar colisões entre as disciplinas e analisar seus impactos no orçamento e na execução e como podem ser corrigidos. De forma genérica é representada na figura 16.

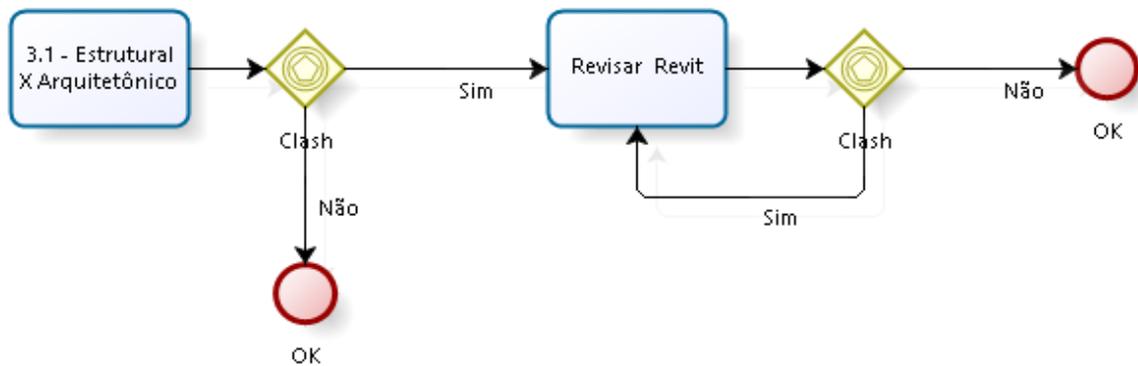
*Figura 16: Visão geral de carga do Naviswork*



Fonte: O Autor (2019)

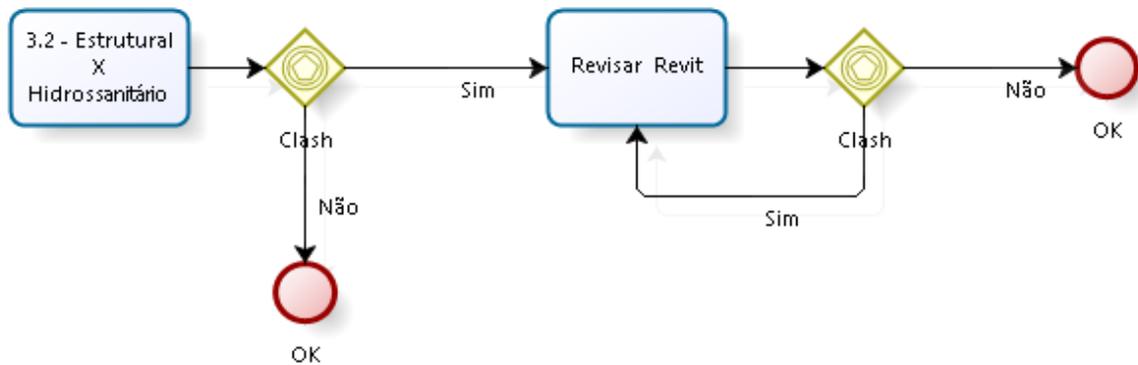
Para buscar interferências nos projetos é preciso realizar combinações entre os projetos como: estrutural x arquitetônico, estrutural x hidrossanitário, estrutural x elétrico, hidrossanitário x elétrico, arquitetônico x hidrossanitário e arquitetônico x elétrico, vide as figuras 17 a 22.

*Figura 17: Estrutural x Arquitetônico*



Fonte: O Autor (2019)

*Figura 18: Estrutural x Hidrossanitário*



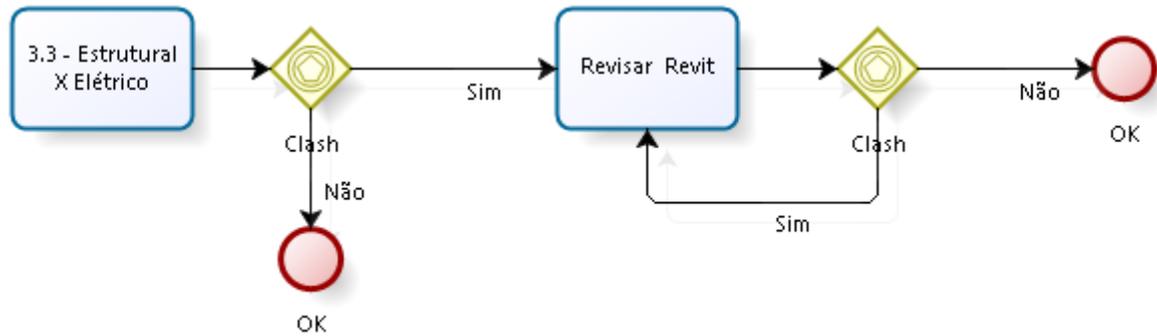
Fonte: O Autor (2019)

As interferências que envolvem o projeto estrutural como devem obedecer aos requisitos da NBR 6118:2014 (ABNT, 2014) quanto a dimensões e localização dos furos. No entanto, no projeto HH não foram realizados furos nos elementos estruturais, e os problemas de interferências encontrados foram na combinação estrutural x hidrossanitário.

Nesta combinação foram detectadas colisões das tubulações sanitárias com as vigas baldrame. Para resolução deste problema foi necessário apenas rebaixar mais as tubulações

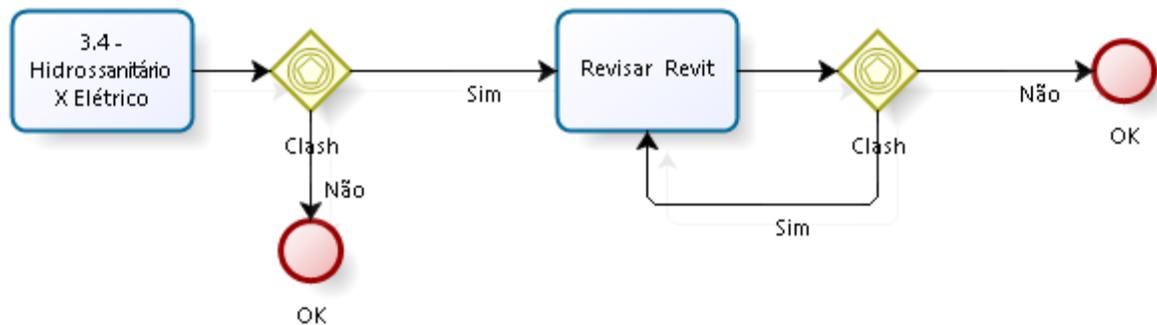
respeitando suas dimensões e mais uma vez é necessário refazer uma conferência de colisões na ferramenta. Nas demais combinações não foram identificadas problemas de interferência.

