

Silvério, W. L.¹; Siqueira, J. F. R. F.²

Graduandos, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

Canedo, N. R. M.³

Professora Ma., Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

¹ wannysilverio@gmail.com; ² juliafresende@gmail.com; ³ canedoninfa@gmail.com

RESUMO: A construção civil enfrenta diversos desafios, dentre eles o planejamento para a execução de obras. O planejamento é crucial no desempenho da obra. No presente trabalho, o mapeamento do uso da ferramenta BIM teve como objetivo identificar os benefícios e inconsistências durante o processo, na busca por proposição de aprimoramento entre a concepção e a execução de uma edificação unifamiliar. O trabalho é de cunho descritivo exploratório, sendo dividido em duas etapas: 1- levantamento bibliográfico; 2- estudo de caso em uma obra de uso residencial unifamiliar de três pavimentos, situado em Goiânia, na qual foi planejado e elaborado, com o auxílio do BIM. O mapeamento em questão foi dividido em etapas: contratação dos projetistas, levantamento topográfico, modelagem (arquitetônica, elétrico e SPDA, hidrossanitário, estrutural), compatibilização, documentação, orçamento, cronograma e execução. Conclui-se que a maior barreira para o uso ainda limitado desta ferramenta é trabalhar com a mudança de cultura/panorama, devendo a utilização e desenvolvimento dos mesmos serem mais aceitos e incentivados pelo mercado. O uso ferramenta apresenta-se de grande utilidade ainda para pequenos empreendimentos, porém muitas vezes limitado pelo custo da aquisição dos softwares ou pelo pouco conhecimento na aplicação no rompimento de paradigmas.

Palavras-chaves: Construção civil; Modelagem; Planejamento de obra; Tecnologia BIM.

Área de Concentração: 01 – Construção Civil

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma indústria que envolve uma enorme quantidade de variáveis, sendo que muitos imprevistos ocorrem nesse setor. Por isso, a sociedade passou a exigir cada vez mais um bom planejamento e controle de processos, pois uma deficiência no planejamento e no controle causa baixa produtividade no setor, elevadas perdas e má qualidade dos produtos. (MATTOS, 2010).

O gerenciamento da construção caracterizou-se firmemente na década de 70, com o surgimento de técnicas específicas para gerenciamento das interfaces entre a engenharia de projeto, suprimentos e construção. Já o termo Building Information Modeling (BIM) foi introduzido em 1992, desde então, essa concepção vem se difundindo rapidamente, criando uma série de inovações tecnológicas e, por conseguinte, revoluções culturais.

Um bom planejamento é crucial para o prazo de conclusão de qualquer obra, pois possibilita um cálculo mais preciso do tempo de execução, evitando atrasos e gastos muitas vezes desnecessários, reduzindo os custos na edificação, tornando a venda de imóveis pelas empresas mais ajustadas e com um valor mais atrativo no mercado. (BARCELOS & ALVES 2019)

O presente artigo visa analisar o papel da tecnologia BIM no aprimoramento dos processos entre a concepção e a execução de uma edificação unifamiliar, tendo em vista melhorias no planejamento de empreendimentos. Para tanto foi necessário: Revisar parte da literatura a respeito de planejamento de projetos e a tecnologia BIM; Caracterizar as etapas do processo até a fase construtiva atual, buscando a extração de todos os processos do planejamento da obra; e mapear os processos no uso da ferramenta, identificando as problemáticas e suas limitações.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 *Planejamento na construção civil*

O planejamento é um dos principais fatores para o sucesso de um empreendimento, busca-se, portanto, um sistema que seja capaz de captar as informações e conhecimentos de diversos setores e, em seguida, direcioná-los a fim de utilizar todos os conhecimentos e informações disponíveis na construção. (GOLDMAN, 2004)

2.1.1 *Benefícios do planejamento*

O planejamento e controle de obras tem papel fundamental em empresas, trazendo consigo impactos no desempenho da obra. Dados definidos e organização de atividades são ferramentas que possibilitam ao engenheiro obter uma maior agilidade na tomada de decisão.

É possível citar como exemplo o cronograma de atividade da obra, que estrutura, organiza e auxilia em decisões tais como: mobilização e desmobilização de ferramentas e equipamentos, realocação de equipes, aumento de mão-de-obra, dentre outros. (MATTOS, 2010)

A adoção de metodologias com práticas melhores no que diz respeito ao planejamento e monitoramento de projeto possibilitaria às empresas aprimorar a qualidade e desempenho dos projetos, e por consequência aumentar a qualidade de suas construções (PACHECO et al, 2016).

2.1.2 *Principais recursos para o planejamento*

A integração de projetos de construção civil se vê cada vez mais próxima de Tecnologias da Informação (TIs), já que proporcionam maior agilidade nos procedimentos no que tange a concepção dos projetos e o gerenciamento. O uso consciente desta tecnologia, aumenta a produtividade e pode ser utilizada na estratégia e características empresariais de diferentes formas. (RUSCHEL et al., 2013)

Dentre as várias tecnologias utilizadas, grande parte dos projetos são elaborados utilizando ferramentas de CAD, sendo o mais comum a utilização de plantas de projeto 2D, já os projetos em 3D utilizam softwares mais completos, se valendo de novas tecnologias, dentre elas a tecnologia BIM. (BAIA, 2015)

2.1.3 *Roteiro para a elaboração do planejamento*

A compreensão do processo de planejamento parte de cinco etapas principais (LAUFER; TUCKER, 1987 apud JUNIOR & JUNIOR, 2010), sendo elas:

Preparação do processo: onde objetiva-se a definição de padrões e procedimentos que serão adotados na execução do processo de planejamento.

Coleta de informações: consiste em coletar informações de diversos setores da empresa e por meio de clientes, projetistas, subempreiteiros, poder público e consultores, além de literatura especializada (FORMOSO et al, 1999 apud JUNIOR & JUNIOR, 2010).

Elaboração dos planos: elaboração do produto do processo de planejamento, o plano de obra.

Difusão das informações: etapa onde as informações geradas no plano de obra são difundidas entre todos os interessados.

Avaliação do processo de planejamento: o processo será avaliado e atualizado periodicamente durante a obra a fim de servir como fonte de informações para consultas futuras.

2.1.4 *Softwares usado no planejamento*

A utilização de um software permite especificar e detalhar atividades, otimizando cronograma de obra e reduzindo erros pela falta de informações. Permite também controlar equipes e materiais utilizados na obra bem como seu término, quantidade de insumos que serão utilizados e qual será a atividade subsequente (SANTOS & LEÃO, 2018).

Dentre os softwares mais utilizados pela construção civil encontra-se o Computer Aided Design (CAD) ou em português Desenho Assistido por Computador. É um sistema utilizado em programas de desenho técnico e modelagem computadorizada. Sua finalidade é entregar um produto computadorizado em duas dimensões transmitindo informações simbólicas, técnicas e precisas de um modelo construtivo, utilizando qualquer escala. (HOLANDA, 2017).

Outro sistema que vêm sendo discutido desde 1975, mas que ainda nos dias de hoje carece de uma maior difusão e acredita-se que será uma ferramenta que substituirá os tradicionais modelos de modelagem em 2D é o sistema BIM. Uma tecnologia que com sua visão tridimensional possibilita otimizar os processos de compatibilização de diversos projetos. (HOLANDA, 2017).

2.2 Sistema BIM

O conceito de representação da forma tridimensional dos produtos na indústria da construção é tão antigo quanto os sistemas CAD pioneiros, desenvolvidos no início da década de 1960. Entretanto, alguns modelos podem ser caracterizados como não sendo BIM. O BIM é uma ferramenta colaborativa, usada pelos membros da indústria da arquitetura, engenharia e construção (AEC), que se baseia em um número de soluções de software. (ROBINSON, 2007; AYRES FILHO, 2009).

2.2.1 Breve introdução histórica

Na década de 70, o professor Charles M. Eastman criou o conceito BDS (Building Description System). Esse conceito foi elaborado para mostrar que uma descrição computacional de um edifício, poderia replicar ou melhorar todas as informações de projeto, de modo que a memorização e manipulação destas informações possa permitir ao projeto sua construção e suas análises operacionais (EASTMAN, 1999).

O termo BIM "Building Information Modeling " foi empregado pela primeira vez por um arquiteto da Autodesk, Phil Berstein, sendo depois difundido por Jerry Laiserin, se tornando uma representação digital dos processos de construção para facilitar o intercâmbio e a interoperabilidade de informação em formato digital (ALVES et al, 2012).

Já em 1995, é registrado o formato IFC (Industry Foundation Class), atualmente regulado pela norma internacional ISO 16739:2013, sendo uma configuração de arquivo desenvolvida pela buildingSMART para facilitar a interoperabilidade no setor de arquitetura, engenharia e construção (AEC), com o objetivo de permitir a troca de informação entre diferentes programas BIM (THEIN, 2011).

2.2.2 Diferentes noções de BIM

O conceito BIM (Building Information Modeling) é um conjunto de informação que vai desde a concepção de uma edificação, com a possibilidade dinâmica de atualização durante todo o seu ciclo de vida, integrando os processos e os profissionais do início ao fim do empreendimento. O BIM tem como princípio gerar um modelo virtual que represente todas as características do produto final, relacionando as características com a variável tempo (VENÂNCIO, 2015; BAIA, 2015; CAMPESTRINI et al, 2015).

