

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO

ALICE QUEIROZ XAVIER

**O PROJETO ARQUITETÔNICO E SEUS COMPLEMENTARES:
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES**

Ouro Preto
2019

ALICE QUEIROZ XAVIER

**O PROJETO ARQUITETÔNICO E SEUS COMPLEMENTARES:
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito final à obtenção do Título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: M.Sc. Renata Oliveira Almeida Carnielle.

Ouro Preto
Escola de Minas/ UFOP
2019

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

X3o Xavier, Alice Queiroz .
O projeto arquitetônico e seus complementares: [manuscrito]: estudo comparativo entre edificações unifamiliares. / Alice Queiroz Xavier. - 2019. 89 f.: il.: color., gráf., tab.. + Organograma.

Orientadora: Profa. Ma. Renata Oliveira Almeida Carnielle.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Graduação em Arquitetura e Urbanismo .

1. Administração de projetos. 2. Compatibilidade. 3. Gerenciamento de obras. 4. Metodologia Convencional. 5. BIM. I. Carnielle, Renata Oliveira Almeida . II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 720.1

Bibliotecário(a) Responsável: Angela Maria Raimundo - SIAPE: 1.644.803



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto
Escola de Minas
Departamento de Arquitetura e Urbanismo



ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Em 12 de dezembro de 2019, reuniu-se a banca examinadora do trabalho apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso Arquitetura e Urbanismo da Escola de Minas da UFOP, intitulado: **O PROJETO ARQUITETÔNICO E SEUS COMPLEMENTARES: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES**, do aluno(a) **ALICE QUEIROZ XAVIER**.

Compuseram a banca os professores(as) **RENATA OLIVEIRA ALMEIDA CARNIELLE, RODRIGO DA CUNHA NOGUEIRA, IVANA COSTA AMORIM**. Após a exposição oral, o(a) candidato(a) foi argüido(a) pelos componentes da banca que reuniram-se reservadamente, e decidiram,

APROVADA, com a nota 10,0.

Orientador(a)

Avaliador 1

Avaliador 2

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só tornou-se possível porque tive o apoio, a compreensão e a colaboração de algumas pessoas e escritórios às quais gostaria de agradecer.

Primeiramente agradeço a minha orientadora, Renata Carnille, pela disponibilidade sempre demonstrada, pelo interesse e motivação no tema e o apoio que sempre manifestou ao longo destes meses.

Agradeço também aos escritórios, profissionais e amigos que me forneceram os materiais e informações necessárias para meu estudo de caso, em especial ao Alex Yogoro e a Marlene Gomes, sempre muito atenciosos e compreensivos.

Tenho ainda que agradecer imensamente aos meus pais Maria do Socorro e Clécio pelo apoio sempre presente e amor incondicional que me fizeram chegar até aqui.

Por fim, agradeço à proteção divina, presença constante em todos os momentos da minha vida.

RESUMO

Com o aquecimento do mercado da construção civil e redução dos prazos de entrega, o uso de softwares para desenvolvimento de projetos tem se aprimorado e se tornando cada vez mais necessário. Novas tecnologias estão sendo inseridas no mercado com o intuito de otimizar o processo de elaboração de projetos e melhorar a qualidade de seus produtos finais. Dentre as várias tecnologias disponíveis hoje o BIM (Building Information Modeling) é uma delas onde, entre suas diversas aplicações, permite que os envolvidos no projeto trabalhem de forma colaborativa e alcancem melhores resultados se mostrando uma eficiente alternativa aos métodos tradicionais, baseados em documentação e representações bidimensionais e tridimensionais.

Diante deste contexto, a pesquisa objetivou contribuir para verificar como o planejamento e a concepção de projetos são trabalhados atualmente, quais os problemas recorrentes no mercado com a falta de compatibilização e de interação/diálogo entre profissionais de áreas complementares e o uso de tecnologias mais antigas e recentes. O trabalho realizou um estudo comparativo entre obras de diferentes concepções a fim de apresentar uma análise entre suas metodologias apontando a importância da compatibilização para as execuções e como as novas metodologias e tecnologias estão se inserindo no mercado e contribuindo com ele.

Palavras-Chaves: Concepção de Projetos. Compatibilidade. Gestão de Obras. Metodologia Convencional. BIM.

ABSTRACT

With the civil construction market warming and reducing lead times, the use of software for project development has been improving and become increasingly necessary. New technologies are being introduced to the market with the intention to optimize the project design process and improve the quality of your final products. Among the many technologies available today, BIM (Building Information Modeling) is one of them where, among its many applications, allows those involved in the Project to work collaboratively and achieve better results by showing to be an efficient alternative to traditional methods, based on documentation and representations two-dimensional and three-dimensional.

Given this context, the research aimed to contribute to verify how the planning and conception of projects are currently worked, what are the recurring problems in the market with the lack of compatibility and interaction/ dialogue between professionals from complementary areas and the use of older and recent technologies. The work conducted a comparative study between works of different conceptions in order to present an analysis between their methodologies pointing out the importance of compatibility for executions and how new methodologies and technologies are entering the market and contributing to it.

Keywords: Conception of Projects. Compatibility. Works Management. Traditional Methodology. BIM.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Visualização de um projeto arquitetônico residencial realizado no AutoCAD – Escritório Ramon Nascimento.....	22
Figura 2 – Visualização de um projeto estrutural elaborado no AutoCAD.....	23
Figura 3 - Área de desenvolvimento, vista em 3D, realizada no AutoCAD	23
Figura 4 - Projeto residencial A&M, 3D realizado no software SketchUP.....	24
Figura 5 - Render realizado no V-ray, referente ao projeto "Espaço Noiva" - Alessandra Abreu	24
Figura 6 - Imagem ilustrativa exibindo softwares presentes no Pacote Office 365	25
Figura 7 - Ciclo BIM / Processo de modelagem da informação da construção	26
Figura 8 – Visualização de um projeto hidráulico elaborado em softwares BIM	27
Figura 9 - Visualização de um projeto elétrico elaborado no Revit	28
Figura 10 - Visão Geral de Gestão Pública de Projetos de AEC para Edificação.....	31
Figura 11 - Fases do ciclo de vida do projeto em BIM - Estágio 1	32
Figura 12 - Fases do ciclo de vida do projeto em BIM - Estágio 2	33
Figura 13 - Fases do ciclo de vida do projeto em BIM - Estágio 3	33
Figura 14 - Estágios de maturidade BIM	33
Figura 15 - Diversas fontes e formatos de informação diferentes em um mesmo modelo BIM.	34
Figura 16 - Relação entre esforço/efeito e cronograma do projeto.	36
Figura 17 - Organograma referente ao processo de seleção dos projetos.	38
Figura 18 - Imagem renderizada referente ao projeto A	39
Figura 19 - Imagem renderizada referente ao projeto B.....	41
Figura 20 - Imagem renderizada referente ao projeto B.....	41
Figura 21 - Imagem renderizada referente ao projeto B.....	41
Figura 22 - Profissionais e escritórios responsáveis pelos projetos A e B	44
Figura 23 - Colaboradores envolvidos no processo de elaboração dos projetos A e B.....	44
Figura 24 - Projetos desenvolvidos e pranchas geradas referente aos projetos A e B	45
Figura 25 - Nível de detalhamento presente nos projetos A e B	46
Figura 26 - Tabela contendo tempo e softwares utilizados no processo de elaboração dos projetos A e B.....	47
Figura 27 - Conhecimento e uso da tecnologia BIM entre os profissionais presentes na elaboração dos projetos A e B	48
Figura 28 - Principais dificuldades de se trabalhar com o Bim.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais softwares presentes no mercado da construção civil.....	18
Tabela 2 - Softwares utilizados para elaboração do projeto residencial A	39
Tabela 3 - Softwares utilizados para elaboração do projeto residencial B	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEC - Arquitetura, Engenharia e Construção

AIA - The American Institute of Architects

BIM - Building Information Modeling

CAD - Computer Aided Design

CG-BIM - Comitê Gestor - Building Information Modeling

IFC - Industry Foundation Classes

LOD - Level of Development

MIC - Modelação da Informação na Construção

TI – Tecnologia da Informação

TIC - Tecnologia da Informação e Construção

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA	12
1.2 OBJETIVOS	13
1.3 METODOLOGIA	14
2. A IMPORTÂNCIA DO PROJETO ARQUITETÔNICO E DE SEUS COMPLEMENTARES	14
3. A IMPORTÂNCIA DO USO DO SOFTWARE NO PLANEJAMENTO E CONCEPÇÃO DE PROJETOS	17
3.1 MÉTODOS TRADICIONAIS	21
3.2 TECNOLOGIA BIM	25
3.2.1 NÍVEIS DE DETALHAMENTO E DESENVOLVIMENTO BIM	29
3.2.2 ESTÁGIO DE MATURIDADE BIM	31
3.2.3 INTEROPERATIVIDADE	34
3.3 MÉTODOS TRADICIONAIS X BIM	35
4. ESTUDO DE CASO	36
4.1 SELEÇÃO DOS PROJETOS	37
4.1.1 PROJETO RESIDENCIAL A	39
4.1.2 PROJETO RESIDENCIAL B	40
4.2 LEVANTAMENTO, CARACTERIZAÇÃO E PONTOS A SEREM ANALISADOS	43
5. ANÁLISE DO USO DAS METODOLOGIAS DE PROJETO: MÉTODOS TRADICIONAIS E PLATAFORMA BIM	43
6. CONCLUSÃO	49
7. REFERÊNCIAS	52
ANEXO 1: Fichas Técnicas e Pranchas – Projeto A	55
ANEXO 2: Ficha Técnica e Pranchas – Projeto B	64
ANEXO 3: Check-list	74
APÊNDICE 1: Questionário aplicado aos escritórios/ profissionais responsáveis pela elaboração e execução dos projetos	86

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia tem facilitado a disseminação de informações e elaboração de edifícios mais complexos. Para administrar e gerenciar esses tipos de projetos tem se expandido o uso das Tecnologias da Informação e Construção (TIC), possibilitando o controle de dados digitais dos projetos a partir de geometrias mais complexas, e programando a sequência de atividades relativas à construção (FLORIO,2007).