*Figura 19: Estrutural x Elétrico*



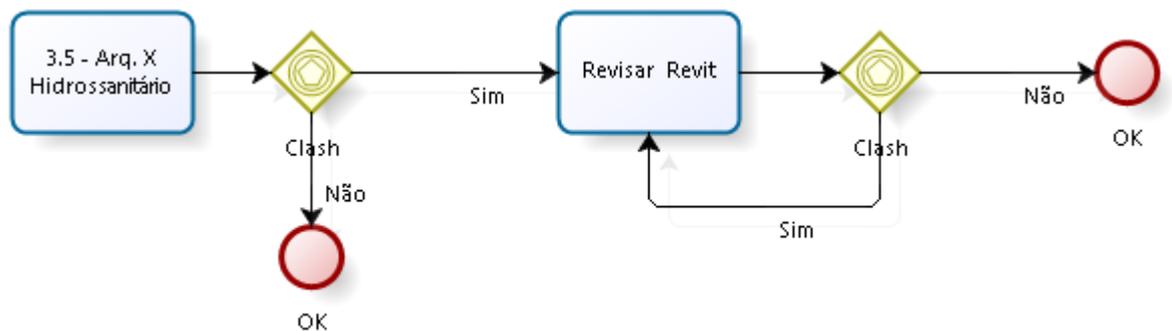
Fonte: O Autor (2019)

*Figura 20: Hidrossanitário x Elétrico*



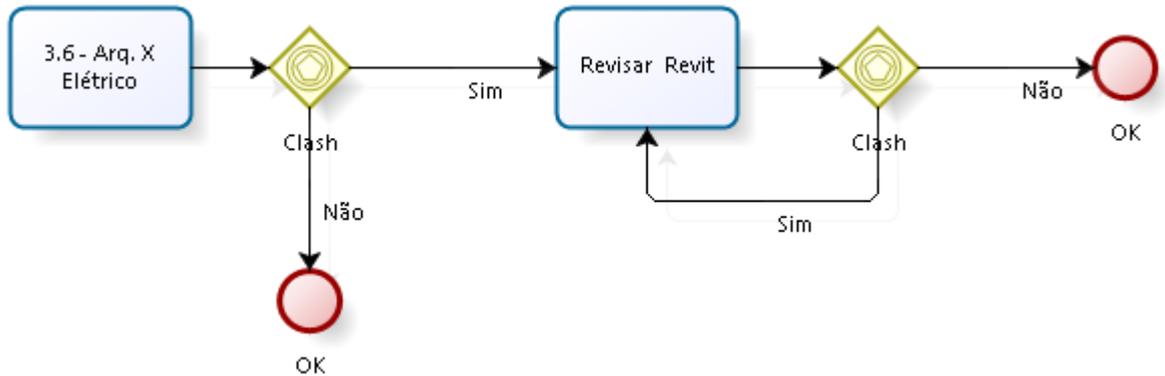
Fonte: O Autor (2019)

*Figura 21: Arquitetônico x Hidrossanitário*



Fonte: O Autor (2019)

Figura 22: Arquitetônico x Elétrico



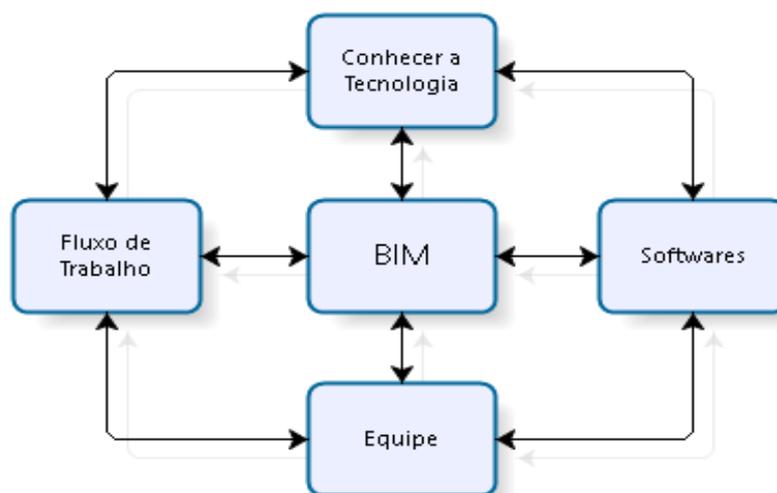
Fonte: O Autor (2019)

Esta verificação é um dos processos mais importante, pois é através da compatibilização é possível citar questões de segurança estrutural que podem ser comumente observados durante a execução como a prevenção de furos não planejados e evita-los. Também permite uma maior facilidade de visualização do projeto tanto pelos profissionais responsáveis pela execução quanto pelos clientes, permitindo que o profissional responsável pela obra possa sanar quaisquer dúvidas sobre o projeto durante a execução. Desta forma ainda é possível extrair dados de quantitativos dos materiais que facilitam a composição do orçamento da obra e criar simulações de processos executivos.

### 5.3 DIRETRIZES PARA A APLICAÇÃO DO BIM

Este trabalho foi feito inteiramente dentro de ferramentas digitais, no entanto para que esta metodologia funcione se faz necessário o trabalho em equipe e a comunicação entre as partes envolvidas no projeto. Pois o principal componente desta metodologia é a colaboração dos profissionais habilitados para o desenvolvimento do projeto. Segue os principais fatores críticos de sucesso para aplicação do BIM.

Figura 23: Fatores críticos de sucesso para aplicação do BIM



Fonte: O Autor (2019)

### 5.3.1 Conhecer a tecnologia

A falta de conhecimento da tecnologia causa grande parte do desinteresse ou frustrações na sua implantação e obter benefícios. No entanto, não é necessário possuir um alto grau de modelagem ou programação em *software* e sim, estudar esta tecnologia, compreender que existem diversos níveis de projetos que podem ser aplicados ao BIM. Há diferentes tipos de detalhes, vantagens, possíveis cenários e o tratamento das informações necessárias.

### 5.3.2 Software

Apesar do alto custo das licenças de *softwares* de projeto, existem diversas versões de teste gratuitas como o *Revit*, *ArchiCAD* e *AECOSim* e os *softwares* BIM como o *Naviswork* e o *Tekla BIMsight*. Estes podem ajudar no contato inicial da ferramenta, assim se torna possível escolher o aplicativo mais adequado para cada situação e com mais segurança.

### 5.3.3 Equipe

A tecnologia BIM prioriza o trabalho em equipe, portanto se torna necessário designar um profissional responsável pela implantação e montagem da equipe. Este responsável pode ser chamado de *BIM Manager* (Gestor BIM), este não precisa ser um expert em modelagem, mas apenas conseguir abrir, visualizar e compreender os modelos. As habilidades necessárias deste profissional precisam ser o bom gerenciamento de equipe e informação, saber determinar

qual modelo é necessário para cada situação e quais informações devem constar nele. Para a modelagem em si, definir profissionais habilitados, que venham adquirir tal habilidade ou terceirizar tal serviço para uma empresa especializada em modelagem.

### 5.3.3 Fluxograma de informações de trabalho

O BIM trabalha com a engenharia simultânea, sendo a comunicação um dos pilares mais importantes. É de suma importância que os profissionais envolvidos tenham acesso ao modelo e suas alterações, tornando o uso necessário de ferramentas de armazenamento em nuvem. O BIM destaca a cooperação e a integração entre os profissionais, pois o produto será um modelo único. Assim, se recomenda a aplicação da metodologia SCRUM com a realização de reuniões periódicas com a presença de todos os profissionais, com objetivo de detectar problemas e apresentar soluções, para que se possa internalizar as tomadas de decisões e o planejamento durante a elaboração dos projetos, de modo que resolva todos os aspectos antes da execução da obra. Além de facilitar a manutenção e atualização dos projetos em tempo real.

A aplicação é um processo contínuo e gradual, portanto é necessário que sejam levantados dados, de modo a obter índices e elaborar um relatório. Assim é possível estudar acertos e falhas no método de aplicação utilizado, com o objetivo de buscar uma maior eficiência.