Devido à complexidade das edificações e as exigências presentes na indústria AEC, a forma de representação 2D passou para a representação de um modelo digital 3D, englobando informações que vão desde topografia e implantação até a sustentabilidade e segurança do empreendimento (VENÂNCIO, 2015).

À medida que o modelo ganha complexidade e informação, vão surgindo diferentes níveis de projeto, conhecidos como dimensões do modelo BIM. Ou seja, quanto maiores forem as quantidades de informações fornecidas por um modelo, maiores serão suas dimensões, o que torna as tomadas de decisão mais complexas e pertinentes (CAMPESTRINI et al, 2015).

Portanto, o BIM é capaz de reduzir a probabilidade de erros tanto nas fases de projeto quanto na fase de execução de obra. Isso ocorre devido a uma parametrização de componentes que irão compor o projeto arquitetônico a ser criado. Tal parametrização é capaz de modificar um sistema produtivo de 2D para 3D – Modelagem Paramétrica; 4D – Cronograma da Obra; 5D – Orçamento; 6D – Desempenho e Sustentabilidade e o 7D – Gestão e Manutenção das construções, dependendo do nível de informações sobreposto ao modelo em elaboração (BOMFIM et al, 2016).

2.2.3 Comparação entre as técnicas convencionais de planejamento e o planejamento usando ferramentas BIM

Para planejar de forma convencional, devemos levar em consideração certas informações relevantes para o projeto, como interpretar desenhos em 2D e suas especificações, analisar a produtividade, os recursos, locação de equipamento, entre outros. Uma das vantagens do sistema BIM é a redução do tempo necessário da quantificação de elementos e estimativas, além de melhorar a precisão dessas estimativas, minimizar os incidentes de disputas de ambiguidades em dados de CAD, e reduzir os custos do empreendimento (BOMFIM et al, 2016; KOO E FISCHER, 1998).

Esse novo sistema de modelagem introduz uma grande mudança nos processos de troca de informação entre todos os agentes colaborativos do empreendimento, tornando-o mais rápido e dinâmico. E apesar de existir um único modelo BIM agregador de toda a informação, os subsídios dos diferentes projetistas podem coexistir, pois é possível definir diversos ambientes de trabalho. Qualquer projetista pode moldar o modelo de acordo com as diferentes necessidades, garantindo ainda a integridade do trabalho de cada um (VENÂNCIO, 2015).

2.2.4 Softwares dos sistemas BIM

O BIM significa Modelagem da Informação da Construção de um Edifício, para tanto existem diversos softwares que trabalham com o BIM (cerca de 150 homologados pela Building Smart). A escolha de softwares afeta as práticas de produção, interoperabilidade e as capacidades funcionais de uma

organização de projeto para elaborar determinados tipos de projetos. Por isso, vale ressaltar que nenhuma plataforma será ideal para todos os tipos de empreendimentos (BAIA, 2015).

O mercado de modelo BIM vem oferecendo cada vez mais opções de softwares que são capazes de otimizar processos, como: a modelagem e comunicação colaborativa entre os agentes da construção, Figura 1. (BARISON E SANTOS, 2011).

Figura 1 - Plataformas BIM

Disciplinas de Projeto	Ferramentas BIM
Arquitetura	Revit Architecture
	ArchiCAD
	Vectorworks
	Bentley Architecture
	Allplan
	DDS-CAD Architect
Estrutura	Tekla Structures
	Revit Structures
	CAD/TQS
	Bentley Structural
Elétrica	Revit MEP
	Bentley - Building Electrical Systems
	DDS-CAD Electrical
Hidraulica/HVAC	Revit MEP
	Bentley Mechanical Systems
	DDS - HYAC
Gerenciamento de projetos	Navisworks
	Synchro
	Solibri
Gerenciamento e orçamento de obras	Vico Software
	Volare/TCPO
	Primavera
	MSPProject
	Tron-arc
	Orca Plus

Fonte: Barison e Santos, 2011

3 METODOLOGIA

O presente trabalho é de cunho descritivo exploratório, sendo dividido em duas etapas: a primeira é baseada em um levantamento bibliográfico e a segunda desenvolveu-se através do estudo de caso em uma obra de uso residencial unifamiliar. Sendo possível encontrar resultados na proposição de melhorias.

3.1 Levantamento bibliográfico

O levantamento bibliográfico consistiu na busca e revisão de parte da bibliografia a respeito dos assuntos: planejamento de obra e mais especificamente a modelagem BIM. Teve como intuito sedimentar o conhecimento existente e suscitar discussões e aprimoramento; dentre tantos autores e pesquisadores destacando-se: BAIA, 2015; VENÂNCIO, 2015; CAMPESTRINI et al, 2015; MATOS, 2010; LISBOA E CASTRO, 2018; HOLANDA, 2017; GOLDMAN, 2004. Os dados foram coletados através de livros,

artigos científicos, documentos, e observação indireta dos pesquisadores. Esses instrumentos permitiram uma adequada e satisfatória obtenção de informações.

3.2 Método e coleta de dados

O método escolhido Estudo de Caso, é baseado em observação direta, análise de documentação e entrevistas. Através dele foi possível a investigação e avaliação do planejamento de obra que teve como ferramenta de controle o BIM. O mapeamento do processo tem por objetivo a avaliação da eficácia da ferramenta em relação ao planejamento da obra, sendo identificadas as inconsistências relacionadas ao processo de levantamento dos quantitativos pré-obra, verificando se os dados computacionais estão de acordo com a realidade. Comumente a tecnologia tem sido mais difundida em edificações de grande porte, a escolha do estudo em uma obra de um edifício unifamiliar se deu por acreditar que a efetividade do BIM pode ser vista também em edificações menores, abrindo uma nova perspectiva ou possibilidade de aplicação e melhorias.

Os dados para realização do estudo de caso foram obtidos através de perguntas direcionadas ao engenheiro responsável pela obra e análise de relatórios. As visitas à obra foram agendadas e periódicas na busca de subsídio de transtorno ou benefícios da metodologia em estudo. Para o entendimento e mapeamento dos processos, tanto as entrevistas quanto as visitas técnicas foram direcionadas à obtenção dos seguintes dados: 1) concepção do empreendimento; 2) modelagem; 3) metodologias e planejamento; 4) orçamento; 5) execução dos projetos (fundação, estrutural, instalações prediais e elétricas, fechamento e acabamento). Foram observadas a coerência e desenvolvimento de cada etapa projetiva/ construtiva, identificando os êxitos do planejamento e quais os problemas enfrentados em cada uma das etapas.

Para uma melhor visualização dos dados coletados, foram elaboradas tabelas e gráficos referentes aos processos de quantitativos e execuções planejados por meio da metodologia BIM e a realidade desses processos no decorrer da construção da edificação. Em outras palavras, foram analisadas as quantidades de materiais, o tempo e a ordem de execução das etapas construtivas, além dos modelos estruturais do edifício planejados previamente com softwares BIM.

3.3 Estudo de Caso – Caracterização da Obra

O edifício unifamiliar está localizado no condomínio Alphaville Araguaia em Goiânia-GO, sob a responsabilidade técnica de engenheiros especializados, com uma área de 449,27 m², dividido

em três pavimentos, composto por subsolo (garagem), térreo (salas, cozinha, área de serviço, uma suíte e área de lazer com piscina e sauna) e pavimento superior (três suítes sendo uma master, terraço e sala).

A obra foi planejada e elaborada por meio das seguintes etapas: Projeto arquitetônico, Projeto estrutural, Projeto hidrossanitário, Projeto elétrico, Levantamento dos quantitativos, orçamento, planejamento do tempo e ordem de execução de cada etapa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram colocados de forma temporal com o objetivo de mostrar como se deu a evolução da obra e ao mesmo tempo as vantagens do sistema BIM nesse caso. Tendo visto que as informações foram obtidas por meio de entrevistas com a construtora e por meio de revisões bibliográficas.

O fluxograma a seguir exemplifica o mapeamento dos processos obtido no artigo, Figura 2.