O uso da tecnologia nos desenhos teve início com a chegada dos softwares CAD (Computer Aided Design) – 2D, e desde então, vem sendo implementadas inovações e melhorias que auxiliam no meio de produção de forma colaborativa. Diversas tecnologias estão surgindo, propondo um melhor diagnóstico e auxílio perante o planejamento, concepção e execução dos projetos, entretanto deve-se analisar os desafios de sua implementação e vantagens que cada uma poderá proporcionar. Segundo Rosso (2011), a plataforma BIM (Building Information Modeling) ou em português Modelagem da Informação e Construção é um destes novos sistemas que prevê o desenvolvimento de projetos, a partir de modelagens tridimensionais possibilitando a visualização das propostas anterior à sua construção (física) e envolvendo o armazenamento e compartilhamento de dados/informações dentro de um só modelo desde a fase inicial até a construção, abrangendo o projeto arquitetônico e seus complementares.

De acordo com Adesse e Salgado (2006), “o processo do projeto arquitetônico engloba desde a fase de concepção do empreendimento – desenvolvimento do projeto de arquitetura – até a compatibilização/coordenação de todos os projetos relacionados à produção da edificação, inclusive os projetos para a produção”. Logo o planejamento e concepção de projetos são etapas importantes que devem ser pensadas e analisadas de forma coerente, visando abordar problemas recorrentes no mercado. Dentre estes, a falta de compatibilização que pode vir a gerar desperdícios, a falta de interação/diálogo entre profissionais de áreas complementares que pode afetar o desenvolvimento e execução de projetos, o uso de tecnologias mais antigas, que pode ocasionar atrasos e falta de "confiabilidade" na elaboração, compatibilização, execução de projetos e obras e o desenvolvimento de novas tecnologias que chega com o objetivo de otimizar esse processo e trazer melhorias.

1.1. JUSTIFICATIVA

O processo de elaboração de um projeto envolve vários profissionais, que devem trabalhar de forma colaborativa para se ter um produto final satisfatório. Entretanto segundo Paiva (2016), o processo tradicional é extremamente fragmentado, o que agrega complicações, custos e perdas na fase de execução dos projetos. Adesse e Salgado (2006) apontam a importância de se destacar o nível de detalhamento dos projetos sendo que em seu processo de elaboração são introduzidos vários profissionais, cada um com seu escritório próprio, com particularidades e condutas administrativas diferentes. Ainda de acordo com os autores,

Nota-se um número crescente de intervenientes no processo do projeto. Espera-se que esse grupo, formado por organizações temporárias, constituídas por firmas ou indivíduos, com características individuais próprias, e que muitas vezes nunca trabalharam juntos em situações anteriores, executem um trabalho que atenda as satisfações e expectativas de todos e ainda que possuam foco individual diferente, mas com objetivo final comum. Para isso, precisam de um efetivo entrosamento, um trabalho em equipe, predominando o intercâmbio de informações entre esses profissionais. (ADESSE e SALGADO, 2006)

O desenvolvimento e implementação das ferramentas BIM surgiram como intuito de contribuir com o desenvolvimento de projetos (não somente) arquitetônicos e seus complementares de forma participativa em diversas áreas afins. O uso de softwares deste sistema, de acordo com Nabhan (2018), proporciona um trabalho conjunto, minimizando vários erros de projetos que antes não eram percebidos, viabilizando também a compatibilização e a criação de planilhas, cronogramas e gestão que integram todo o projeto, diferindo de métodos tradicionais como AutoCAD e SketchUp onde trabalha-se de forma individual, ocasionando diversas interferências e custos inesperados. Outro fator relevante à escolha do tema, diz respeito à implementação do Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019, que tem como finalidade promover um ambiente adequado ao investimento e difusão do BIM no país, com o objetivo de tornar obrigatório o uso destas ferramentas em obras públicas o que torna, segundo Nabhan (2018), “de suma importância o enquadramento social e histórico para a aplicação.”

1.2. OBJETIVOS

Geral:

Estudo sobre compatibilização de projetos e a implementação de novas tecnologias e ferramentas para melhorias da gestão, desenvolvimento e qualidade dos projetos ligados a construção civil.

Específicos:

- Estudar trabalhos científicos voltados para o uso de softwares, na área de concepção e execução de projetos.
- Analisar como a compatibilidade e gestão de projetos, ajudam a minimizar perdas na obra.
- Entender o que é a Plataforma BIM e conhecer os principais motivos, que levam profissionais a utilizarem ou não, a mesma.
- Analisar, através de estudos de caso, projetos arquitetônicos e seus complementares, desenvolvidos a partir de softwares convencionais e da plataforma BIM relacionados ao mercado da construção civil, buscando avaliar pontos positivos e negativos entre os mesmos.

1.3. METODOLOGIA

- Pesquisa e estudo de trabalhos científicos como artigos, dissertações, teses e livros.
- Revisão dos trabalhos científicos.
- Levantamento das características encontradas nos projetos estudados através da pesquisa.
- Elaboração de um check-list, com a finalidade de deixar previamente direcionado itens que serão levantados nos projetos a serem analisados.
- Análise de projetos residenciais distintos (A e B), produzidos em diferentes metodologias e ferramentas.
- Elaboração de resultado comparativo entre os projetos A e B.

2. A IMPORTÂNCIA DO PROJETO ARQUITETÔNICO E DE SEUS COMPLEMENTARES

Nos dias atuais inúmeros profissionais como arquitetos, engenheiros, designers e construtores estão presentes no processo de projeto de um edifício. Segundo Fabrício (2008), a mobilização dos projetistas ocorre gradualmente de acordo com o andamento do projeto e com a complexidade do mesmo. Assim profissionais especializados vão sendo requisitados e engajados para complementar os projetos.

O desenvolvimento de um projeto, segundo Rodríguez (2005), é um trabalho de cunho técnico onde os projetistas procuram atender demandas e restrições existentes passando por diversas fases criativas que serão modeladas e estudadas.

Ainda segundo Rodríguez (2005):

A modelagem do processo é indicada de forma unânime pelos pesquisadores da área como uma das primeiras ações a serem realizadas para organizar, desenvolver e controlar o processo, pois permite que os agentes envolvidos no mesmo tenham uma visão sistêmica e/ou detalhada do mesmo. (RODRÍGUEZ, 2005)

Embora não haja definição entre diferentes autores sobre qual o profissional venha a ter um segundo contato com o projeto e o cliente (considerando que um primeiro contato envolve o arquiteto para desenvolvimento do projeto), a partir da conscientização da intensa participação do projeto arquitetônico no mercado e admitindo-o como elemento fundamental e inicial, o mesmo é considerado como o primeiro processo pelo qual a obra é concebida e formulada. Na maioria das vezes esse projeto, elaborado por arquitetos, não conta com nenhuma participação de demais profissionais.

De acordo com Adesse e Salgado (2006):

(...)sem um correto e completo projeto arquitetônico todos os outros segmentos inerentes à produção de um edifício estarão prejudicados e comprometidos no que se refere à qualidade, eficiência, remuneração, satisfação dos clientes e racionalização. Os profissionais e promotores envolvidos no processo do projeto precisam estar cientes que o projeto arquitetônico é o berço de todas as decisões inerentes a uma obra, dando-lhe a devida importância e tratamento diferenciado. O processo construtivo de uma edificação, o sucesso ou fracasso do negócio construir está diretamente a ele relacionado. (ADESSE e SALGADO,2006)

O projeto arquitetônico engloba em seu processo um conjunto de informações que busca atender diversas necessidades e nortear a execução de uma edificação. Porém vale ressaltar que cada projeto é único e exige especialidades distintas e, com isso variações na metodologia podem vir a ocorrer. De acordo com a Norma NBR 13532/1995, os projetos de arquitetura possuem algumas etapas:

- a. Levantamento de dados para arquitetura;
- b. Programa de necessidades de arquitetura;
- c. Estudo de viabilidade de arquitetura;
- d. Estudo preliminar de arquitetura;
- e. Anteprojeto de arquitetura ou de pré-execução;

- f. Projeto legal de arquitetura;
- g. Projeto básico de arquitetura (opcional);
- h. Projeto para execução de arquitetura. (NBR 13532/1995)

O processo de concepção do projeto arquitetônico envolve um conjunto de fases e softwares que englobam informações essenciais para o desenvolvimento satisfatório do empreendimento.

Primeiramente o arquiteto executa atividades de levantamento de dados, como fotos e anotações manuais, bem como condições topográficas, climáticas e legais. Tais dados são coletados através de visitas ao local e reuniões com o contratante do projeto, a fim de conceber o programa de necessidades e estudo de viabilidade do empreendimento. Após esse processo a definição do produto começa a ser elaborada, onde gradativamente serão desenvolvidos os demais projetos, como: anteprojeto, projeto legal e projeto executivo. São nestas etapas que os softwares auxiliam na representação. De acordo com Nunes e Leão (2018): “No mercado atual, a prática mais comum de representação da edificação em projeto ainda é via desenho bidimensional – 2D, prevalecendo a metodologia CAD”.

O processo de envolvimento dos demais profissionais para a concepção dos projetos complementares pode ocorrer de forma individualizada, quando utilizados softwares tradicionais, ou de forma conjunta, através do uso do sistema BIM, por exemplo. Ambos os processos contam com projetos estruturais, elétricos, hidráulicos, paisagísticos e de interiores (que contribuem com a estética e funcionalidade da edificação). Vale ter em vista que “o processo construtivo e a concepção de demais projetos, está apoiado no projeto arquitetônico e que este é o predecessor e o suporte das decisões referentes ao empreendimento” (ADESSE e SALGADO, 2006).

Segundo Rodríguez (2005), ter uma programação do processo de projeto é de suma importância, entretanto nota-se facilmente que empresas e projetistas não dão a devida atenção à mesma. Normalmente os projetos são elaborados sem cronograma e os profissionais indicam o prazo de execução de seu próprio projeto, mesmo estando sujeitos a alterações devido à necessidade de maiores informações que serão geradas por outros projetistas (muitas vezes fornecidas após prazos internos estipulados).

Neste contexto, deve-se ressaltar a importância de uma gestão entre todas as partes envolvidas, em que, segundo Fabrício (2008), atividades como concepção, planejamento, organização, controle e direção envolvem a gestão de um projeto que tem como principal

objetivo definir e conduzir o empreendimento integrando todos os projetos e a obra, buscando garantir o fluxo e controle de informações e a compatibilidade entre os projetos.