## 6 RESULTADOS

O presente trabalho utilizou a abordagem BIM para a compatibilização dos projetos estrutural, arquitetônico, hidrossanitário e elétrico. Também se utilizou ferramentas com arquivos interoperáveis e processos integrados como meios para se atingir os objetivos propostos inicialmente. Desta maneira os resultados foram analisados e verificados e os objetivos foram alcançados.

Com os estudos realizados neste trabalho é possível verificar que a compatibilização é altamente benéfica para o projeto proporcionando economia, suporte do planejamento, facilita o controle e a execução da obra. A compatibilização é um processo iterativo, onde cada interferência pode ser remodelada para uma nova conferência por parte do coordenador de projetos.

A modelagem 3D em *softwares* da plataforma BIM se mostrou eficaz para o desenvolvimento e um melhor entendimento para cada disciplina do projeto, permitindo que se abra mais portas para outras dimensões do BIM. Com tudo, é importante destacar que o *Revit* apenas faz o detalhamento dos projetos, para o dimensionamento é necessário *softwares* especializados.

A falta de conhecimento sobre esta tecnologia, é um dos principais problemas na implementação, pois acarreta em retrabalhos e desperdícios. Com a tecnologia BIM espera-se que as obras tenham um melhor controle sob aspectos técnicos e econômicos. Com a compatibilização entre os projetos, haverá ganhos no canteiro de obras quanto ao tempo. Pois não será necessário esperar que surja uma incompatibilidade para consultar os profissionais responsáveis pelo projeto para corrigi-la, os benefícios advindos da adoção do BIM não são de imediato, mas se realizam ao longo do ciclo de vida do projeto da edificação.

Atualmente no Brasil essa metodologia tem se tornado cada vez mais comum em muitas empresas da construção. Porém, ainda há dificuldade na sua implementação devido a seu alto investimento inicial, há resistência por partes das técnicas antigas, e profissionais desatualizados na área. Vale ressaltar que o governo brasileiro lançou um novo decreto, N° 9.377 em 17 maio de 2018, que determina a obrigação do BIM no desenvolvimento dos projetos. Este decreto passará a valer a partir de 2021, ou seja, mudar e adotar o BIM será uma necessidade (PRESIDENCIA DA REPÚBLICA CASA CIVIL, 2018).

## REFERENCIAS

- ABC (Org.). **New children's hospital [imagem]**. 2016. Disponível em: <http://www.abc.net.au/news/2016-02-07/new-children's-hospital/7146998> . Acessado em 04 de Nov. de 2018.
- ACTECH TRAINING CENTER - CENTRO DE COMPETÊNCIA EM TREINAMENTOS DE CAD - BIM (Rio de Janeiro) (Ed.). **Curso de Revit MEP – Elétrica, Hidráulica e Ar-Condicionado [imagem]**. 2018. Disponível em: <https://actech.net.br/cursos-servicos/curso-de-revit-mep/> . Acessado em: 05 Nov. 2018.
- ANDRADE, M. L.; RUSCHEL, R. **INTEROPERABILIDADE DE APLICATIVOS BIM USADOS EM ARQUITETURA POR MEIO DO FORMATO IFC**. Gestão & Tecnologia de Projetos, v. 4, n. 2, p. p.76-111, 15 dez. 2009. <https://doi.org/10.4237/gtp.v4i2.102>.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5410/2008. Instalações de Baixa Tensão**: Procedimento. Rio de Janeiro, 2008.
- \_\_\_\_\_ **NBR 5626/1998 – Instalação Predial de Água Fria**. Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.
- \_\_\_\_\_ **NBR 8160/1999 – Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário**: Procedimento. Rio de Janeiro, 1999.
- \_\_\_\_\_ **NBR 6118/2014 – Projeto de Estruturas de Concreto**: Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- \_\_\_\_\_ **NBR ISO 9000/2000 – Sistema de Gestão da Qualidade**: Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.
- AUTODESK INC. (EUA) (Org.). **Autodesk Software de Projeto 3D**. 2018. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/>. Acessado em: 06 Nov. 2018.
- BBC (Org.). **Scottish Ten 3D project unveils Sydney Opera House scan [figura]**. 2013. Disponível em: <http://www.bbc.com/news/uk-scotland-glasgow-west-24942137>. Acessado em: 04 de Nov. de 2018.
- BRITO, C. R.; TAKII, T. **Modelagem de projetos elétricos usando a tecnologia BIM. 2015**. TCC (Curso de Engenharia Industrial Elétrica) – Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.
- BRUYNE, Paul de; HERMAN, Jacques; SCHOUTHEEETE, Marc de. **Dinâmica da pesquisa em ciências sociais: os polos da prática metodológica**. Rio de Janeiro: F. Alves, 1977.
- BUBNIAK, Taiana. **BIM promete economia de 20% na obra**: Uso de sistema de computador que integra todas as informações referentes à construção ainda é incipiente no Brasil e depende de mudança cultural no canteiro de obras. 2013. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/imoveis/bim-promete-economia-de-20-na-obra-c7hemf63ms2xhdptwdb1590em/>. Acesso em 24 Set. 2018.
- BUENO, Willian. **GSA, Criada para ser referência**. Instituto de Obras Públicas. 2016. Disponível em: <https://iop.org.br/2016/08/24/gsacriadaparaserreferencia/>. Acessado em 25 Set. 2018.
- BURGARDT, Lilian; KINDLE, Mariana; REIS, Pâmela. **Como o BIM impacta cada agente do setor da construção**: Modelagem da informação da construção impacta todos os agentes da cadeia. 2011. PINI. Disponível em: <http://construcomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/115/artigo282478-1.aspx>. Acessado em: 24 Set. 2018.
- CALVERT, Neil; **Why we care about BIM**. Disponível em <http://www.spatialiq.co.nz/Blog/Post/30/Why-WE-care-about-BIM--->. Acesso em 15 Abr. 2019.