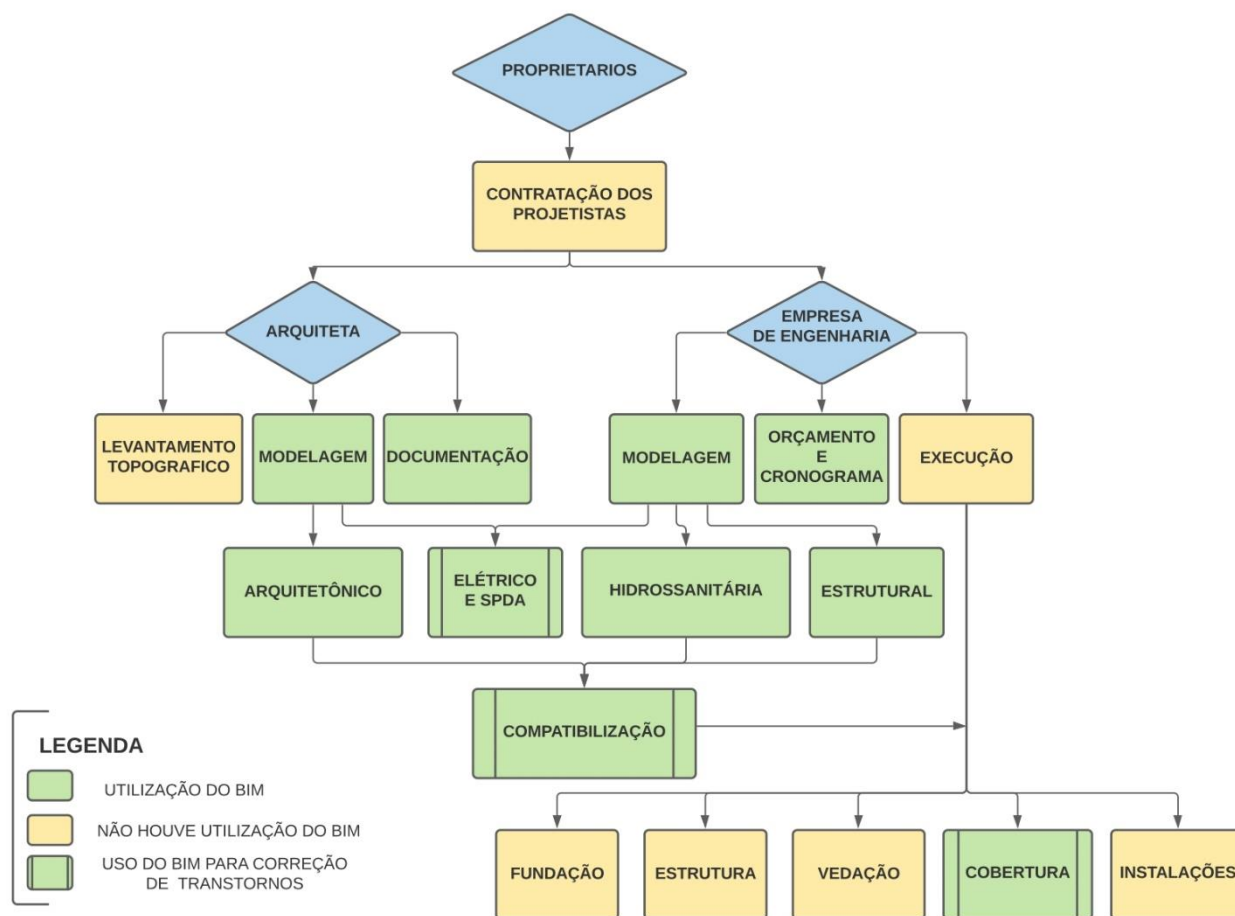
4.1 Concepção e elaboração do projeto - Processo de comunicação entre cliente e construtora

A Concepção é a primeira fase, o início do projeto, onde se cria uma ideia, um rascunho para aquilo que se deseja. É nessa fase que se define os objetivos e metas, analisando os recursos disponíveis e necessários, tendo uma base da viabilidade do projeto para elaboração de uma proposta para desenvolvê-lo.

Para dar início ao empreendimento, a proprietária realizou um esboço do projeto arquitetônico e procurou a arquiteta de sua confiança para dar início à modelagem arquitetônica. Esta por sua vez, contratou profissionais especializados para realizar o levantamento topográfico.

Posteriormente, após ser aprovado pela administração do condomínio, a proprietária, por não residir em Goiânia, procurou uma empresa de construção especializada, pela internet, para realização dos demais projetos e a execução da obra; o processo de procurar a empresa até a contratação durou quatro meses.

Figura 2 – Mapeamento dos Processos



Fonte: Silvério, W. L.; Siqueira, J. F. R. F., 2020.

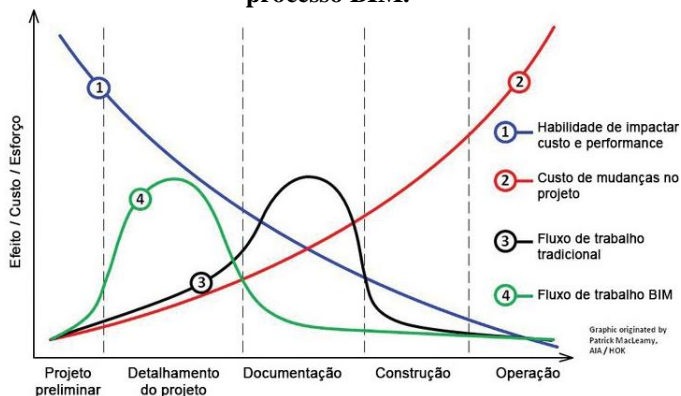
A modelagem faz parte da fase de planejamento de uma edificação. Nessa fase é realizada a base do projeto. As etapas devem seguir determinando como fazer, quem deve fazer e quando deve ser feito, para que o projeto possa ser executado corretamente, auxiliando na análise dos custos e do cronograma da obra.

Para tanto, a modelagem do projeto específico da pesquisa se deu em cinco fases: projeto arquitetônico, projeto estrutural, projeto hidrossanitário, projeto elétrico e SPDA, por último, a compatibilização de todos os projetos. Todas as etapas foram executadas com o auxílio dos softwares da ferramenta BIM, sendo eles, o Revit, o TQS e o QiBuilder.

O tempo de concepção dos projetos com o auxílio da ferramenta BIM foi reduzido em relação ao método convencional. O projeto arquitetônico levou um tempo maior devido aos transtornos causados pela distância dos proprietários que moravam em outra cidade. Demorou-se em torno de um ano até sua aprovação, considerando toda a documentação exigida pelos órgãos competentes e sua modelagem. Já os demais projetos demoraram em torno de dois a três meses.

Considerando esses dados, é possível exemplificar por meio da curva de Macleamy, Figura 3, uma comparação caso essa edificação tivesse sido feita pelo método tradicional e a mesma sendo projetada com o BIM. Conforme o projeto avança o custo de realizar mudanças nos projetos aumenta e diminui a habilidade da equipe de impactar nesse projeto. Ou seja, pelo método tradicional onde temos projetos 2D centrados, a maior parcela do esforço é aplicada durante a documentação do projeto, enquanto no BIM é durante o detalhamento dele, pois ao criar um modelo tridimensional desse edifício nessa ferramenta, grande parte da documentação é extraída automaticamente desse modelo, ocasionando uma enorme vantagem em diminuição de custos e erros.

Figura 3 - Comparação entre o Tempo-Esforço do processo tradicional de produção de projeto e do processo BIM.



Fonte: Adaptado de Curt (2004).

4.2.1 Modelagem Arquitetônica

O modelo arquitetônico necessita ser bem consistente em suas dimensões e elementos, visto que ele é a base para os demais modelos (estrutural, hidrossanitário, elétrico e SPDA), uma vez que toda concepção e dimensionamento desses modelos são baseados em vínculo com o projeto arquitetônico.

A concepção arquitetônica da edificação em estudo e seus devidos elementos, seguiu como ponto de partida o esboço apresentado pela proprietária, sendo desenvolvida por meio do software Revit pela arquiteta contratada pelos proprietários. Iniciou-se em fevereiro de 2017 e concluindo em fevereiro de 2018, apresentando algumas revisões após o início da obra. Como produto final, foi obtido um modelo composto por elementos inteligentes com altos níveis de detalhamentos, além da geração de plantas (piso, forro, elevações, cortes, tabelas e vistas 3Ds) de forma automática.

A Tabela 1 sintetiza as vantagens e desvantagens do uso da plataforma, seguida da Figura 4 que esboça o modelo 3D arquitetônico final do projeto.

Tabela 1 – Vantagens e Desvantagens da modelagem arquitetônica com o BIM

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Modelo criado por elementos com alta capacidade de manipulação	Necessidade de um sistema de rede e computadores com boa capacidade de operação
Visualização 3D otimizada	Tempo para adaptação e melhoria de produtividade por parte do usuário
Velocidade de criação do projeto	Criação de elemento que não possui no sistema default
Simple obtenção de quantitativos	

Fonte: Silvério, W. L.; Siqueira, J. F. R. F., 2020.

Figura 4 – Visualização da edificação em 3D



Fonte: Arquivo Revit empresa X, 2020.

4.2.2 Modelagem Estrutural

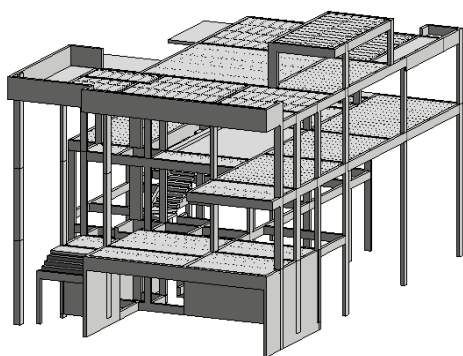
Para a modelagem estrutural é preconizado que seja realizada a partir de uma vinculação com o modelo

arquitetônico, de forma que o projeto estrutural seja modelado sem realizar nenhuma modificação no projeto arquitetônico.

A modelagem estrutural foi concebida de um projeto dimensionado no software TQS, Figura 5 e 6, por um engenheiro estrutural da empresa contratada, tendo realizado de julho a agosto de 2018, totalizando em torno de dois meses para ficar pronto, considerando a modelagem e suas revisões de acordo com o que era conversado com os demais colaboradores. Com a geração das pranchas foi possível identificar as características dos elementos estruturais e realizar a sua modelagem no Revit.

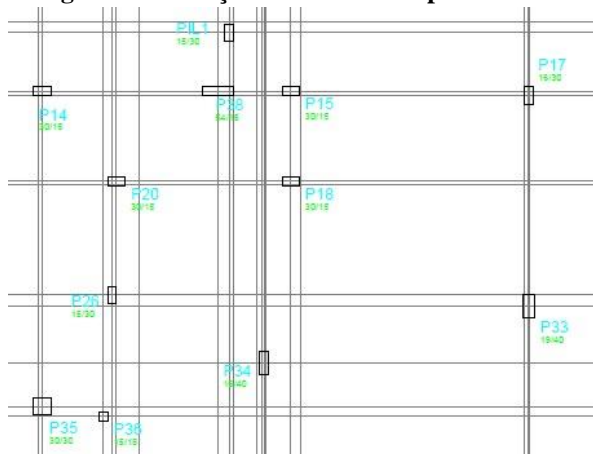
Os processos não foram simultaneamente compatibilizados, por isso foi necessária uma etapa de compatibilização.