De acordo com Paiva (2016), problemas relacionados à gestão estão diretamente interligados a complexidade da elaboração e execução do projeto pois isso acarreta um aumento nos profissionais envolvidos de acordo com suas especialidades. Fatores como a falta de modelos apropriados para a gestão, que podem vir a ser aplicadas em diferentes níveis de desenvolvimento, a falta de consolidação de práticas bem sucedidas e condições não favoráveis, como curtos prazos, e oscilação dos preços apresentados pelos profissionais, também estão ligados a implementação de uma adequada gestão (Rodríguez, 2005). Dar a devida importância para cada etapa de implementação e estabelecer uma visão estratégica do desenvolvimento são fatores importantes para se obter uma competente gestão evitando, falhas e confusões no decorrer do projeto (PAIVA,2016).

Atualmente o projeto arquitetônico e seus complementares são contratados de forma isolada não havendo a devida compatibilização, tendo como resultado retrabalhos, perdas e oneração no valor final da obra (PAIVA, 2016). A compatibilização pode ser vista como o gerenciamento de vários projetos e sistemas com o intuito de prever interferências físicas, onde soluções conjuntas torna o empreendimento viável. Segundo Rodríguez (2005), a compatibilização deve acontecer em todas as etapas de projeto, indo de uma visão geral, até verificações mais específicas, onde problemas como interferências entre projetos sejam notados e resolvidos. Entretanto apenas grandes empresas seguem esse pensamento, salvo exceções, já que as menores, segundo Júnior (2007), “ainda não aderiram este ramo devido a fatores financeiros, alterações de processo e sensibilidade econômica”.

Sendo o projeto arquitetônico e seus complementares um processo, pode-se considerar, portanto, que seu produto final é uma conciliação entre parte teórica e prática, que se faz necessária para a concretização física do empreendimento, e que devem passar por um processo de gestão e de compatibilização para garantir seu sucesso.

3. IMPORTÂNCIA DO USO DE SOFTWARES NO PLANEJAMENTO E CONCEPÇÃO DE PROJETOS

Para se ter um bom planejamento e conseqüentemente um bom resultado de um dado empreendimento, vários fatores interferem, como profissionais envolvidos, produtos, tecnologias e softwares utilizados.

O campo da tecnologia abrange os setores que estudam e se especializam no desenvolvimento de software, hardware, equipamentos e sistemas de rede com o intuito de aumentar a eficiência, produtividade e rentabilidade em setores como arquitetura, engenharia e construção – (AEC) (SUCCAR,2009).

Entretanto com a integração de diversos profissionais de diferentes áreas, é muito comum a extensa gama de softwares utilizados: alguns com ferramentas distintas que apenas aquele programa pode executar de maneira satisfatória; outros que podem ser vinculados aos demais softwares e que podem executar diversas funções/projetos que diferentes programas realizariam separadamente. Sendo assim é válido conhecer e estudar cada software/sistema e assim simplificar quais serão utilizados no planejamento e concepção de diferentes projetos, padronizando escolhas e facilitando as trocas de informações e arquivos.

Dentre os inúmeros softwares presentes na área da construção civil é de suma importância realizar o estudo de suas particularidades, sua inserção no mercado e o retorno que cada software proporciona aos profissionais da área. O presente trabalho aborda tais softwares distribuindo-os em 2 grupos, “métodos tradicionais” e “tecnologia BIM”.

Na tabela abaixo, destaca-se alguns dos principais softwares utilizados no mercado sendo possível comparar os diferentes orçamentos e características positivas e negativas dos mesmos.

*Tabela 1 - Principais softwares presentes no mercado da construção civil.
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).*

Software	Empresa	Investimento médio anual	Pontos Positivos	Pontos Negativos
Metodologia Convencional				
3DMax	Autodesk	R\$ 5.250,15	<ul style="list-style-type: none"> • Dezenas de efeitos visuais variados e realísticos • Pesquisa instantânea via biblioteca • Ótimos recursos de renderização • Detalhamento com perfeição através do 3D 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto custo • Poucos profissionais presentes no mercado
SketchUP	Trimble Navigation	R\$ 3.854,00	<ul style="list-style-type: none"> • Alta performance em design, e modelagem • Permite um processo criativo nos desenhos • É um programa simples e intuitivo • Exige pouca memória ram com relação a outros programas gráficos • Vasta biblioteca "Warehouse" 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitações em certos elementos, como esferas e outras formas curvas elaboradas • Não cria cenas supra-realistas • Poucos recursos (necessita de plugins)

AutoCAD	Autodesk	R\$ 6.461,72	<ul style="list-style-type: none"> • Erros dimensionais de projeto são reduzidos • Desenhos mais padronizados e com mais detalhes • O software trabalha com a versão 2D e 3D • Facilidade e diversidade de uso em projetos 	<ul style="list-style-type: none"> • Não faz a projeção tridimensional junto a planta baixa • Utiliza muita memória do computador • Custo de aquisição relativamente alto
Pacote office	Microsoft	R\$ 428,40	<ul style="list-style-type: none"> • Facilidade de uso • Grande disponibilidade de softwares <ul style="list-style-type: none"> • Baixo custo • Ajuda na análise e gerenciamento do empreendimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Não é possível importar/exportar arquivos <ul style="list-style-type: none"> • A inserção de informações são feitas de forma manual
MS Project	Microsoft	R\$ 2.860,00	<ul style="list-style-type: none"> • Otimiza e avalia o planejamento e desempenho físico e financeiro • Acompanha a evolução do cronograma • Planeja e controla projetos com técnicas avançadas <ul style="list-style-type: none"> • Possui uma gestão de qualidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Recurso avançado, exige treinamento • Os relatórios finais não ocorrem em tempo real, dificultando um acompanhamento mais preciso.
Advance Steel	Autodesk	R\$ 1.995,00	<ul style="list-style-type: none"> • Cria e modifica modelos 3D complexos <ul style="list-style-type: none"> • Link bidirecional com o Revit • Biblioteca de conexões de aço paramétricas 	<ul style="list-style-type: none"> • Poucos profissionais apresentam domínio do software
Autopower	Autoenge	R\$ 1.980,00	<ul style="list-style-type: none"> • Desenhos gerados no padrão DWG • Trabalha com cálculos e sistemas automatizados 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabalha com baixa e média tensão <ul style="list-style-type: none"> • Por se tratar de um plugin, necessita de outros softwares como AutoCAD
V-ray	Chaos Group	R\$ 5.573,00 (Licença permanente)	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil de usar em relação a outros softwares de renderização <ul style="list-style-type: none"> • Alta qualidade • Velocidade na elaboração dos renders <ul style="list-style-type: none"> • Extensa biblioteca de materiais 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessita de um software, trabalhando em conjunto
Photoshop	Adobe	R\$ 1.740,00	<ul style="list-style-type: none"> • Editor de foto muito utilizado no mercado • Organização de forma limpa e ordenada <ul style="list-style-type: none"> • Certos comandos de fácil edição 	<ul style="list-style-type: none"> • Preço relativamente alto comparado a outros softwares de edição de fotos • Seu uso avançado requer muito domínio
Lumion	Act-3D	R\$ 17.000,00	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilita a importação do 3D de programas como: SketcUP e Revit • Utiliza a tecnologia 3D em tempo real, fornecendo visualizações imediatas • Possui uma extensa biblioteca e efeitos <ul style="list-style-type: none"> • Elabora imagens e vídeos 	<ul style="list-style-type: none"> • Preço elevado • Necessidade de computadores mais potentes

Metodologia BIM				
Revit	Autodesk	R\$ 7.839,59	<ul style="list-style-type: none"> • Interface personalizável • Interoperatividade • Conjunto extenso de ferramentas para elaboração de projetos arquitetônicos e complementares, bem como para a construção de ambos • Recursos de renderização • Gerenciamento e compatibilidade • 3D de qualidade, abrange inúmeras informações, e propociona um alto nível de detalhamento • Biblioteca integrada 	<ul style="list-style-type: none"> • Não trabalha com normas brasileiras • Alto custo • Uso complexo • Falta de profissionais expcializados no mercado • Necessidade de computadores mais potentes e com mais memória
ArchiCAD	Graphisoft	Apenas sob consulta	<ul style="list-style-type: none"> • Interface interativa • Programa leve • Elevada qualidade de documentações • Versão Brasileira • Compartilhamento, controle, gerenciamento e importação de arquivos • Biblioteca integrada • Recursos de renderização 	<ul style="list-style-type: none"> • Focado em projetos arquitetônicos • Poucas informações sobre uso/aprofundamentodo software • Quantidade de usuários no Brasil inferior em relação a demanda mundial
TQS	TQS	R\$ 20.280,00	<ul style="list-style-type: none"> • Especialista em cálculo estrutural • Tem como diferencial o sistema de interação solo-estrutura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso complexo • Não possui automatização de texto e cotas • Não abrange todo o sistema de estruturas metálicas
Eberick	AltoQi	R\$ 4.140,00	<ul style="list-style-type: none"> •Trabalha com modelagem, análise, dimensionamento normativo e compatibilização, em uma plataforma única • Possui fácil manuseio • Gera detalhamentos de qualidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Não abrange todo o sistema de estruturas metálicas • Não possui solução para protendidas
Structures	Tekla Structures	Apenas sob consulta	<ul style="list-style-type: none"> • Permite a criação e gestão de modelos estruturais 3D muito detalhados e precisos • Promova colaboração e integração graças à abordagem aberta sobre a tecnologia BIM • Informações precisas, confiáveis e detalhadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Não possui programa de cálculo estrutural

QiBilder	AltoQi	R\$ 3.540,00	<ul style="list-style-type: none"> • Solução completa e integrada: cálculo, modelagem, dimensionamento, compatibilização, detalhamento, quantitativos e memoriais • Baixa curva de aprendizagem • Elaboração de diversos projetos - Exs.: Elétrico, hidráulico, infraestrutura de gás e cabeamento • Tecnologia BIM 	<ul style="list-style-type: none"> • Não possui aplicação completa para projetos industriais • Falta de profissionais especializados no mercado
BIM 360	Autodesk	R\$ 900,00	<ul style="list-style-type: none"> • Permite o compartilhamento, gerenciamento, visualização, edição e anotações nos arquivos • Apresenta um sistema de versões e comparação entre arquivos • Possui sistema de permissão dos usuários pré-determinado • permite a visualização de arquivos 2D e 3D 	<ul style="list-style-type: none"> • Não possui aplicação completa para projetos industriais • não permite visualizar diversos modelos mesclados
QiCloud	AltoQi	R\$ 1.860,00	<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona o desenvolvimento colaborativo dos projetos e o gerenciamento das documentações em obra • Possibilita a visualização de documentos 2D e modelos IFC • Possui sistema de aprovação e plotagem 	<ul style="list-style-type: none"> • Não permite edição de arquivos na plataforma