- CARVALHO, B. V., & MELLO, C. H. P. (2009). **Revisão, análise e classificação da literatura sobre o método de desenvolvimento de produtos ágil Scrum**. Anais do Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais – SIMPLOI, São Paulo, SP, Brasil, 12.
- CATELANI, Wilton Silva. **Encontre seu modelo**. Revista Técnica, São Paulo, ano 24, n. 234, p.12-16, set. 2016. Entrevista a Nathalia Barboza.
- COSTA, Eveline Nunes. **Avaliação da Metodologia BIM para a compatibilização de projetos**. 2013. 84 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.
- EASTMAN, Chuck. (et al); Tradução: AYRES FILHO, Cervantes Gonçalves. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Bookman, Porto Alegre, 2014.
- ENGENHO EDITORA TÉCNICA (São Paulo) (Ed.). **Estudos de eficiência da edificação e sistema BIM podem garantir economia de 30% após obras**. Disponível em: <http://www.brasilengenharia.com/portal/noticias/destaque/6664-estudos-deeficiencia-da-edificacao-e-sistema-bim-podem-garantir-economia-de-30-aposobras>. Acesso em 24 Set. 2018.
- ERON COSTIN. *Archdaily* (Org.). **BIM: vantagens e características**. 2012. Disponível em: <http://www.archdaily.com.br/br/01-49221/bim-vantagens-e-caracteristicas-eron-costin>. Acesso em: 29 Set. 2018.
- FABRICIO FERREIRA (São Paulo). **Revit 2018 | Arq e estrutural avançado com fundações [imagem]**. 2018. Disponível em: <https://engenhabim.com/curso/revit-2018/>. Acessado em: 05 Nov. 2018.
- FERNANDES, Aguinaldo Aragon; ABREU, Vladimir Ferraz de. **Implantando a Governança de TI: da estratégia à gestão de processos e serviços**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2012.
- FERRAMACHO, Hugo. **Explicadas as vantagens da utilização do software Revit**. 2016. Disponível em: <http://www.sinfic.pt/SinficWeb/displayconteudo.do?numero=72380>. Acesso em: 29 Set. 2018.
- FERREIRA, Ednilson; BUENO, William. Artigo: **IPO e Exército discutem os rumos da Engenharia no âmbito da Administração Pública**. Instituto de Obras Públicas, Governança Colaborativa, Brasília, dez. 2014. Disponível em: <https://iop.org.br/2014/12/22/iop-e-exercito-discutem-os-rumos-da-engenharia-no-ambito-da-administracao-publica/>. Acessado em 25 Set. 2018.
- FLANAGAN, Roger. **O dilema da internacionalização de projetos**. Revista Técnica, São Paulo, ano 25, n. 238, p. 08-09, jan. 2016. Entrevista a Gustavo Curcio.
- GUERRA, Jaqueline Natália. **GERENCIAMENTO ÁGIL NA CONSTRUÇÃO CIVIL: PRINCE2 uma aplicação complementar ao PMBOK em uma obra residencial**. 70 f. Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas – TO, 2019.
- HAMED, Luciano. **BIM do 3D ao 7D**. 2015. Disponível em: <https://hashtagbim.wordpress.com/2015/10/12/bim-do-3d-ao-7d/>. Acessado em 08 Out. 2018.
- INSTITUTO BRAMANTE. **Conheça o software Autodesk Revit Architecture**. Disponível em: <http://www.institutobramante.com.br/conheca-o-software-revit-architecture/>. Acesso em: 29 Set. 2018.
- KASSEM, Mohamad; AMORIM, Sergio R. Leusin. **Building Information Modeling no Brasil e na União Européia**. Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior (MDIC). Brasília, 2015.
- MANZIONE, Leonardo. Seminário: **Interoperabilidade: quebrando paradigmas**. Seminário BIM de Santa Catarina. Mar. 2014.

MARCIEL, K. P.; AZANKI, S. D.; LOPES, R.. **Artigo: Verificação dos critérios de interoperabilidade entre softwares BIM/CAD**. 2016. Disponível em: <https://techne.pini.com.br/2016/12/artigo-verificacao-dos-criterios-de-interoperabilidade-entre-softwares-bim-cad/>. Acesso em: 27 Out. 2018.

MEIRIÑO, Jasmin Marcelo; SOUSA, Otávio Knaipp; **Aspectos da Implantação de Ferramentas BIM em Empresas de Projetos Relacionados à Construção Civil**. Rio de Janeiro. Congresso Nacional de Excelência em Gestão. 2013.

MELHADO, Silvio Burrattino. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. São Paulo: 1994. 294p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MIKE COHN (Eua) (Ed.). **Introduction to Scrum**. 2018. Disponível em: <https://www.mountangoatsoftware.com/presentations/an-introduction-to-scrum> . Acesso em: 15 Set. 2018.

MUNDOGEO. **Faro lança plataforma de software As-Built para modelagem digital em 3D**. Disponível em: <https://mundogeo.com/blog/2018/05/30/faro-lanca-plataforma-de-software-as-built-para-modelagem-digital-em-3d/>. Acessado em: 29 Set. 2018.

NAKAMURA, Juliana. **Como compatibilizar bem projetos de diferentes especialidades**. 2011. Disponível em: <http://au17.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/211/tudo-coordenado-238914-1.aspx>. Acessado em 24 Set. 2018.

NÓBREGA JÚNIOR, C. L.; MELHADO, S. B.. **Coordenador de projetos de edificações: estudo e proposta para perfil, atividades e autonomia**. Gestão & Tecnologia de Projetos, São Paulo, v.8, n.1, p. 69-89, jan.-jun. 2013. <http://dx.doi.org/10.4237/gtp.v8i1.244>.

OGGI, Francisco Pedro. **Inovação na construção civil brasileira**. In: UNIEMP. Inovação em construção civil: coletânea – 2006. 2006, 164 p. p. 81-101. Disponível em: <http://www.uniemp.br/livros/inovacao-na-construcao-civil/Livro-inovacao-na-construcao-civil.pdf> . Acesso em: 29 Set. 2018.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA CASA CIVIL. **Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018**. Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. Brasília - DF, 17 maio 2018. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2015-2018/2018/decreto/D9377.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2018/decreto/D9377.htm). Acesso em: 7 Maio 2019.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (guia PMBOK)**. 5. Ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

PROJECTLAB - CENTRO DE COMPETÊNCIA EM GERÊNCIA DE PROJETOS LTDA (Rio de Janeiro). **Mapa de Processos do Guia PMBOK 6ª edição. 2018**. Disponível em: <http://mkt.projectlab.com.br/mapa-de-processos-pmbok-5> . Acesso em: 19 Set. 2018.

REGINATTO, João Henrique Elias; CUNHA, Guilherme Barcelos; BEDIN, Janaína. **MODELAGEM E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE UM EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR EM SOFTWARE DE PLATAFORMA BIM**. 2017. 12 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Fag, Toledo, 2017.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 1999.

RODRIGUEZ, Marco Antonio Arancibia. **Coordenação técnica de projetos: caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações**. 2005. 172 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

RUGGERI, Renê G. **Cultura da colaboração como necessidade para projeto integral em arquitetura e engenharia: o relato de um caso BIM.** Revista Técnica, São Paulo, ano 25, n. 238, p. 50-58, jan. 2016.

SANCHEZ, Adriana. X et al. **Perth Children's Hospital: Case Study Report.** Sustainable Built Environment National Research Centre, 2015.

SANCHEZ, Adriana. X et al. **Sydney Opera House: Case Study Report.** Sustainable Built Environment National Research Centre, 2015.

SANTOS, Adriana de Paula Lacerda; ANTUNES, Cristiano Eduardo; BALBINOT, Guilherme Bastos. **Levantamento de Quantitativos de Obras: Comparação entre o Método Tradicional e Experimentos em tecnologia.** Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, Florianopolis, 2014.

SANTOS, Altair. **Compatibilizar projetos reduz custo da obra em 10%.** 2013. Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/compatibilizar-projetos-reduz-custo-da-obra-em-ate-10/>. Acessado em 24 Set. 2018.

SCHWABER, K, & SUTHERLAND, J. (2009). *Scrum guide: developed and sustained.* Disponível em: [www.scrumguides.org/](http://www.scrumguides.org/). Acessado em 01. Set. 2018.

SCHWABER, K. (2004). *Agile project management with Scrum.* Microsoft Press, USA.