Figura 5 – Visualização da estrutura em 3D



Fonte: Arquivo TQS empresa X, 2020.

Figura 6 – Locação dos Pilares na planta baixa



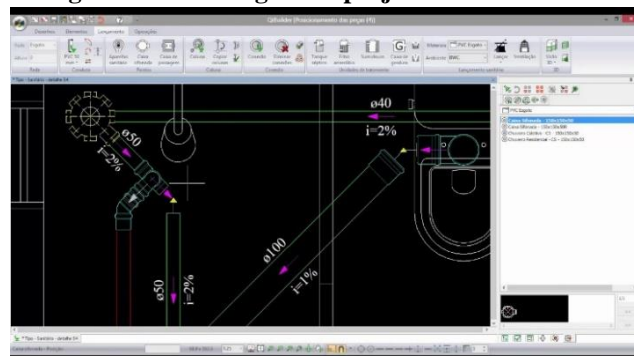
Fonte: Arquivo TQS empresa X, 2020.

4.2.3 Modelagem Hidrossanitário

O dimensionamento do projeto hidrossanitário foi realizado com o auxílio do software Qihidrossanitário (QiBuilder), Figura 7, pelo engenheiro civil e gestor da obra, iniciando em julho de 2018 e concluindo em agosto de 2018, findando em torno de dois meses. O ponto de partida do modelo se deu vinculando-o ao arquivo arquitetônico, oferecendo uma concepção da

melhor disposição das tubulações e a localização dos shafts para tornar as prumadas visitáveis e manter um projeto organizado.

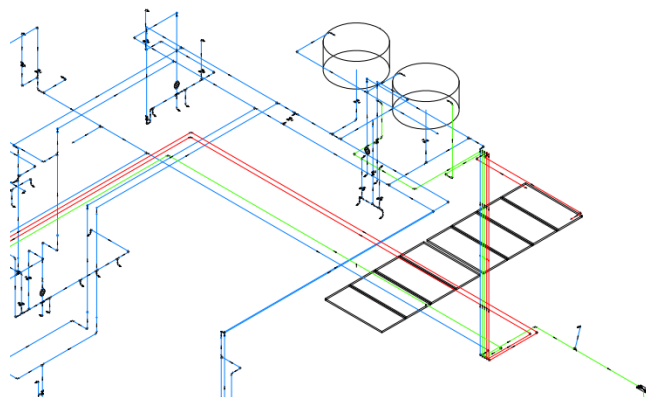
Figura 7 – Modelagem do projeto hidrossanitário



Fonte: Arquivo QiBuilder empresa X, 2020.

A modelagem e entendimento do projeto são facilitados para efetuar o lançamento automático da rede hidráulica e sanitária, ganhando maior agilidade e produtividade na elaboração dos projetos, conforme modelo da Figura 8. Através deste lançamento, o projetista direcionou os seus esforços para elaboração técnica e conceitual do projeto, que evitou perder tempo com processos manuais de desenho.

Figura 8 – Isométrico instalações hidrossanitárias



Fonte: Arquivo QiBuilder empresa X, 2020.

Vale ressaltar que, durante essa etapa, não houve comunicação entre o projetista e os demais colaboradores, assim como não ocorreu compatibilização com os demais projetos.

A Tabela 2 sintetiza as vantagens e desvantagens do uso da plataforma.

Tabela 2 – Vantagens e Desvantagens da modelagem hidrossanitário.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Visualização 3D do modelo	Necessidade de configuração detalhada de um template antes do início da modelagem
Definição de conexões perfeitamente compatíveis com a realidade	Criação de elementos que não possuem no sistema default
Fácil definição das cotas de fundo, nível das conexões e tubulações	

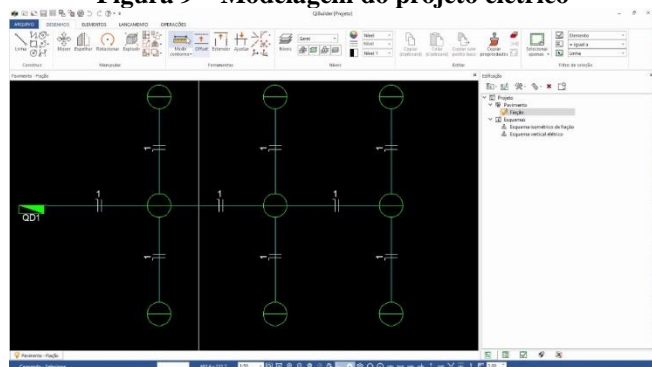
Fonte: Silvério, W. L.; Siqueira, J. F. R. F., 2020.

4.2.4 Modelagem Instalações Elétricas e Sistema de Proteção contra Descargas Elétricas (SPDA)

Para o projeto elétrico e o projeto de SPDA foi utilizado o software Qielétrico e o Qispda, vertentes do QiBuilder, exemplificado pela Figura 9. O software foi operado pelo engenheiro eletricitista contratado pela empresa responsável por executar o empreendimento, compreendendo o período de março e abril de 2019, considerando em torno de um mês de modelagem. Assim como os demais projetos complementares, os modelos foram vinculados ao projeto arquitetônico, o que otimizou a visualização das prumadas onde descem as fiações e os melhores locais para instalar os detalhes (tomada, interruptor, lâmpadas).

Nesse processo, o engenheiro eletricitista trabalhou diretamente com a arquiteta e a proprietária para definirem as questões estéticas e localização das instalações elétricas e de SPDA, não sendo necessário assim, a compatibilização com os demais projetos.

Figura 9 – Modelagem do projeto elétrico



Fonte: Arquivo QiBuilder empresa X, 2020.

Os transtornos ocorridos nessa etapa foram em relação a comunicação com os proprietários, os quais exigiam modificações de última hora em certas instalações, como as de ar condicionado, pois gostariam de mudar os locais das saídas de ar condicionado logo após a obra ter iniciado. A ferramenta BIM permitiu fazer tais alterações de forma rápida e eficaz, apresentando as alterações de custos e possíveis adversidades em

relação aos demais projetos iniciais, como questões estéticas, sem alterar o cronograma da obra.

4.2.5 Compatibilização

A compatibilização foi realizada em uma etapa a parte, com o auxílio do Revit. Nessa fase houve a importação de arquivos no formato .ifc, extraídos dos demais softwares (TQS e QiBuilder), a partir dos projetos arquitetônico, estrutural e hidrossanitário. Os projetos elétricos e SPDA não foram compatibilizados, pois houve comunicação do projetista diretamente com os demais colaboradores.

Esse processo demorou em torno de dois meses, agosto de 2018 a outubro de 2018, sendo que nesse período já havia iniciado a obra. Nesse processo, foram identificadas várias divergências entre os projetos, sendo analisado caso a caso, e feitas solicitações para os projetistas onde eram mais adequadas as alterações, sempre visando o melhor custo-benefício e preservando dentro do possível o projeto arquitetônico inicial.

Houve falha na compatibilização do projeto sanitário com as vigas do pavimento da cobertura, não foi possível executar de acordo com o projeto as tubulações de esgoto, pois ocasionaria problemas com os elementos estruturais (laje, pilar e viga). Além disso, houve falha na compatibilização do projeto estrutural com a janela do closet da suíte master, pois a arquiteta não previu a continuação do pilar da varanda no segundo pavimento, o qual era necessário devido ao balanço exorbitante da viga referente a laje técnica da cobertura, dessa maneira o pilar estrutural passaria no meio da janela da suíte master, sendo necessário deslocar a esquadria. Ambas as soluções foram resolvidas em obra em conjunto com equipe de execução, projetista e aceite do cliente, levando em torno de um mês após o início da execução do projeto para resolver tudo.

Na presente obra e etapa, o benefício do BIM se manifestou na facilidade de visualização dos erros de compatibilização, ou seja, ao extrair os projetos de seus respectivos softwares e vincula-los ao Revit, a ferramenta BIM sobrepôs automaticamente os projetos, no qual visualizou-se a sobreposição de elementos, como especificados anteriormente, sendo possível resolver os problemas acarretados de forma prática durante a execução da obra, sem alterar o cronograma e o orçamento da obra.

4.3 Orçamento e Cronograma

O primeiro passo dessa fase foi esclarecer os objetivos do projeto de acordo com as necessidades do cliente e dentro da sua possibilidade financeira (quanto ele deseja gastar com o empreendimento). O segundo passo foi determinar o prazo necessário para a execução da obra. Posteriormente estimou-se os custos da obra por meio de orçamentos com margens de preço para evitar surpresas no decorrer da execução da obra. O quarto passo foi evitar ruídos de comunicação entre todos os colaboradores da obra e por último executou-se uma gestão dos riscos, avaliando possíveis situações inesperadas se preparando para caso elas venham a ocorrer.

A parte orçamentaria foi realizada através do levantamento do projeto pela ferramenta BIM, na qual os quantitativos foram extraídos para uma planilha em Excel, conforme as Figuras 10 e 11, sendo posteriormente orçados de acordo com o mercado. Já o cronograma foi montado diretamente em Excel, baseado na divisão de cada etapa da obra.