3.1 MÉTODOS TRADICIONAIS

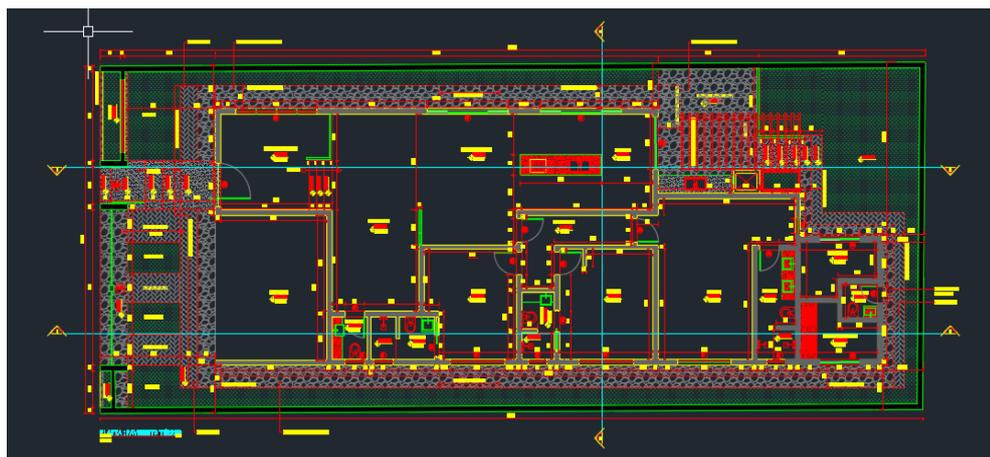
Antes da década de 80 os desenhos técnicos eram feitos em papéis com o auxílio de pranchetas e diversos acessórios como: canetas nanquim, esquadros, régua “T”, curvas francesas, dentre outros.

Entre as décadas de 80 e 90 devido à grande expansão do uso dos computadores foram desenvolvidos diversos programas para auxiliar na criação de desenhos com maior complexidade, reduzindo muito o tempo de execução. O sistema CAD surgiu nesta época, significando um avanço fundamental na indústria da AEC, pois viabilizou a automatização de cálculos, a agilidade nos desenhos e disponibilização de arquivos, deixando os projetistas com mais espaço para tarefas de análise.

Segundo Freitas (2014) em 1982, a empresa Autodesk lançou a sigla CAD que significa, desenho auxiliado por computador. Na época se tratava de um software bastante limitado, entretanto ali se iniciava a criação e expansão de um programa na qual a Autodesk não poderia idealizar as proporções que o mesmo atingiria.

Atualmente o desenho técnico fornecido pelo CAD, ainda bastante utilizado, é elaborado através de geometrias 2D (Ver Figura 1 e Figura 2), e modelos 3D (Ver Figura 3), através de objetos de malha e de superfícies, viabilizando a criação de desenhos com textos, dimensões, tracejados e tabelas trazendo grande produtividade na montagem gráfica dos projetos (AUTODESK,2019). Segundo Panizza (2004), quando de trata de arquivos de desenhos em CAD, sua qualidade não pode ser medida apenas pela sua parte visual, fatores como o conjunto de informações que o sistema carrega e a colaboração dos profissionais envolvidos também devem ser levados em consideração.

Ainda segundo o autor, o CAD possui diversos conceitos envolvidos com a qualidade nos arquivos, que são: **desenho vetorial** que está ligado a qualidade da composição geométrica do desenho-informação, **agrupamento de conteúdo em bloco ou grupo**, que consiste em transformar vários elementos em apenas um, facilitando a repetição, movimentação, cópia, dentre outros, **arquivos referencias** que “facilita a troca de informações entre intervenientes do projeto e ainda possibilita atualizações automáticas do conteúdo” (PANIZZA, 2004), **agrupamento de conteúdos em camadas ou níveis**, controla a visualização e seleção de conteúdo - no AutoCAD essa ferramenta se chama layer - e por fim **desenho com banco de dados e iniciar um arquivo CAD**, onde ambos trabalham com a organização e gerenciamento de informações e dados presentes no arquivo tornando o empreendimento mais eficiente (PANIZZA, 2004).



*Figura 1 – Visualização de um projeto arquitetônico residencial realizado no AutoCAD – Escritório Ramon Nascimento.
Fonte: Desenhado pelo autor (2018).*

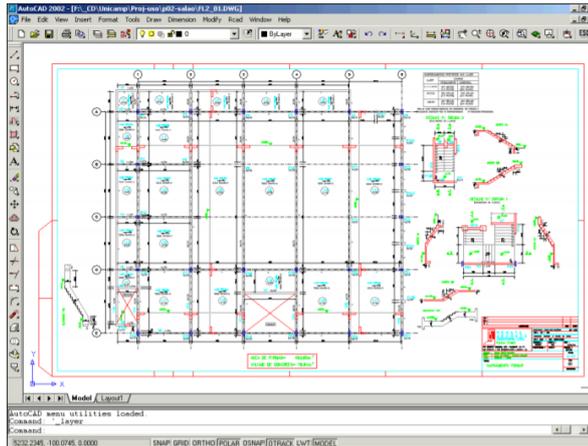


Figura 2 – Visualização de um projeto estrutural elaborado no AutoCAD
 Fonte: Panizza (2004).

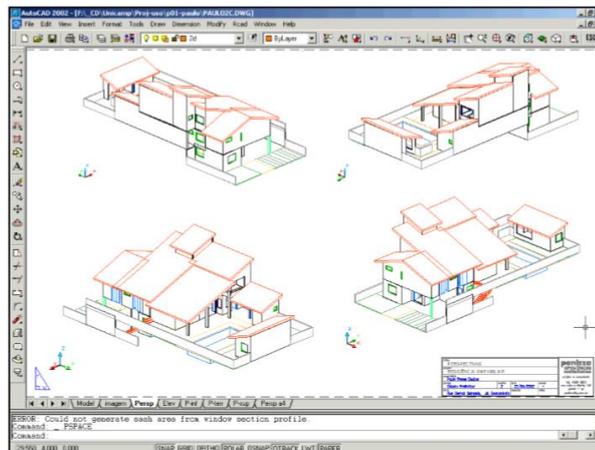


Figura 3 - Área de desenvolvimento, vista em 3D, realizada no AutoCAD
 Fonte: Panizza (2004).

Devido a melhoria da capacidade dos dispositivos de hardware foi possível promover a modelagem do produto originando softwares tridimensionais e programas para elaboração de renders e vídeos. O surgimento destes novos sistemas/software tornou-se mais eficiente devido as novas tecnologias de informação (TI) e seu avanço. Segundo Silva (2013): “atualmente os computadores e as tecnologias de informação têm constituído a principal plataforma de comunicação entre as partes envolvidas na indústria.”

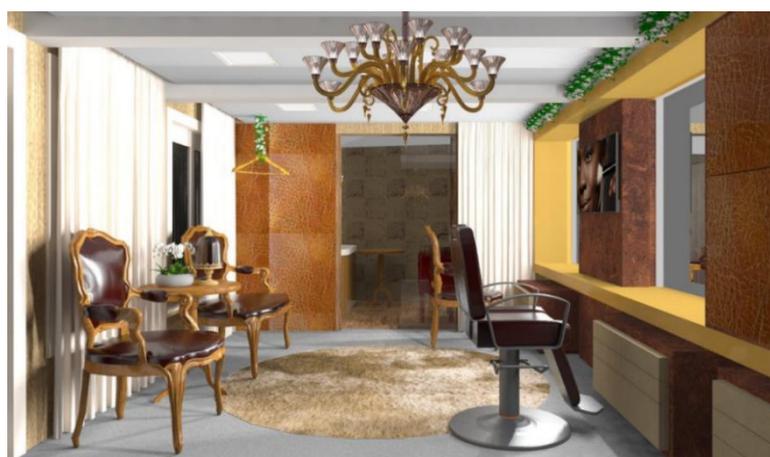
Atualmente a elaboração dos projetos ainda contempla modelos bidimensionais utilizados tradicionalmente e alguns sistemas tridimensionais, com o intuito de complementar a concepção e elaboração do projeto. Para as representações de modelos 3D, entre os sistemas tradicionais, o mais usual ainda tem sido a representação através do software SketchUP (Ver Figura 4). Segundo Alves (2017), este “é um software referência entre arquitetos, designers de interiores e engenheiros”, porque proporciona forma e modelo ao projeto e uma

visibilidade mais real do empreendimento. O SketchUP foi disponibilizado como uma ferramenta para criação do 3D no ano 2000 e devido a sua facilidade de manuseio se popularizou na área da construção e modelagem.

Após a elaboração do 3D, grande parte dos arquitetos/designs investem na renderização de imagens, com o intuito de apresentar fotos e/ou vídeos mais realistas do resultado final das propostas do empreendimento, viabilizando o entendimento, a venda e estética do mesmo. Dentre algumas possibilidades existentes atualmente, o V-ray é uma alternativa muito utilizada, funcionando como um plugin filiado a programas 3D, como o SketchUP, e possibilitando o tratamento das representações tridimensionais. Segundo Lurassek (2017), “um dos renderizadores mais utilizados hoje no mercado por sua eficiência e qualidade” (Ver Figura 5).



*Figura 4 - Projeto residencial A&M, 3D realizado no software SketchUP
Fonte: Escritório Ramon Nascimento (2018).*



*Figura 5 - Render realizado no V-ray, referente ao projeto "Espaço Noiva" - Alessandra Abreu
Fonte: Escritório Ramon Nascimento (2018).*

No que diz respeito ao gerenciamento do empreendimento, o Pacote Office está entre os mais usuais, contando com um conjunto de softwares que auxiliam na elaboração de

planilhas, documentos, representações gráficas, banco de dados, aplicativos de e-mail dentre outros. Por se tratar de programas leves e de fácil uso, podem também ser acessados através de smartphones ou tablets de forma online - nuvem, sem necessidade de instalação (Ver Figura 6).

Atualmente o pacote é bastante utilizado por empresas de pequeno a grande porte, tornando o conhecimento básico desta ferramenta viável aos profissionais que estão inseridos no mercado.



Figura 6 - Imagem ilustrativa exibindo softwares presentes no Pacote Office 365.
Fonte: Green JOB (2019).