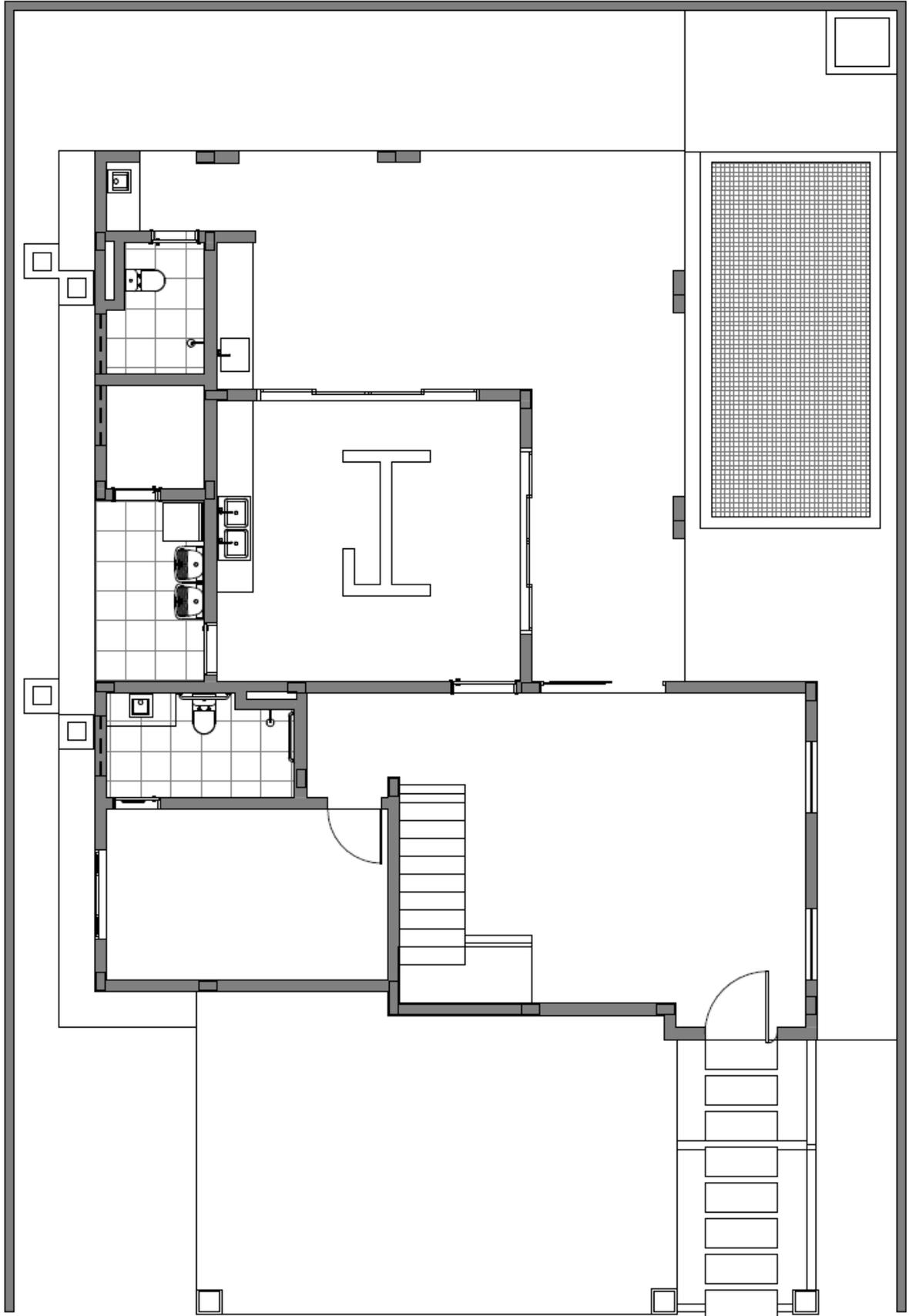
SOUZA, Livia L. Alves; AMORIM, Sérgio R. Leusin; LYRIO, Arnaldo de Magalhães. Artigo: **Impactos do Uso do BIM em Escritórios de Arquitetura: Oportunidades no Mercado Imobiliário.** Gestão & Tecnologia de Projetos, v. 4, n. 2, p. 26-53, 15 dez. 2009. <https://doi.org/10.4237/gtp.v4i2.100>.

Thiollent, M.. **Metodologia de pesquisa-ação.** São Paulo: Cortez, 2009.

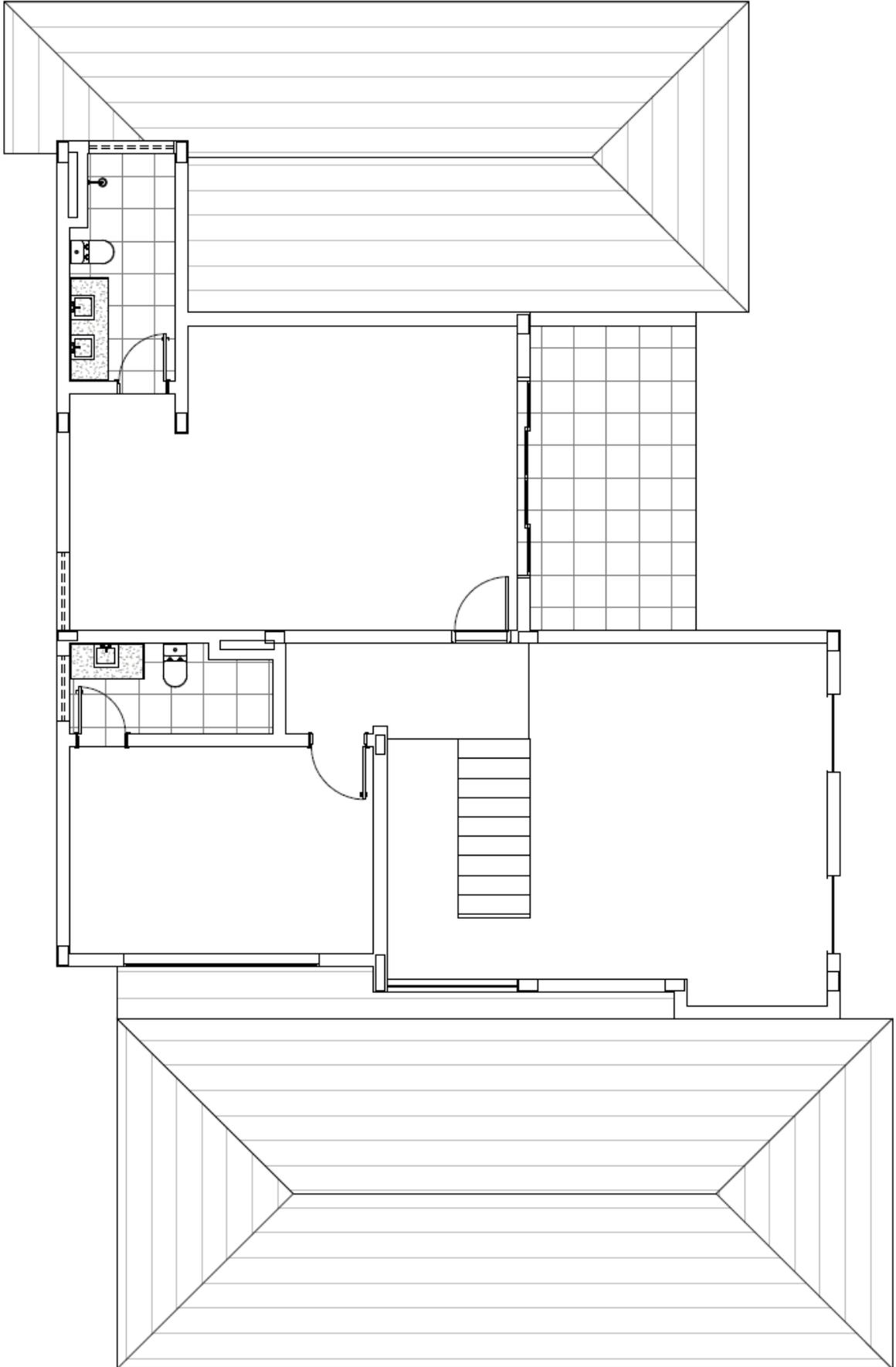
YIN, Robert K.. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 4. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ANEXOS