O responsável pela parte orçamentária e cronograma foi o departamento de engenharia, sendo desenvolvido o orçamento da obra dentro de um mês, e o planejamento (cronograma) levou em torno de duas semanas. Estes procedimentos, utilizando a ferramenta BIM é de extrema importância, visto que o tempo para a elaboração de um orçamento por meios tradicionais demanda um consumo de tempo muito superior e muitas vezes não apresenta a precisão ideal.

Figura 10 – Quantitativos de materiais do projeto hidrossanitário

Lista de Materiais	
1 Aparelho	
1.1 Chuveiro	
1.1.1 22mm x 1/2"	4 pç
1.1.2 25mm x 1/2"	1 pç
1.2 Ducha higiênica	
1.2.1 25mm x 1/2"	4 pç
1.3 Máquina de Lavar Pratos	
1.3.1 25 x 3/4"	1 pç
1.4 Máquina de Lavar Roupa	
1.4.1 25mm x 3/4"	1 pç
1.5 Torneira de Jardim	
1.5.1 25 mm x 3/4"	6 pç
1.6 Torneira de Pia de Cozinha	
1.6.1 25 mm - 1/2"	3 pç
1.7 Torneira de Tanque de Lavar	
1.7.1 25mmx 3/4"	1 pç
1.8 Torneira de lavatório	
1.8.1 25 mm - 1/2"	4 pç
1.9 Vaso Sanitário p/ Válvula de Descarga de 1 1/2"	
1.9.1 40mm - 1 1/2"	4 pç

Fonte: Arquivo QiBuilder empresa X, 2020.

Figura 11 – Quantitativos de materiais do projeto estrutural

AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO	
				UNIT (cm)	TOTAL (cm)
ESCADA 1 - SUPERIOR					
60B	1	5	27	--VAR-	1539
60B	2	5	132	75	9900
50A	3	10	52	174	9048
50A	4	8	52	139	7228
60B	5	5	11	75	825
50A	6	10	6	--VAR-	624
50A	7	10	6	--VAR-	756
50A	8	10	5	--VAR-	495
V223					
50A	1	10	3	200	600
50A	2	10	2	870	1740
50A	3	10	2	180	360
50A	4	18	3	1000	3000
50A	5	18	2	755	1510
50A	6	10	2	414	828
50A	7	10	2	920	1840
50A	8	10	1	120	120
60B	9	5	2	570	1140
50A	10	10	2	465	930
60B	11	5	47	105	4935
50A	12	6.3	15	106	1590
60B	13	5	25	145	3625
60B	14	5	4	700	2800
50A	15	8	4	566	2264
V301					
50A	1	10	2	370	740
50A	2	10	2	335	670
60B	3	5	13	105	1365
V302					
50A	1	6.3	2	362	724
50A	2	12.5	3	345	1035
60B	3	5	13	105	1365
V303					
50A	1	10	2	672	1344
50A	2	10	1	150	150
50A	3	10	2	635	1270
50A	4	6.3	1	75	75
60B	5	5	30	105	3150
V304					
50A	1	10	2	671	1342
50A	2	10	2	275	550
50A	3	10	2	665	1330
60B	4	5	28	105	2940

Fonte: Arquivo Revit empresa X, 2020.

Observou-se pouca discrepância entre o que foi orçado e realizado, visto que com o uso da ferramenta foi possível antecipar as possíveis incertezas durante a fase de definição do projeto. Tendo como resultado uma obra que cumpriu com relativa precisão o cronograma físico e financeiro, que está anexado a este artigo.

4.4 Execução

A execução da obra iniciou-se antes da finalização dos projetos, com os serviços preliminares, sendo eles: Tapume; Canteiro/Barracão de obra; Limpeza do terreno; Corte e aterro; Instalação provisória de água/esgoto e de energia. Essa etapa foi executada durante quinze dias no mês de abril de 2018.

4.4.1 Fundação:

O tipo de fundação determinada para a execução da obra em questão foi sapata, produzida com concreto armado usinado, adquirido pela empresa, com exceção da garagem semienterrada, onde foi executada cortina de concreto armado e sapata continua.

O tempo de execução dos serviços da fundação foi de aproximadamente 45 dias, com serviços executados por seis colaboradores, entre pedreiros e serventes, supervisionados pelo mestre de obras e gerenciado em visitas diárias pelo engenheiro responsável.

A execução começou com as marcações dos pontos (locação/gabarito) realizadas por dois colaboradores, seguido da escavação e montagem das formas das sapatas, conforme Figura 12, e da cortina, realizadas por todos os colaboradores. Já a concretagem foi realizada por cinco colaboradores. Todas as tarefas foram supervisionadas pelo mestre de obras e o engenheiro responsável, obedecendo todas as diretrizes do projeto.

Figura 12 – Escavação das sapatas



Fonte: Silvério, W. L.; Siqueira, J. F. R. F., 2020.

Na referida etapa foi observado controle no processo, constatando benefícios advindos da ferramenta, no quesito de quantidade de insumos utilizados e dimensionamento das estruturas, não havendo desperdícios. Dessa forma não apresentou nenhuma intercorrência e divergência entre projeto e planejamento.

4.4.2 Estrutura

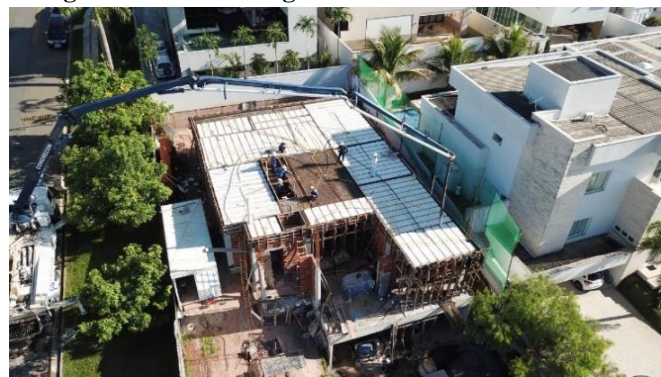
A estrutura da edificação em estudo foi de concreto armado, na qual foi feita a terceirização do insumo. Contudo, o tempo de execução dos serviços foi de aproximadamente noventa dias.

A estrutura teve início com a colocação das tubulações e passagens, sendo executada por três colaboradores, logo após foi executada a montagem das formas de vigas, pilares e lajes, seguindo a ordem de cada pavimento (subsolo, térreo, pavimento superior e cobertura) por um total de seis colaboradores.

Para tanto, a concretagem dessa etapa teve a participação de cinco colaboradores, sendo que todas as execuções foram supervisionadas pelo mestre de obras e o engenheiro responsável, obedecendo todas as diretrizes do projeto, representado pela Figura 13.

Assim como na fundação, a ferramenta proporcionou maior controle no processo, evitando desperdícios de insumos e possíveis erros de execução que gerariam transtornos no cronograma da obra, pois ela considerou prováveis riscos de atrasos, por exemplo, tempo chuvoso. O que acarretou o não aparecimento de intercorrências e divergências na execução.

Figura 13 – Concretagem dos elementos estruturais



Fonte: Silvério, W. L.; Siqueira, J. F. R. F., 2020.

4.4.3 Vedação:

A vedação escolhida para a edificação em estudo, foi de alvenaria de bloco cerâmico, os quais foram adquiridos por uma empresa terceirizada. No entanto demorou cerca de cinquenta dias para a sua execução. Nessa etapa houve a colaboração de seis funcionários, que executaram a vedação e fizeram os cortes para a colocação das esquadrias. Com a supervisão do mestre de obra e do engenheiro.

Assim como nas etapas anteriores, o BIM auxiliou na compra dos insumos e do controle de tarefas realizadas. Além de facilitar no tempo e na execução dos cortes feitos para a esquadrias.

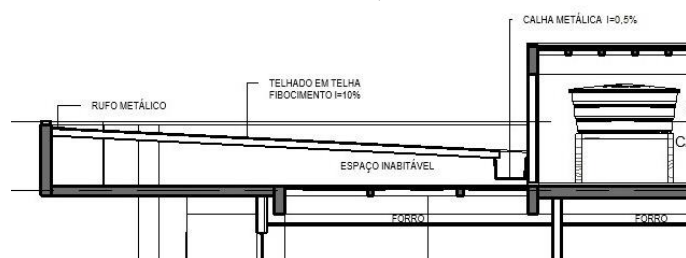
4.4.4 Cobertura:

As partes constituintes da cobertura da edificação são a estrutura de apoio, telhamento (telha isotérmicas), o sistema de captação de águas pluviais (calha, rufos e condutores verticais) e a platibanda. Foi gasto em torno de trinta e cinco dias para a execução total da cobertura.

A cobertura teve início com o levantamento de alvenaria (platibanda), depois a colocação de estrutura metálica para a sustentação do telhado. Logo após foi colocado a calha e para finalizar as telhas e os rufos. Para a execução da calha e do rufo foi contratado um calheiro terceirizado e para os demais serviços foram preciso sete colaboradores, com a supervisão do mestre de obra e do engenheiro.

Assim como os tópicos anteriores a ferramenta evitou desperdícios, mas além disso também ajudou a avaliar com antecedência um problema na calha. De acordo com as normas exigidas pelo condomínio, a altura máxima da edificação deveria ter altura máxima de dez metros, e o fato de a edificação ser de três pavimentos, ocasionou problemas no dimensionamento das platibandas, que deveriam ter altura reduzida, sobrando um pequeno espaço para a camuflagem do telhado e inclinação das calhas, como mostra a Figura 14.