3.2 TECNOLOGIA BIM

A indústria da construção está a vivenciar mudanças significativas promovidas pela tecnologia de modelação virtual através de softwares cada vez mais inteligentes que abrangem todo o projeto com muita precisão.

Devido à necessidade presente no mercado de uma representação mais detalhada e específica referente a construção de um dado empreendimento e ao apoio da indústria, surge na década de 70 segundo Eastman et al (2011), o conceito BIM.

O BIM, é um dos desenvolvimentos mais promissores nos setores de AEC em que, se bem utilizado, facilita o processo de projeto e construção, o que resulta em edifícios de melhor qualidade com menor custo e prazo. Com a tecnologia BIM modelos virtuais vão sendo criados digitalmente permitindo uma análise e controle de cada processo realizado englobando aspectos de design, construção e operação de um edifício (Ver Figura 7Figura 7).

Um dos princípios dos softwares BIM é a extração automática de gráficos (cortes, perspectivas e elevações) e de documentos (quantitativos e especificações) que otimizam o processo de produção do projeto quando utilizados adequadamente (FARINHA, 2012).

Segundo Eastman et al (2011):

É importante ter em mente que o BIM não é apenas uma mudança tecnológica é também uma mudança de processo. Ao permitir que um edifício seja representado por objetos inteligentes que transportam informações sobre si mesmos e sua relação com outros objetos no modelo de construção, o BIM não só muda a forma como os desenhos e as visualizações são criados, mas também altera dramaticamente todos os principais processos envolvidos na montagem de um edifício(...).¹ (Eastman et al, 2011)

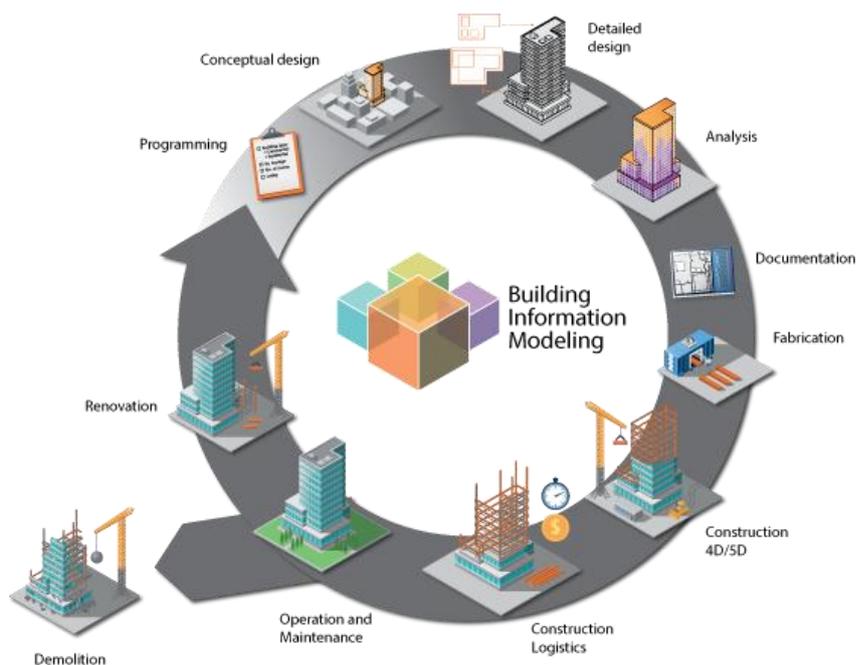


Figura 7 - Ciclo BIM / Processo de modelagem da informação da construção
Fonte: Engenheiro na Web (2018).

O BIM apresenta mudanças consideráveis referente ao desenvolvimento do projeto apresentando novas metodologias, fluxos de trabalho e informação. Para Florio (2007), estas vantagens ocorrem porque esta tecnologia trabalha com sistemas paramétricos, onde é possível altera-los e ter atualizações instantâneas em todo o projeto, por exemplo, ao selecionar uma porta se obtém informações de altura, espessura, sentido de abertura, material e cor, ao edita-la todos os elementos a ela interligados, como a alvenaria, sofrem modificações.

A implementação da tecnologia BIM traz diversas vantagens ao empreendimento, a compatibilização dos projetos e a viabilidade de se empregar uma boa gestão. O objetivo da compatibilização de projetos é descrito como o gerenciamento de vários projetos e sistemas de um edifício, estabelecendo uma boa relação por exemplo, entre os projetos de arquitetura e estrutura, ou seja, permitindo que os modelos projetados não ocasionem interferências em obra, bem como desperdícios de tempo, material e mão de obra (PAIVA, 2016). A criação de modelos

¹ Fonte: Eastman et al (2011), texto traduzido pelo autor.

3D em softwares BIM já facilita, incontestavelmente, o processo de compatibilização, pois todos os projetos são criados em um único arquivo, sendo possível automatizar erros e cruzamentos entre elementos no modelo.

A gestão de projetos pode ser definida como a aplicação de técnicas, conhecimentos e habilidades para garantir que um projeto tenha sucesso. Quando realizada de forma adequada e estruturada é vista como um dos fatores mais importantes para o sucesso de um empreendimento. Contudo para que realmente seja perceptível e mensurável tais benefícios é necessário envolver profissionais especializados. O BIM MANAGER, é um desses profissionais que exerce um papel fundamental na gestão e implantação do modelo. Extrai informações das mais diversas áreas e repassa este conhecimento para os demais profissionais da empresa. É em geral também o responsável pela compatibilização entre os projetos, evitando assim que os profissionais envolvidos não se percam em meio as inúmeras informações fornecidas pelo programa, nem que o empreendimento siga com detalhes que deveriam ser revistos.

Atualmente o uso do BIM no mercado brasileiro da construção civil é recente. Muitas empresas e profissionais estão se adaptando erradamente a esse sistema o que gera segundo Silva (2013), uma visão errônea que se é apenas um “software de modelagem 3D” podendo vir a suprimir seu potencial e as diversas possibilidades que podem ser atingidas com sua correta aplicação.

A tecnologia BIM abrange muitos softwares, dentre eles o mais utilizado e conhecido é o Revit, (Ver Figura 8 e Figura 9) que consiste em uma ferramenta usada mais especificamente para Modelagem da Informação da Construção (IMC).

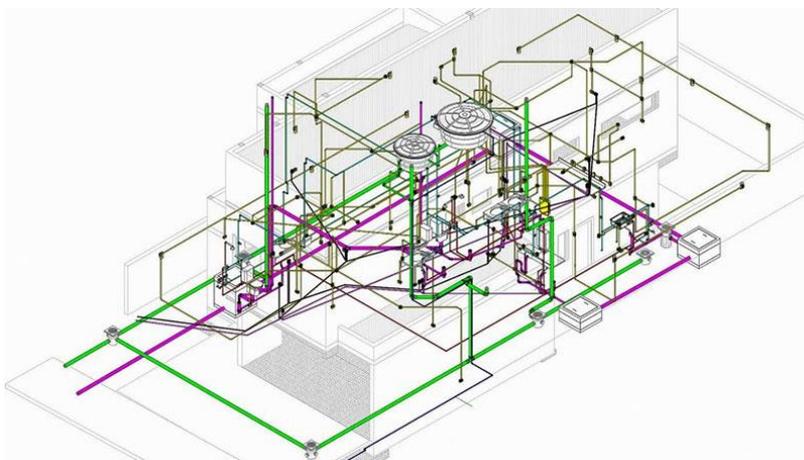


Figura 8 – Visualização de um projeto hidráulico elaborado em softwares BIM
Fonte: AIO Engenharia.

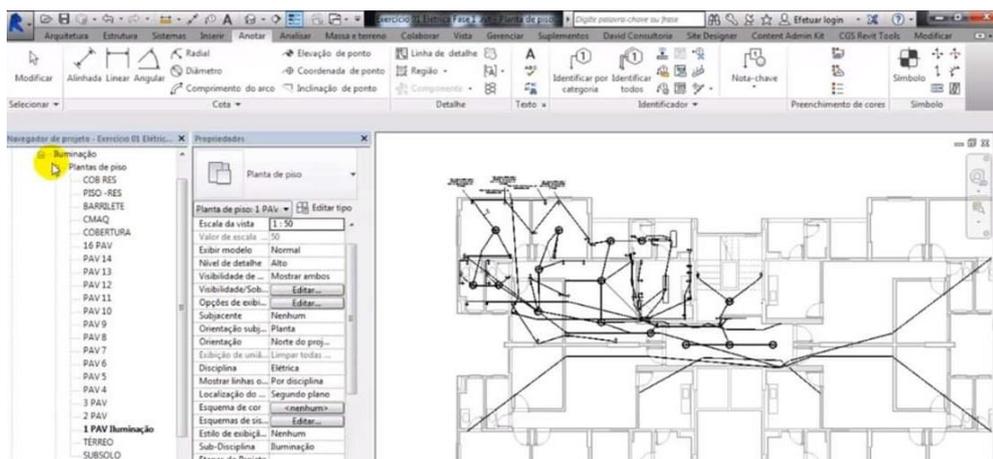


Figura 9 - Visualização de um projeto elétrico elaborado no Revit
 Fonte: Luciana Paixão, adaptado pelo autor.

Essa ferramenta inclui recursos para arquitetura, engenharia, design e construção, com o objetivo de produzir projetos e documentos consistentes, coordenados e completos com base em modelos (AUTODESK, 2019).

Entretanto existe uma gama de softwares BIM disponíveis no mercado, que devem ser utilizados e associados devido a necessidade do empreendimento, tais como ArchiCAD, Bentley Architecture e Vectorworks, que trabalham com modelagem e quantitativos, MS Project e Primavera, que trabalham do campo de orçamento, Nemetschek Solibri que auxilia no qualitativo e análise geral do projeto, dentre outros voltados para cálculos, cronogramas, orçamentos e planejamento.

Recentemente foi publicado o Decreto nº 9.983, 22 de agosto de 2019 em que se dispõe a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM no Brasil, com a finalidade de promover um ambiente adequado ao investimento e difusão do sistema. Segundo o decreto “Estratégia BIM BR” (2019), tem-se os seguintes objetivos específicos:

- I - difundir o BIM e seus benefícios;
- II - coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM;
- III - criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM;
- IV - estimular a capacitação em BIM;
- V - propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM;
- VI - desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para adoção do BIM;
- VII - desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM;
- VIII - estimular o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM; e

IX - incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM (BRASIL, 2019).