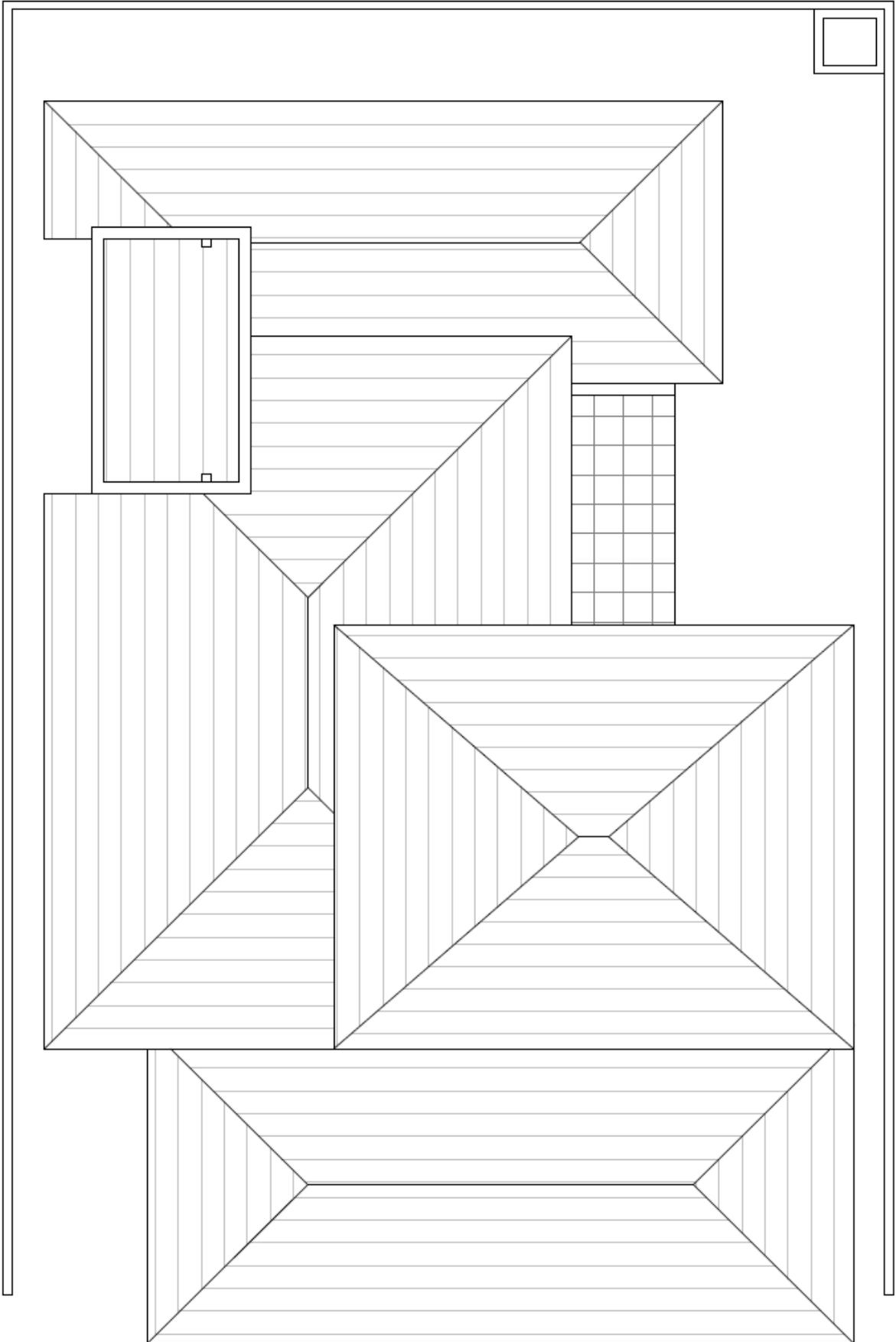
ANEXO A



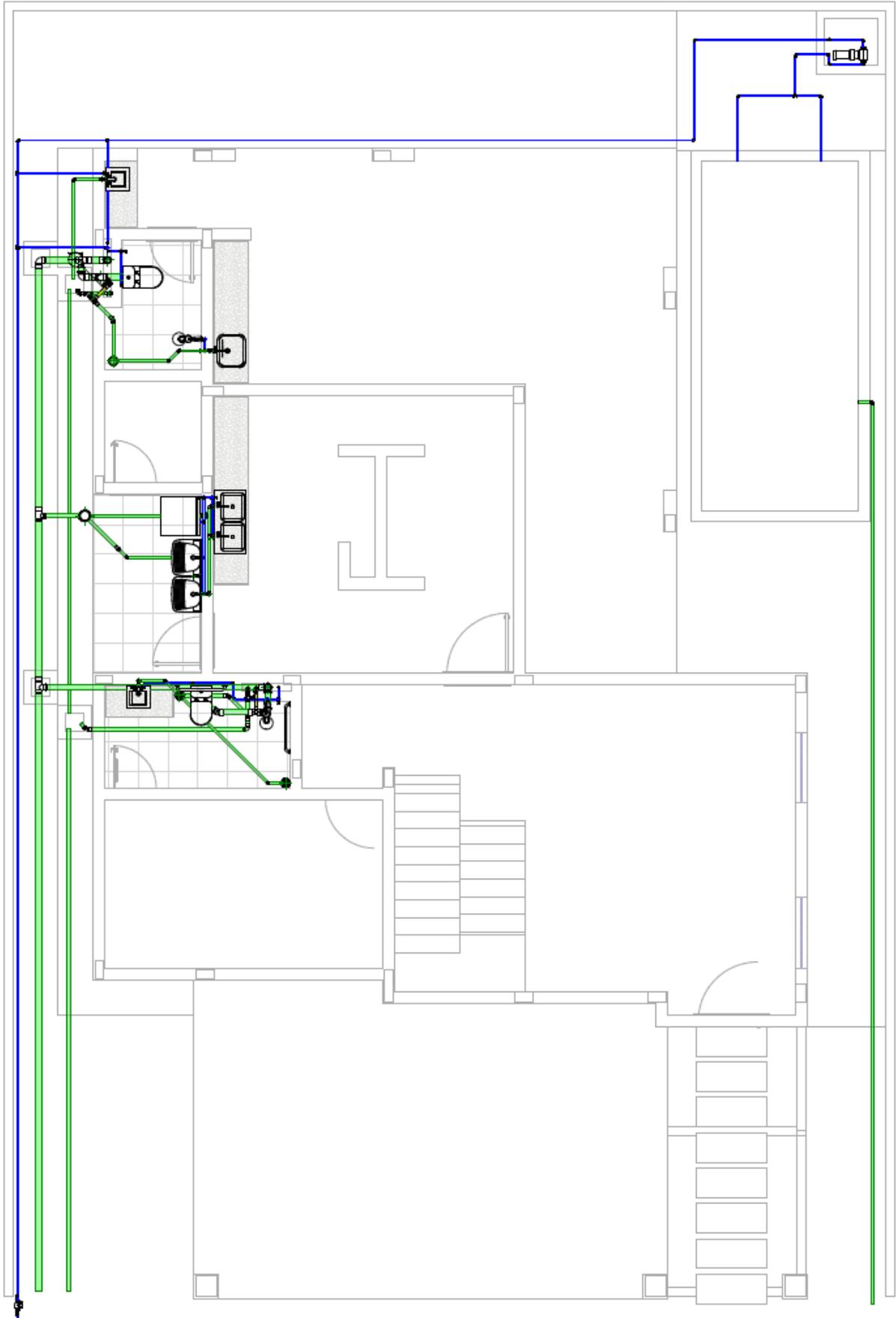
ANEXO B



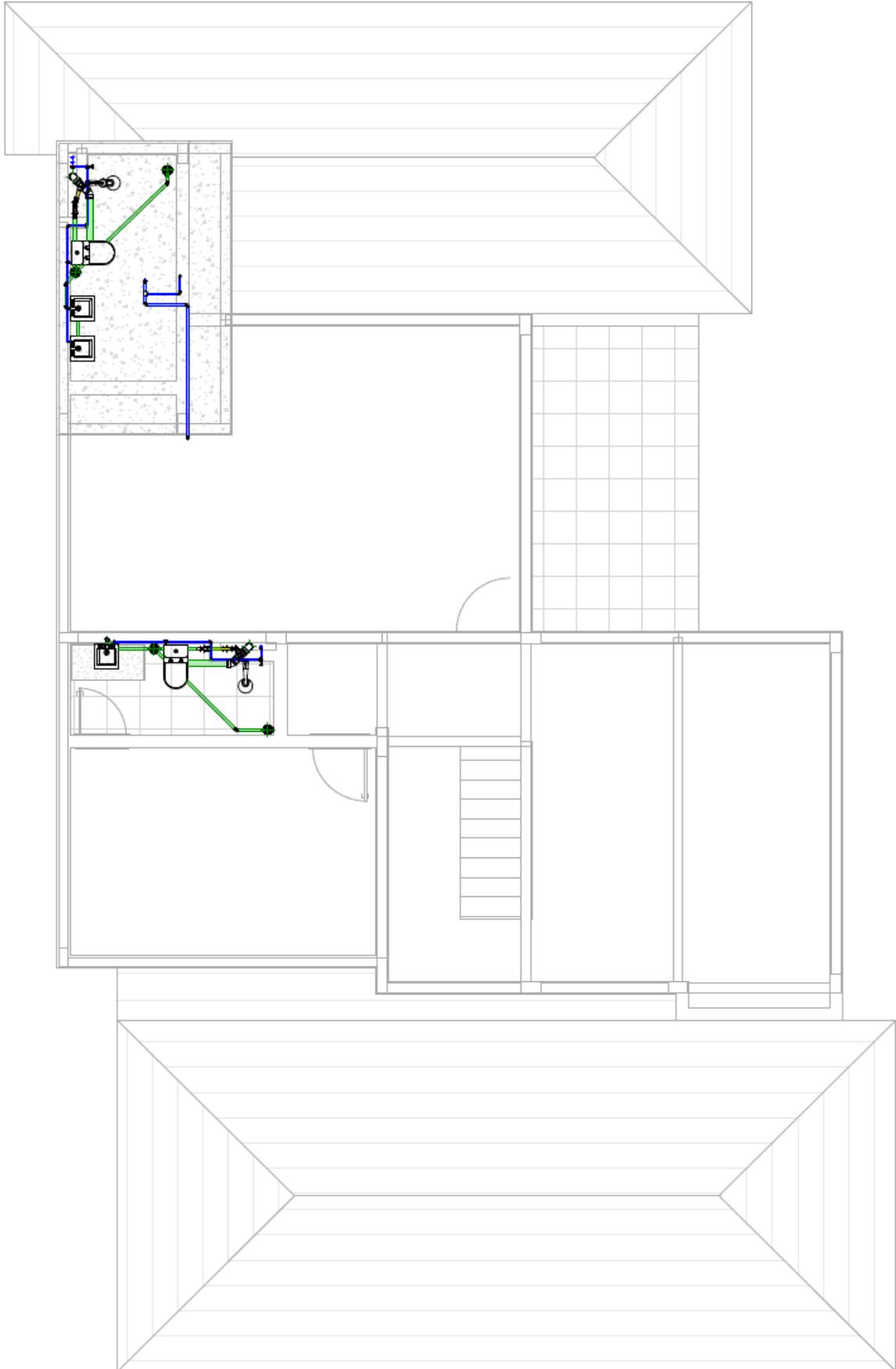
ANEXO C



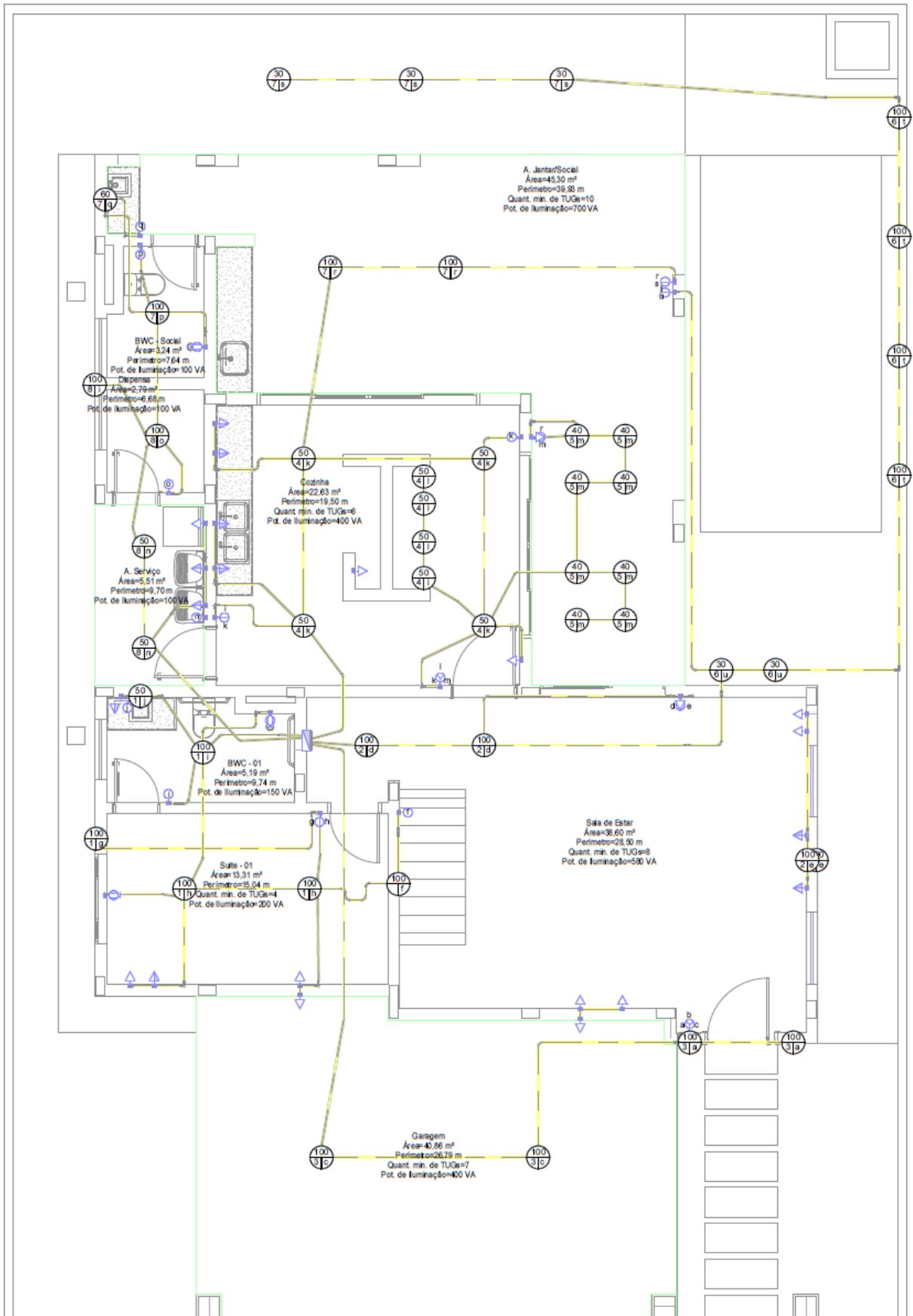
ANEXO D



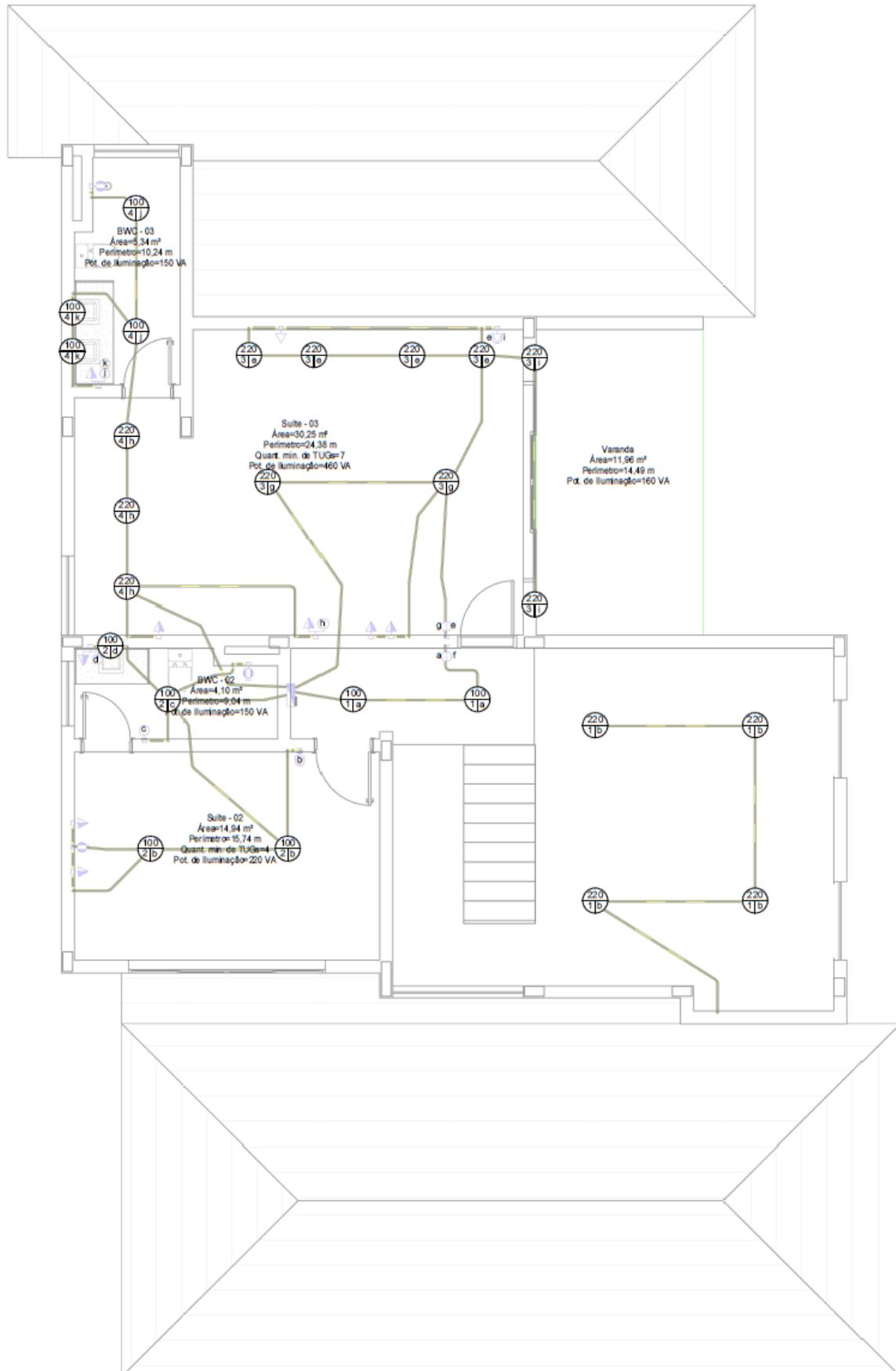
ANEXO E



## ANEXO F



## ANEXO G





 Exportar relatório

Referências ABNT

Visualizar 

TCC\_II\_Adriano\_Batista\_Ribeiro\_Costa\_Junior.docx (08/05/2019):

## Documentos candidatos

[tutano.tramos.co/17...](#) [0,19%][osul.com.br/o-brasil...](#) [0,11%][educacao.globo.com/p...](#) [0,09%][descomplica.com.br/g...](