Figura 14 – Corte do projeto arquitetônico (visualização da calha)



Fonte: Arquivo Revit empresa X, 2020.

Com o projeto arquitetônico feito usando a ferramenta BIM foi possível perceber com antecedência que a altura da platibanda iria deixar a queda da calha com um encaixe muito curto, chegando a solução de usar a porcentagem mínima (0,5%) de inclinação das calhas, sendo possível de ser executadas.

4.4.5 Instalações:

As instalações prediais foram integradas ao sistema construtivo de acordo com o que foi proposto pelo projeto de arquitetura e seus projetos complementares, sendo escondidas por trás das paredes, por dentro das lajes, pelo chão e por cima do forro.

As execuções das instalações foram sendo feitas de acordo com a execução estrutural e de vedação da edificação, pois, conforme as lajes e paredes iam sendo executadas, as caixas e cortes de passagens para fios e tubulações eram feitas. Dessa forma, a duração dessa etapa foi de aproximadamente cinquenta e cinco dias para as instalações hidráulicas e de ar condicionado

(julho de 2018 a agosto de 2018), de aproximadamente sessenta e quatro dias para as instalações elétricas (julho de 2018 a setembro de 2018) e de aproximadamente dez dias (outubro de 2018) para as instalações de sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) e instalações fotovoltaicas.

Para essa etapa houve a colaboração de quatro funcionários, além da participação de um profissional electricista, um profissional encanador e uma empresa especialista em instalações fotovoltaicas. Todos os colaboradores foram supervisionados pelo mestre de obra, pelo engenheiro civil e pelo engenheiro electricista, e a execução das tarefas foram de acordo com as diretrizes dos projetos, não apresentando transtornos evidentes.

O BIM na etapa de execução das instalações prediais evitou contratemplos, como furos indesejados em elementos estruturais, poluição visual com relação a arquitetura e os elementos de instalações (fios e tubulações), má execução dos serviços, evitando futuras manutenções. Além de facilitar na compra dos materiais devido a sua precisão em relação a quantidade de insumos.

4.5 Análise Geral

O caso analisado nesse artigo apresenta apenas 40% das utilidades do BIM, ao mostrar que a ferramenta tecnológica não foi utilizada em todo o processo construtivo da edificação. Pois, conforme apresentado na bibliografia levantada, para o BIM ser totalmente eficaz, deve agir no processo de construção como um ciclo, Figura 15, sendo usado em todos os processos, e não somente na modelagem, como vem sendo apresentado em edificações unifamiliares similares a deste estudo.

Figura 15 – Ciclo do BIM

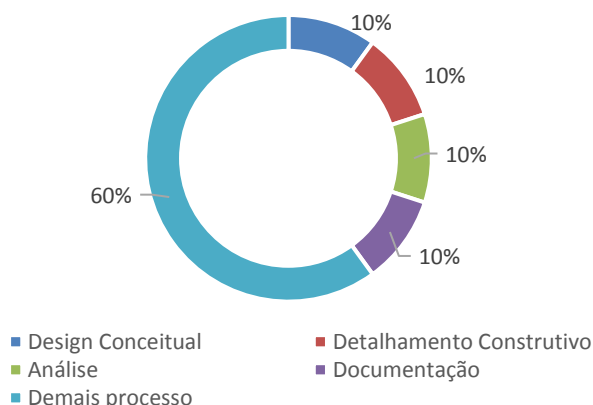


Fonte: Qualicad, 2020.

O gráfico a seguir exemplifica os percentuais dos processos mapeados nesse estudo de caso, levando em

consideração todas as etapas da obra, executadas até o momento.

Gráfico 1 – Processos mapeados na edificação unifamiliar



Fonte: Silvério, W. L.; Siqueira, J. F. R. F., 2020.

5 CONCLUSÕES

Por meio dos dados obtidos com o levantamento bibliográfico acerca da temática trabalhada foi possível identificar as principais características da ferramenta BIM e correlacioná-la com o planejamento na construção civil, constatando suas eminentes vantagens e desvantagens durante o processo e chegando à conclusão se as benfeitorias da metodologia BIM encontradas no levantamento bibliográfico são plausíveis com a realidade da utilização desse método.

Todavia, com a inserção prática no conteúdo, que se deu através da modelagem e execução de um edifício unifamiliar, pode-se notar que falta uma maior compreensão do funcionamento da ferramenta por meio dos profissionais da construção civil. Estes ainda sentem dificuldades em trabalhar com a mudança de cultura/panorama, mesmo estes programas facilitando não só a criação de projetos, mas também a sua leitura e aplicação.

No caso do estudo deste artigo, a ferramenta foi aplicada principalmente na modelagem dos projetos (arquitetônico e complementares) e nos levantamentos de quantitativos para executar o orçamento, além de colaborar com a moldagem do cronograma de obra, apresentando excelentes resultados nessas etapas.

Contudo, se as compatibilizações entre os projetos complementares e arquitetônico, desse estudo de caso, tivessem sido feitas simultaneamente, como sugere os levantamentos bibliográficos a certa da temática, os erros pertinentes a essa etapa teriam sido evitados. Pois o uso do BIM para a compatibilização dos projetos permite a visualização dos projetos em 3D e proporciona uma riqueza de detalhes, em que ao contrário das plataformas convencionais, cada um dos

elementos construtivos é carregado das informações necessárias para a sua execução.

Além disso, nesse estudo não houve o uso dessa ferramenta no canteiro de obras, o que por meio das simulações realizadas no modelo em conjunto com o planejamento, possibilitaria compreender todo o serviço, as etapas, criar diferentes possibilidades e cenários, além de realizar uma previsão mais assertiva quanto às mudanças e alterações que precisariam ser feitas, evitando acidentes, atrasos, elevação de custos, entre outras situações tão comuns em obras.

Em síntese, os softwares da ferramenta não possuem alto índice de complexidade, o que deveria refletir na sua maior utilização e desenvolvimento, sendo estes mais incentivados pelo mercado, porém o custo para a adoção dessa ferramenta em um escritório de pequeno porte ainda é muito elevado.

Além disso, levando em consideração que o BIM supre e/ou minimiza as principais carências da construção civil, tomando como exemplo, a incompatibilidade de projetos e incoerência construtiva, os profissionais que utilizam essa ferramenta não conseguem ter uma melhor visualização de como executar, por exemplo, o corte do projeto, já que a ferramenta faz tudo automaticamente.

6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, por nos conduzir e permitir que isso tudo acontecesse.

Agradecemos também a nossa família pelo apoio, amor e todo o incentivo.

Aos Engenheiros Tiago Sales, Victor Anezio e ao Arquiteto Hugo Sales, por nos fornecerem todos os dados necessários para realizar este artigo.