Além das estratégias foi instituído o Comitê Gestor de Estratégias BIM BR, com a finalidade de implementar e gerenciar as estratégias listadas a cima, elaborar um plano de trabalho anualmente com um cronograma listando as ações prioritárias e atuar para que os programas, projetos e as iniciativas dos órgãos e entidades públicas sejam coerentes. Em vistas da harmonização e a promoção de eficiência e sinergia, o Decreto institui que o comitê deve promover o compartilhamento e análise do impacto relacionados ao BIM no setor, além de acompanhar e avaliar periodicamente os resultados obtidos pela estratégia BIM BR, subsidiar as atividades de articulação e monitoramento de programas do governo e divulgar atualizações e revisões periódicas realizadas (BRASIL, 2019).

Estados como Santa Catarina e Paraná já iniciaram a implementação desse sistema, e outras várias prefeituras estão se preparando para o processo de adequação, aprendizado, aquisições e atualizações. É valido lembrar que não é uma implementação imediata. Serão estabelecidos períodos para adequação para que, futuramente, possa ser cobrada sua utilização em obras públicas e instituições de ensino.

3.2.1 NÍVEIS DE DETALHAMENTO E DESENVOLVIMENTO BIM

O BIM tem como objetivo unir todas as áreas envolvidas de um empreendimento, incluindo orçamentos, planejamento e controle. O projeto é visto como um arquivo completo, em que são inseridas informações técnicas, construtivas, cotação de preços, quantidades, etapas executivas, análise e ajustes em tempo real. Com isso utilizam-se as atribuições 3D, 4D, 5D, 6D ...nD, a fim de representar cada nível de detalhamento, de forma que cada número adicionado simbolize uma ferramenta e/ou atividade empregada (LEE et al, 2005).

Segundo Faria (2014), na sua dimensão, o modelo BIM, qualifica o setor dimensional que vai além das três dimensões. O formato 2D é uma representação planificada, de plantas e/ou detalhamentos do empreendimento; já o 3D se acrescenta uma dimensão espacial a representação plana, permitindo uma visualização em perspectiva. O modelo 3D é uma forma mais facilitada de comunicar e estudar os conceitos de um projeto do que o desenho 2D, graças a possibilidade de realizar simulações como de iluminação e eficiência energética, assim como detecção de interferências e conflitos na união de projetos complementares relacionados a uma edificação. O modelo 4D é a adição de informações referentes ao tempo, esta dimensão favorece

a sequência de construção e planejamento da obra. O 5D trata sobre questões de custos de cada etapa da obra estudando recursos e impactos no orçamento. Adicionada à dimensão de pós ocupação do modelo, temos o 6D que tem como ponto forte atualizar toda a fase de construção para assim ser criado “as built”, trabalhando também questões de sustentabilidade trazendo estimativas e redução global no consumo de energia. E por fim o modelo 7D que permite a aplicação de gestão de instalações, proporcionando ao empreendedor extrair informações de funcionalidade e proporcionar um suporte técnico.

O nível de desenvolvimento ou LOD (Level of Development) é uma classificação sugerida pela AIA (American Institute of Architects) para organizar as etapas do desenvolvimento na utilização do BIM em diferentes fases de um projeto. Segundo o Governo de Santa Catarina (2014) o LOD se divide em 6 níveis:

- LOD 100: Esse modelo básico pode ser adotado ao nível de projeto esquemático, onde as soluções técnicas não foram amplamente definidas, detalhadas, testadas e aprovadas. Estão presentes elementos de modelo, como objetos 3D, para fins de estudo de massa e volume de forma conceitual, orientando para uma estimativa geral do planejamento do projeto. Tais elementos podem ser apresentados através de representações genéricas e símbolos.
- LOD 200: Este nível pode se equiparar a um anteprojeto, onde os elementos conceituais são convertidos em objetos fundamentados, agregando-se informações básicas. Nessa fase o início do projeto arquitetônico é elaborado assim como demais elementos do empreendimento, estudando e definindo informações necessárias para verificação de viabilidade técnica e econômica.
- LOD 300: Neste nível de desenvolvimento deve existir informações suficientes para a preparação dos documentos tradicionais da construção ao nível de projeto legal. O modelo conta com elementos representados graficamente com um sistema específico já adicionado, bem como tamanho, forma, localização, quantitativo e orientação aproximadas.
- LOD 350: Este nível pode ser comparado a um projeto básico, na qual os elementos são transformados em elementos finais, viabilizando sua construção e a identificação das interfaces. Nesta etapa todos os ambientes são definidos e repassados a todos os envolvidos no projeto. O surgimento de possíveis interferências entre os sistemas devem ser resolvidos possibilitando assim a análise dos custos, métodos construtivos e prazos de execução.

- LOD 400: Nesta fase o desenvolvimento final e o detalhamento de todos os elementos do empreendimento devem ser realizados, fornecendo informações completas e suficientes para a perfeita execução e montagem. É possível fazer uma estimativa de custos e prazos de execução incorporando os detalhes necessários de produção e sistema construtivo, tendo como resultado informações objetivas sobre todos os elementos e componentes. O modelo BIM nessa fase tem um alto nível de precisão e informações completas para a execução da obra.
- LOD 500: Nesta etapa, a gestão das fases de obra e de projeto da edificação chegam ao fim, podendo ser necessário a geração de projetos adaptados as mudanças ocorridas, nominado como “as built” e manuais.

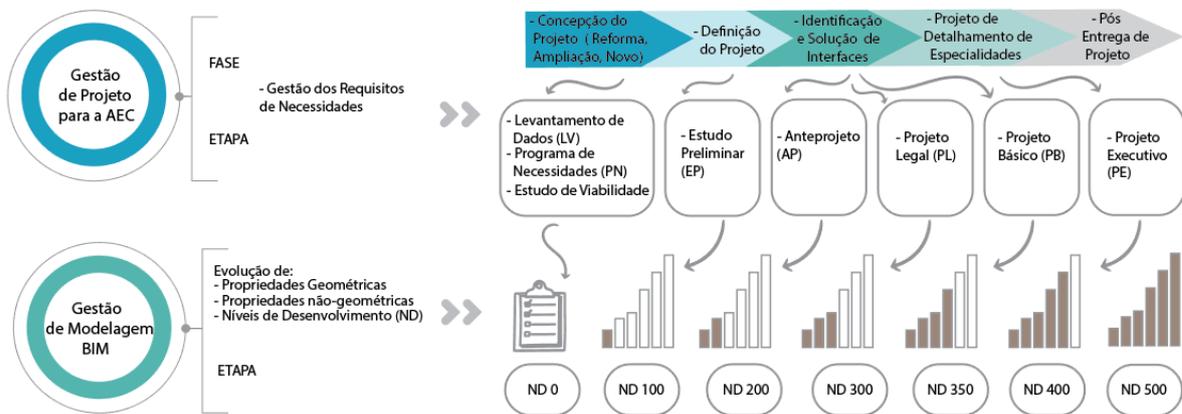


Figura 10 - Visão Geral de Gestão Pública de Projetos de AEC para Edificação
 Fonte: Governo de Santa Catarina (2014), adaptado pelo autor.

Como podemos ver, conforme o projeto evolui os níveis de desenvolvimento vão avançando através de uma coordenação entre as etapas e as disciplinas de projeto (Ver Figura 10). Cada nível atingido é mais rico em detalhes e engloba mais etapas da construção, agregando cada vez mais informações. Isso não quer dizer que as empresas/profissionais que optarem por utilizar o sistema BIM tenham que alcançar todos os níveis de LOD. Podem existir empresas que atuem apenas, ou com foco em estudo preliminar, que resolvem uma gestão geral de implantação de áreas, volumetria, a parte mais inicial do projeto ou podemos ter também uma construtora, onde o que interessa seria o projeto executivo, para poder planejar e construir sem dificuldades um edifício. Portanto atuar em um mercado específico ou em um nível de modelagem específica é possível.

3.2.2 ESTÁGIO DE MATURIDADE BIM

De acordo com Succar (2009), o fluxo de dados BIM são variados e incluem não apenas receber e enviar os principais componentes do modelo, mas também o envio e o recebimento de informações baseadas no mesmo. Essa variedade de dados e seus métodos de transferência são medidos em relação a maturidade do BIM.

Ainda segundo o autor, existem diferentes estágios de implementação do BIM e cada um desses níveis trará diferentes vantagens e desafios de implantação (Ver Figura 14). O nível que antecede a implementação do BIM (Pré-BIM) é como a maior parte das empresas trabalham atualmente, com um sistema de gestão altamente fragmentado o que gera orçamentos e cronogramas desconexos com a realidade. Muita dependência é colocada em documentação 2D para descrever uma realidade 3D, onde mesmo quando algumas visualizações 3D são geradas, estas são muitas vezes desconexas e dependentes da documentação bidimensional e de detalhamentos (SUCCAR, 2009).

No primeiro nível de implementação do BIM, o de **modelagem baseada em objetos**, é desenvolvido um modelo digital em 3D unidisciplinar do projeto, possibilitando a automatização da técnica 2D a partir do modelo 3D de forma eficaz e prática (SUCCAR, 2009). Além disso, o modelo também é utilizado para a extração de informações relevantes em relação a quantitativos de materiais, o que viabiliza o levantamento dos mesmos para pedidos e orçamentos. A partir do momento em que as empresas atingem a maturidade das implementações da primeira etapa, os benefícios ficam mais evidentes e elas procuram adicionar outras disciplinas ao modelo digital (Ver Figura 11).

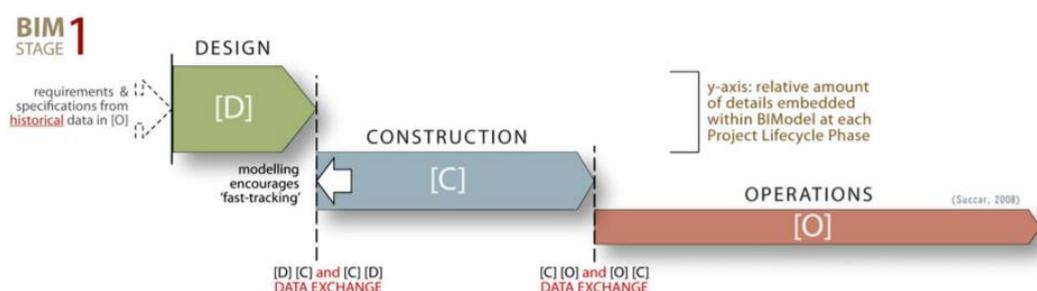


Figura 11 - Fases do ciclo de vida do projeto em BIM - Estágio 1
Fonte: Succar (2009).