#) [0,08%][eprints.qut.edu.au/v...](#) [0,06%][directionsmag.com/ar...](#) [0,06%][pt.wikipedia.org/wik...](#) [0,05%][academia.edu/2205756...](#) [0%]

Arquivo de entrada: TCC\_II\_Adriano\_Batista\_Ribeiro\_Costa\_Junior.docx (11794 termos)

Arquivo encontrado		Total de termos	Termos comuns	Similaridade (%)	
<a href="#">tutano.tramos.co/17...</a>	<a href="#">Visualizar</a>	1426	26	0,19	
<a href="#">osul.com.br/o-brasil...</a>	<a href="#">Visualizar</a>	885	14	0,11	
<a href="#">educacao.globo.com/p...</a>	<a href="#">Visualizar</a>	482	12	0,09	
<a href="#">descomplica.com.br/g...</a>	<a href="#">Visualizar</a>	318	10	0,08	
<a href="#">eprints.qut.edu.au/v...</a>	<a href="#">Visualizar</a>	4288	11	0,06	
<a href="#">directionsmag.com/ar...</a>	<a href="#">Visualizar</a>	2717	9	0,06	
<a href="#">pt.wikipedia.org/wik...</a>	<a href="#">Visualizar</a>	386	7	0,05	
<a href="#">pinterest.com/pin/52...</a>	-	-	-	-	Conversão falhou
<a href="#">br.linkedin.com/in/a...</a>	-	-	-	-	Parece haver uma restrição de acesso para esse arquivo. HTTP response code: 999
<a href="#">academia.edu/2205756...</a>	<a href="#">Visualizar</a>	148	1	0	