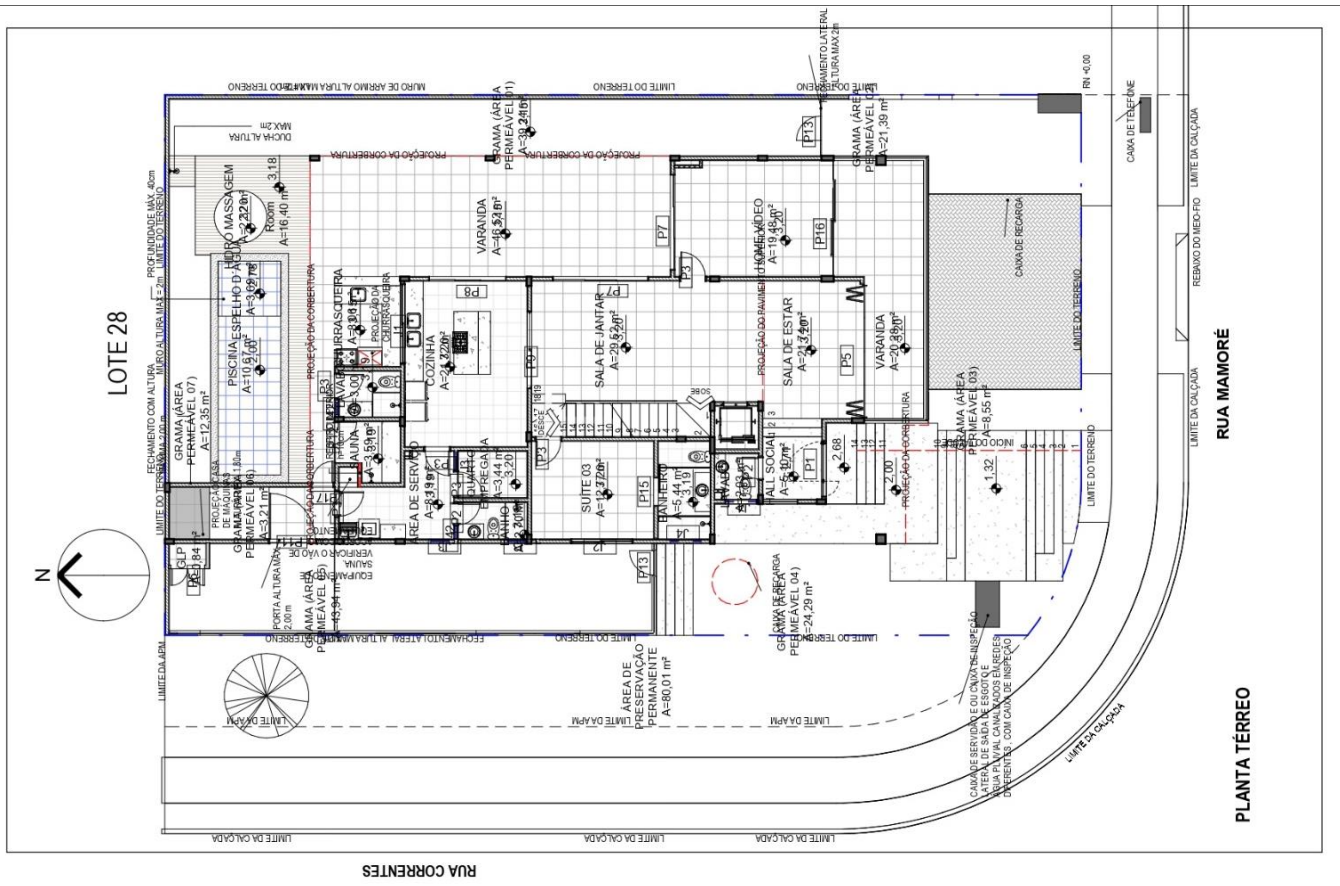
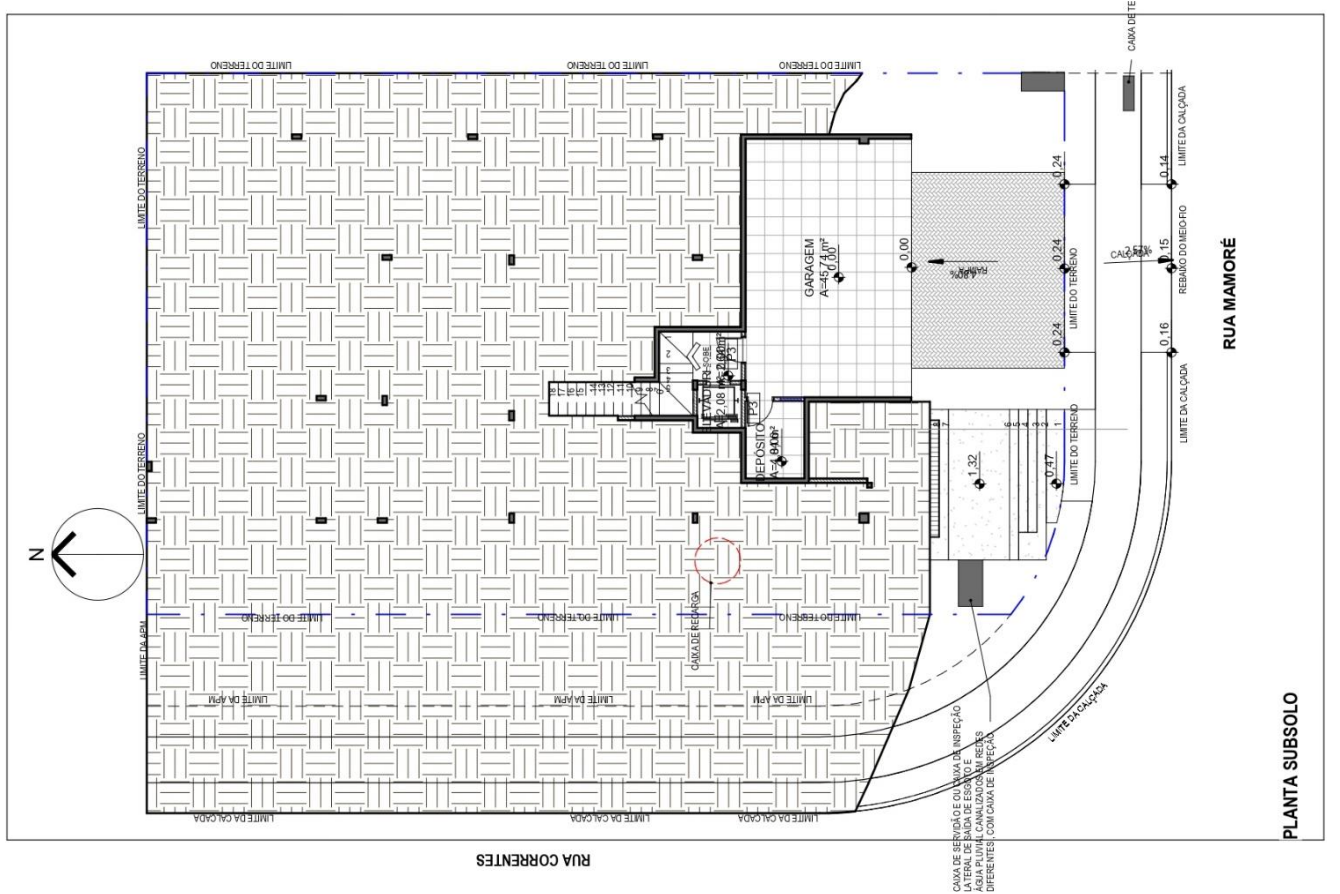
À nossa orientadora Ninfa Canedo, pelo suporte, empenho e amizade.

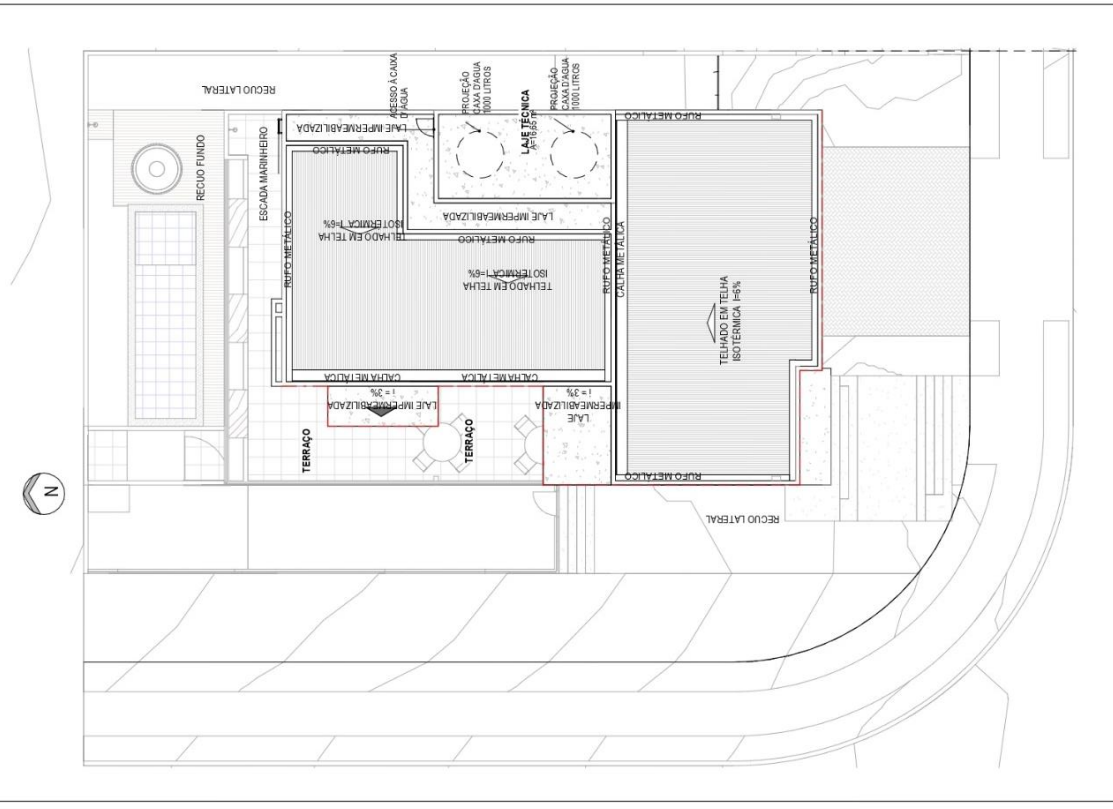
Sem a contribuição de cada um desses nada disso seria possível.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, C. et al. O que são os BIM? 2012. 16 f. Resumo (Mestrado Integrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2012.
- AYRES FILHO, C. Acesso ao modelo integrado do edifício. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal do Paraná, 2009.
- BAIA, Denize Valéria Santos. Uso de ferramentas BIM para o planejamento de obras da construção civil. 2015. 117 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Estruturas e Construção Civil Departamento de

- Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- BAIA, D. V. S. Uso de ferramentas BIM para o planejamento de obras da construção civil. Brasília, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/22996/1/2015_DenizeVal%c3%a9riaSantosBaia.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2020.
- BARCELOS, K. S.; ALVES, T. F. Planejamento e controle de obra Estudo de Caso: Comparar o desenvolvimento da construção estrutural de um edifício multifamiliar com planejamento. Tubarão SC, 2019. Disponível em: <<https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/8029/TCC%20-%20Final-convertido.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 08 de Mar. 2020.
- BARINSON, M. B.; SANTOS, E. T. Atual cenário da implementação de BIM no mercado da construção civil da cidade de São Paulo e demanda por especialistas. ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO. Anais... Salvador, 2011.
- BOMFIM, Carlos Alberto Andrade. LISBOA, Bruno Teixeira Wildberger. MATOS, Pedro Cesar Correia de. Gestão de obras com BIM – uma nova era para o setor da construção civil. SIGraDi 2016, XX Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics 9-11. Buenos Aires, 2016.
- CAMPESTRINI, T. F. et al. Entendendo BIM. 1ª. ed. Curitiba: [s.n.], v. 1, 2015.
- CURT. Collaboration, Integrated Information and the Project Lifecycle in Building Design, Construction and Operation (WP-1201). Cincinnati, OH, 2004.
- EASTMAN, Charles M. Building product models: computer environments, supporting design and construction. CRC press, 1999.FORMOSO, C. T. Planejamento e Controle da produção em empresa de construção. Rio Grande do Sul, 2001.
- GOLDMAN, P. Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira. 4 Ed. Pini. São Paulo, 2004. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/60625267/Introducao_ao_planejamento_e_controle_de_custos_na_construcao_civil20190917-70997-yi52r6.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2020.
- HOLANDA, M. V. P. Conferência entre softwares de representação de projeto de arquitetura: representação 2D AUTOCAD e BIM REVIT. Brasília, 2017. Disponível em: <<https://www.publicacoesacademicas.uniceub.br/pic/article/view/5547/3892>>. Acesso em: 19 abr. 2020.
- JUNIOR, O. L. Da S.; JUNIOR, C. A. B. Roteiro para elaboração do planejamento da produção de empreendimentos da indústria da construção civil, segundo os princípios da construção enxuta. 2010. Disponível em: <http://www.academia.edu/download/55178268/200_ROTEIRO_PARA_ELABORACAO_DO_PLANEJAMENTO_DA_PRODUCAO_002.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2020.
- KOO, Bonsang; FISCHER, Martin. Feasibility Study of 4D CAD in Commercial Construction. Stanford: Center for Integrated Facility Engineering. California, 1998.
- LAUFER, A.; TUCKER, R. L.. Is Construction Planning Really Doing its Job? A Critical Examination of Focus, Role and Process. Construction Management and Economics: Londres, p. 244. 1987.
- LISBOA, R. J. S.; CASTRO, W. C. C. Planejamento operacional nos canteiros de obra: estudo de caso no município de Goiânia. Aparecida de Goiânia, 2018. Disponível em: <http://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/213/1/tcc_Rog%c3%a9rio%20Lisboa_Weverton%20Castro.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2020.
- MATTOS, A. D. Planejamento e controle de obras. 1 Ed. São Paulo: PINI, 2010.
- PACHECO, L. M.; OLIVEIRA, D. M.; PEREIRA, M.; BRANCO, L. Gerenciamento de projetos na construção civil. 2016. Disponível em: <http://www.inovarse.org/sites/default/files/T16_324.pdf>. Acesso em 12 abr. 2020.
- ROBINSON, C. Structural BIM: discussion, case studies and latest developments. The structural design of tall and special buildings, v. 16, p. 519-533, 2007.
- RUSCHEL, R. C.; VALENTE, C. A. V.; CACERE, E.; QUEIROZ, S. R. S. L. O papel das ferramentas BIM de integração e compartilhamento no processo de projeto na indústria da construção civil. Revista Eletrônica de Engenharia Civil. v. 7, n. 3 p. 36-54, 2013. Disponível em: <<https://www.academia.edu/download/32990940/27487-117331-1-PB.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2020.
- SANTOS, A. J. De O.; LEÃO, G. A. Métodos de planejamento de obras: comparação entre o tradicional e o software de código aberto. Maceió, 2018. Disponível em: <<https://ri.cesmac.edu.br/bitstream/tede/338/1/M%c3%a9todos%20de%20planejamento%20de%20obras%20compara%c3%a7%c3%a3o%20entre%20o%20tradicional%20e%20com%20software%20de%20c%c3%b3digo%20aberto.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2020.
- THEIN, Volker. Industry foundation classes (IFC). BIM interoperability through a vendor-independent file format. Bentley. Germany, 2011.
- VENÂNCIO, Maria João Lima. Avaliação da Implementação de BIM-Building Information Modeling em Portugal. Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2015.





Cronograma de Obra

Obra: Casa Sandra Oliveira
 Local: Alphaville - Araguáia
 Data: 19/fev/18
 Prazo: 10 meses

No. Item	Tarefa	Data de início	Duração (dias)	Data de término
1	TAPUME	01/abr/18	4	05/04/2018
2	CANTEIRO / BARRAÇÃO DE OBRA	01/abr/18	14	15/04/2018
3	LIMPEZA DO TERRENO, CORTE E ATERRO	15/abr/18	7	22/04/2018
4	LOCAÇÃO / GABARITO	22/abr/18	3	25/04/2018
5	ESCAVAÇÃO / ARMAÇÃO - FUNDAÇÃO	25/abr/18	20	15/05/2018
6	CONTEIÇÃO - MURO DE ARRIMO	25/abr/18	10	05/05/2018
7	CONCRETAGEM DA FUNDAÇÃO	15/mar/18	2	17/03/2018
8	ARMAÇÃO	17/mar/18	82	07/08/2018
9	TUBULAÇÕES E PASSAGENS(ESTRUTURA)	17/mar/18	82	07/08/2018
10	MONTAGEM DE FORMA - 1ª PAV	19/mar/18	30	18/06/2018
11	CONCRETAGEM DA ESTRUTURA - 1ª PAV	19/mar/18	2	20/06/2018
12	MONTAGEM DE FORMA - LAJE COB	20/jun/18	30	20/07/2018
13	CONCRETAGEM DA ESTRUTURA - LAJE COB	20/jul/18	2	22/07/2018
14	MONTAGEM DE FORMA - BARRILETE	22/jul/18	14	05/08/2018
15	CONCRETAGEM DA ESTRUTURA - BARRILETE	05/ago/18	2	07/08/2018
16	ALVENARIA - TERREO	02/jul/18	21	23/07/2018
17	ALVENARIA - 1ª PAV	03/ago/18	21	24/08/2018
18	REBOCO INTERNO	03/ago/18	30	02/09/2018
19	REQUADRAÇÃO	03/ago/18	32	04/09/2018
20	ELETRODUTOS	02/jul/18	64	04/09/2018
21	CONTRA-PISO	28/ago/18	15	12/09/2018
22	FIANÇA / MONTAGEM DE QUADRO	04/set/18	10	14/09/2018
23	PARA-RAIO	17/out/18	10	27/10/2018
24	ENERGIA FOTOVOLTAICA / CONTROLE E ALTI	17/out/18	10	27/10/2018
25	TUBULAÇÃO ÁGUA FRIA/QUENTE	02/jul/18	55	26/08/2018
26	TUBULAÇÃO ESGOTO	02/jul/18	55	26/08/2018
27	TUBULAÇÃO PLUVIAIS	02/jul/18	55	26/08/2018
28	TUBULAÇÃO DE GÁS	02/jul/18	55	26/08/2018
29	INSTALAÇÕES AR CONDICIONADO	02/jul/18	55	26/08/2018
30	LOUÇAS E METAIS	16/nov/18	10	26/11/2018
31	IMPERMEABILIZAÇÃO FUNDAÇÃO	17/mar/18	2	19/05/2018
32	IMPERMEABILIZAÇÃO ÁREAS MOLHADAS	10/set/18	4	16/09/2018
33	IMPERMEABILIZAÇÃO EM LAJE	28/ago/18	15	12/09/2018
34	REBOCO EXTERNO	28/ago/18	30	27/09/2018
35	CAÇASAS / RAMPA GARAGEM	27/set/18	10	07/10/2018
36	ESTRUTURA METÁLICA / TELHADO	07/out/18	10	17/10/2018
37	CAIXA	07/out/18	10	17/10/2018
38	FORRO DE GESSO	02/set/18	30	02/10/2018
39	REVESTIMENTO EM PAREDE	16/set/18	26	12/10/2018
40	PISO E RODAPÉ	12/out/18	45	26/11/2018
41	BANCADAS	16/set/18	7	23/09/2018
42	PONTAS DE MADEIRA	16/nov/18	10	26/11/2018
43	PORTAS E JANELAS DE ALUMÍNIO	27/out/18	30	26/11/2018
44	VIDROS	11/nov/18	15	26/11/2018
45	GUARDA CORPO	11/nov/18	15	26/11/2018
46	PINTURA INTERNA	26/nov/18	30	26/12/2018
47	PINTURA EXTERNA	26/dez/18	15	10/01/2019
48	GRAMA	10/jan/19	7	17/01/2019
49	PLANTIO DE MUDAS	10/jan/19	7	17/01/2019
50	DESMONTAGEM DE CANTEIRO	17/jan/19	7	24/01/2019
51	LIMPEZA	24/jan/19	3	27/01/2019
52				00/01/1900
53	DURAÇÃO - 301 DIAS	01/abr/18	301	27/01/2019
54	IMPLANTAÇÃO	01/abr/18	24	25/04/2018
55	FUNDAÇÃO	25/abr/18	24	19/05/2018
56	ESTRUTURA	17/mar/18	82	07/08/2018
57	ALVENARIA / REBOCO / CONTRA-PISO	02/jul/18	87	27/09/2018
58	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	02/jul/18	117	27/10/2018
59	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	02/jul/18	147	26/11/2018
60	IMPERMEABILIZAÇÃO	28/ago/18	19	16/09/2018
61	REVESTIMENTOS	16/set/18	71	26/11/2018
62	COBERTURA	07/out/18	10	17/10/2018
63	ESQUADRIAS	16/nov/18	10	26/11/2018
64	PINTURA	26/nov/18	45	10/01/2019
65	LIMPEZA	17/jan/19	10	27/01/2019
66				00/01/1900