No segundo nível de implementação, o de **modelo baseado em colaboração**, os projetistas colaboram ativamente através de informações entre si, esta colaboração ocorre com o uso dos softwares BIM. Nessa fase também ocorre outras análises do projeto, como por exemplo a geração de 4D (análise de tempo) através do estudo conjunto do modelo em 3D com o cronograma da obra, e a geração de 5D (estimativa de custo) que alia a análise 4D aos gastos

previstos no orçamento, possibilitando que a empresa tenha uma média de quantitativo e custos ao longo da produção do empreendimento (SUCCAR,2009) (Ver Figura 12).

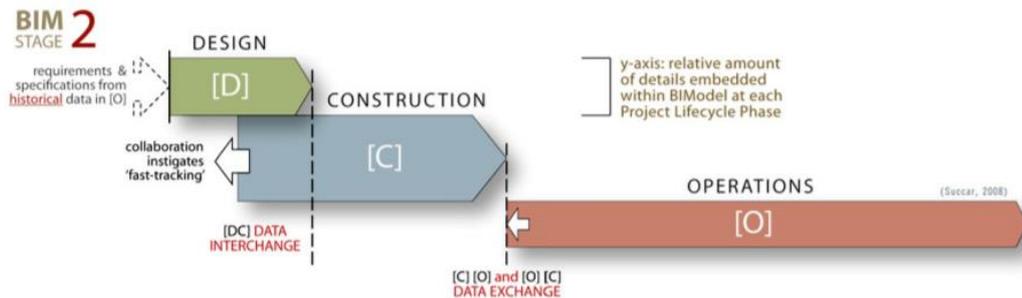


Figura 12 - Fases do ciclo de vida do projeto em BIM - Estágio 2
Fonte: Succar (2009).

No terceiro nível, o de **integração baseada em rede**, os modelos integrados são criados e compartilhados na nuvem através de servidores e mantidos de forma colaborativa em todas as fases do ciclo de vida do projeto, tornando-os modelos interdisciplinares permitindo análises complexas nos estágios iniciais do projeto virtual e de sua construção, bem como o custeio do empreendimento. A maturidade de todas essas tecnologias, processos e políticas facilita a disponibilização final do projeto de forma integrada (SUCCAR,2009) (Ver Figura 13Figura 13).

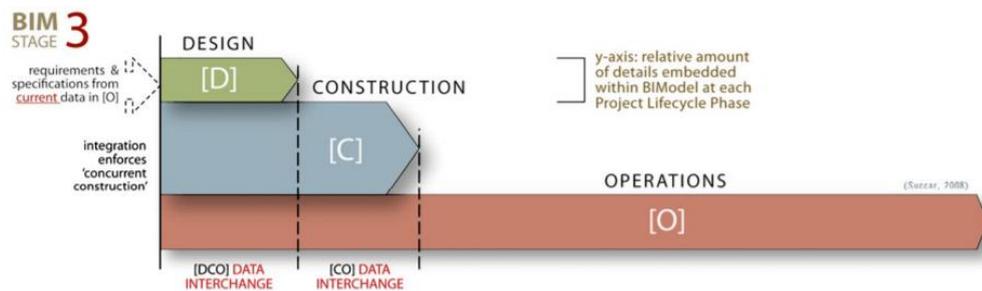


Figura 13 - Fases do ciclo de vida do projeto em BIM - Estágio 3
Fonte: Succar (2009).

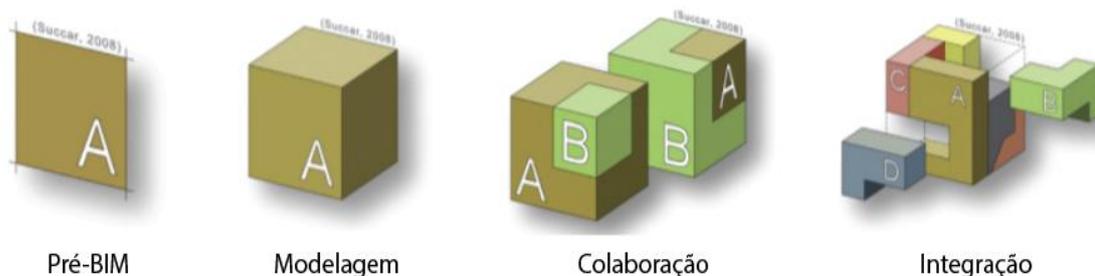


Figura 14 - Estágios de maturidade BIM
Fonte: Succar (2009), adaptado pelo autor.

3.2.3 INTEROPERATIVIDADE

A interoperabilidade é a capacidade de retirar e partilhar dados relevantes entre equipes envolvidas no processo de um projeto, de modo que o fluxo prossiga continuamente sem gerar erros, caminhando de forma eficiente e eficaz. De acordo com McGraw Hill SmartMarket (2007), 3,1% dos custos dos projetos são relacionados apenas com problemas de interoperabilidade entre softwares. Tais problemas estão presentes da AEC desde a introdução do CAD, entretanto com a difusão das tecnologias de informação e ferramentas os mesmos tornaram-se mais críticos.

Segundo Silva (2013):

Nem todos os intervenientes na indústria da AEC usam os mesmos programas nos seus trabalhos, nem têm que o fazer, uma vez que cada um deve usar a ferramenta que melhor se adequa ao seu trabalho particular. No entanto, os intervenientes da indústria não trabalham sozinhos, tendo sistematicamente que partilhar informação de modo a completar os seus projetos, sendo que a quantidade de informação que tem vindo a ser partilhada tem aumentado a um ritmo acelerado. (SILVA,2013)

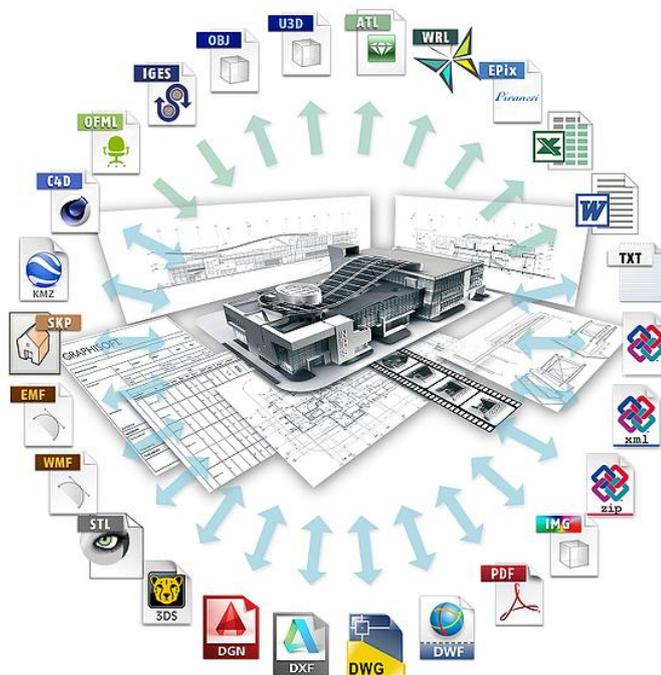


Figura 15 - Diversas fontes e formatos de informação diferentes em um mesmo modelo BIM.
Fonte: Graphisoft (2018).

O modelo BIM, possui em sua metodologia o compartilhamento de informações ao longo das diferentes fases do ciclo de vida de um edifício entre as área de arquitetura,

engenharia, construção e os donos da obra, criando um modelo digital multidimensional em concordância com cada projeto, onde os seus processos são interoperáveis (Silva, 2013) (Ver Figura 15 Figura 15).

Este tipo de interoperabilidade ocorre através do formato IFC – formato padrão de modelos BIM, partindo da capacidade de dois sistemas se “entenderem” e usarem suas respectivas funcionalidades sem quaisquer conflitos, eliminando a possível geração de dados duplicados e a introdução de informações repetitivas (Freitas, 2014). De acordo com Eastman et al (2011), o mesmo permite a troca de informações a respeito da geometria, do tipo dos objetos e das relações com outros objetos e propriedades relevantes, sendo também altamente rico em informações. Portanto através da interoperatividade, que é uma das principais vantagens do sistema, o modelo sempre estará atualizado, não sendo necessário a adição de informações a todo momento em que o arquivo for repassado ou utilizado em outras plataformas.

3.3 MÉTODOS TRADICIONAIS X BIM

Como visto neste capítulo, diversos softwares estão presentes no mercado, cada qual com sua funcionalidade, mais sempre impulsionando e favorecendo os projetos que vêm sendo elaborados. Segundo Freitas (2014) “as melhorias tecnológicas, ligadas aos processos de construção, estão em constante evolução”, sendo inserido a todo momento no mercado novas tecnologias e atualizações nos programas já existentes.

Os softwares considerados atualmente tradicionais, então em grande parte presentes no mercado da AEC a um extenso tempo, ou devido a sua praticidade, performance e/ou facilidade de uso se popularizaram entre os profissionais da área.

A tecnologia BIM, conta com softwares avançados e complexos o que pode dificultar sua disseminação, entretanto suas inúmeras vantagens fazem com que o sistema se destaque.

Fatores distintos entre os métodos tradicionais e a tecnologia BIM podem ser observados, como: o fornecimento/ lançamento de informações e dados dos projetos, a interoperatividade e o nível de detalhamento e qualidade presente no sistema BIM, uma vez que o mesmo trabalha que forma bastante automatizada e integrada otimizando tempo na elaboração de documentos e projetos, já os métodos tradicionais operam de modo individualizado o que retarda o processo de troca de informações e dados bem como a elaboração e o detalhamento dos projetos e documentos.

Como exemplo, podemos citar os programas SketchUP - software tradicional, e o Revit - software BIM, na qual trabalham com modelagem tridimensional, porém abrangem

diferenças. O SketchUp é um software ideal para esboçar e desenvolver maquete eletrônica com facilidade e rapidez, o REVIT é um software que permite mostrar detalhes apurados dos elementos, ou seja, é viável utilizá-lo para executar o projeto. Ele permite extrair dados como tabelas de orçamento, apresentação em escala e informações compatibilizadas, detalhando projetos arquitetônicos e seus complementares de forma ampla e específica.

É válido ressaltar também segundo Freitas (2014), a relação entre esforço/efeito versus cronograma do projeto desde o início ao fim da construção, com base em duas ferramentas construtivas utilizadas no mercado, o AutoCAD e o BIM (Ver Figura 16). Nota-se que o BIM necessita de um maior esforço no início do projeto em relação ao método convencional CAD, e que em seu processo o custo das alterações é menor do que no método convencional, pois permite antecipar a tomada de decisões no decorrer do projeto, prevendo a melhoria da qualidade final da construção. Por outro lado, o CAD demanda maior trabalho em etapas onde os custos já se tornam altos.

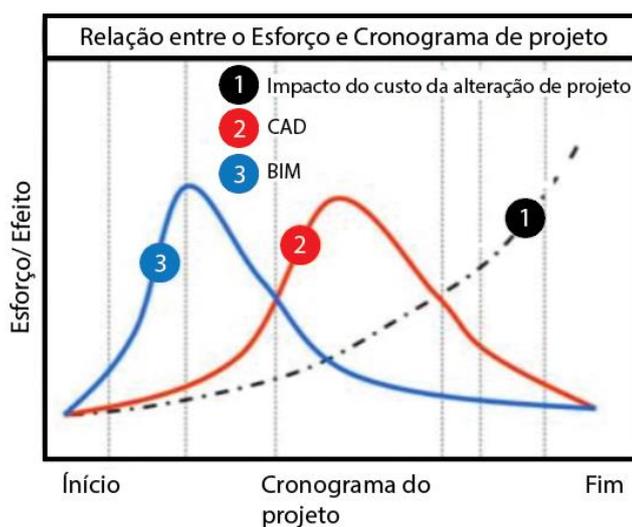


Figura 16 - Relação entre esforço/efeito e cronograma do projeto.
Fonte: Freitas (2014), adaptado pelo autor.

Portanto a variação entre quais softwares utilizar, está diretamente ligada ao processo de projeto que vai ser adquirido pela construtora/empreendedor, mas vale ressaltar que a tecnologia aplicada através dos softwares, auxilia e ajuda no monitoramento da execução de soluções previamente desenvolvidas, otimizando o empreendimento.

4. ESTUDO DE CASO

Tendo em vista que este trabalho tem como objetivo estudar sobre a compatibilização de projetos e a implementação de tecnologias para melhoria da gestão, desenvolvimento e qualidade dos empreendimentos relacionados a construção civil, o estudo de caso terá como ênfase estudar, comparar e avaliar quais as contribuições que os softwares tradicionais e o BIM proporcionam aos projetistas durante o processo de criação, desenvolvimento e execução dos projetos de arquitetura e seus complementares.

A princípio foi realizada uma revisão referente ao uso de softwares ligados ao planejamento e concepção de projetos, levantando características relevantes a fim de incorporá-las às diretrizes propostas para a formulação do check-list.

A proposta deste check-list, é analisar quais fatores influenciam no planejamento de um empreendimento, buscando atividades e informações presentes no uso e disseminação de softwares, que vem substituindo o processo hierárquico por um processo coletivo. Para auxiliar no preenchimento do check-list foi desenvolvido um questionário online enviado a todos os profissionais envolvidos no processo de elaboração/ execução dos projetos analisados, buscando dados e informações relacionados a cada etapa do empreendimento (Ver Apêndice 1).

4.1. SELEÇÃO DOS PROJETOS

A busca pelos projetos ocorreu a partir do contato com 22 escritórios/ construtoras, de forma que 16 trabalhavam com a tecnologia BIM e 6 com softwares tradicionais, distribuídas nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Santa Catarina e Rio de Janeiro.

Para contato foi utilizado os seguintes meios de comunicação:

- E-mail;
- Ligação;
- Redes sociais – Whatsapp, Facebook e Instagram;
- Site;
- Contato presencial.

Dentre os oito projetos fornecidos, quatro referentes ao uso de métodos tradicionais e quatro ao uso da tecnologia BIM², obteve-se projetos privados e públicos, com áreas e tipologias distintas.

² Os projetos fornecidos referente ao uso dos métodos tradicionais e da tecnologia BIM, não utilizaram exclusivamente a tecnologia apresentada, havendo contribuições/ resquícios de outras metodologias. Devido a implementação da tecnologia BIM estar em processo no país, muitos escritórios utilizam a mesma de forma individualizada, associando a softwares tradicionais.

A seleção dos projetos foi realizada levando em consideração características semelhantes como tipologia, uso, área, padrão e o número de projetos complementares fornecidos, facilitando assim a análise comparativa entre os mesmos. Desse modo foi escolhido para estudo dois projetos residências unifamiliares, de alto padrão, em que ambos receberão uma pseudo nomenclatura, projeto A e projeto B (Ver Figura 17).

Os projetos foram estudados com o intuito de extrair semelhanças e variações presentes, buscando pontos positivos e negativos entre ambos de acordo com as teorias estudadas nos capítulos anteriores.

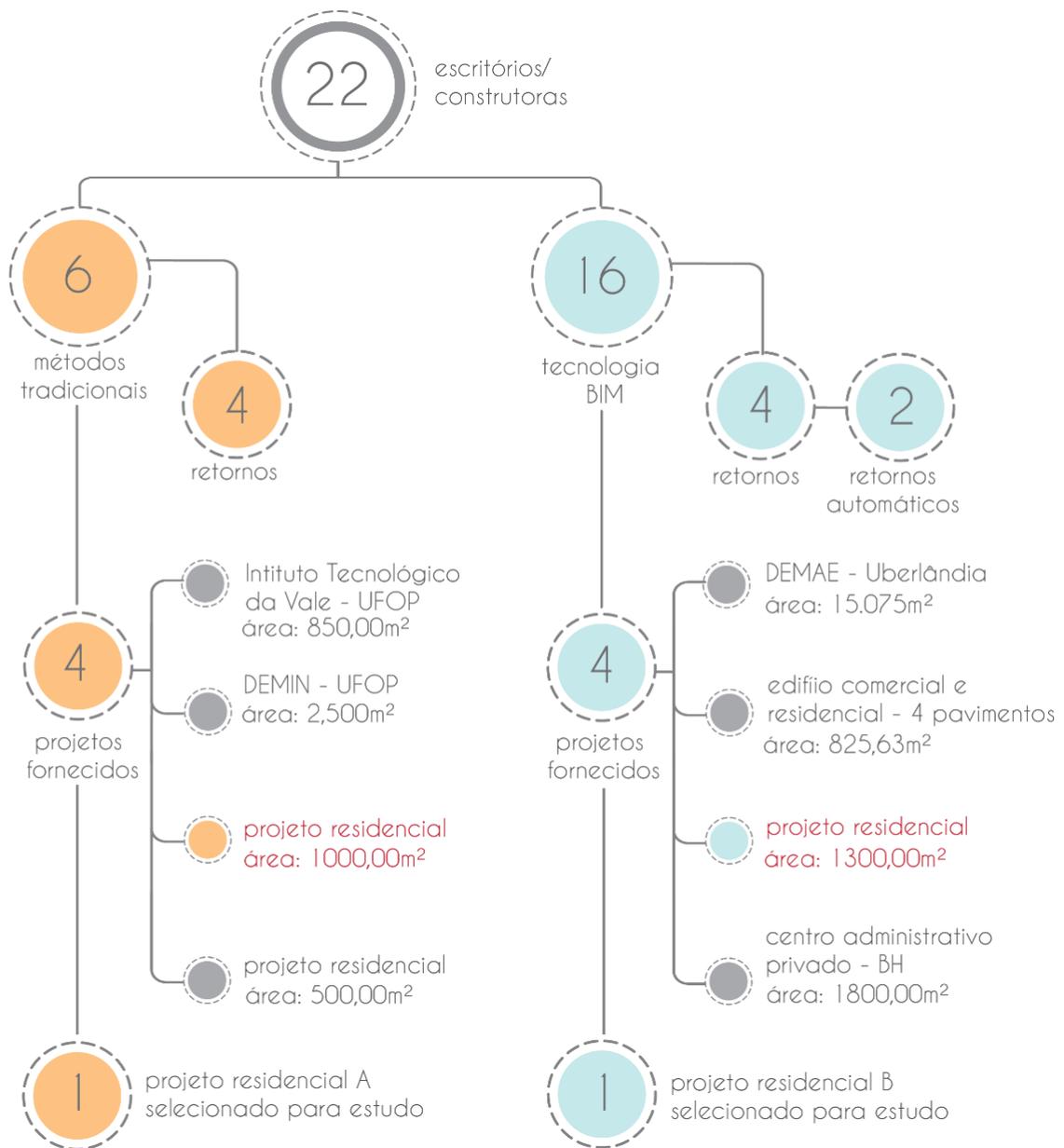


Figura 17 - Organograma referente ao processo de seleção dos projetos
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

4.1.1 PROJETO RESIDENCIAL A



Figura 18 - Imagem renderizada referente ao projeto A
Fonte: Gramaglia Gonzalez Arquitetura (2018).

O projeto residencial A possui dois pavimentos, o subsolo responsável pelos acessos a residência e o primeiro pavimento composto por área social e privada, abrigando suítes, sala de estar e jantar, lareira, escritório, espaço gourmet, cozinha, piscina, garagem para dois carros, dentre outros espaços. Possui também algumas características relevantes como: cobertura impermeável, paredes revestidas com pedras ornamentais, deck em madeira e o uso do vidro na piscina e em grandes vãos (Ver Figura 18 e Anexo 1).

O projeto residencial A foi elaborado prioritariamente através de softwares tradicionais, nos moldes tradicionais de projeto, e utilizando alguns softwares BIM (Ver Tabela 2). As empresas responsáveis pelo projeto arquitetônico e alguns de seus complementares, estão localizadas nas cidades de Belo Horizonte- MG, e o projeto está sendo executado em Cachoeira do Campo, distrito de Ouro Preto – MG.

Tabela 2 - Softwares utilizados para elaboração do projeto residencial A
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Software	Empresa	Investimento médio anual	Pontos Positivos	Pontos Negativos
Metodologia Convencional/ Tecnologia BIM				
SketchUP	Trimble Navigation	R\$ 3.854,00	<ul style="list-style-type: none"> • Alta performance em design, e modelagem • Permite um processo criativo nos desenhos • É um programa simples e intuitivo • Exige pouca memória ram com relação a outros programas gráficos • Vasta biblioteca "Warehouse" 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitações em certos elementos, como esferas e outras formas curvas elaboradas • Não cria cenas supra-realistas <ul style="list-style-type: none"> • Poucos recursos (necessita de plugins)

AutoCAD	Autodesk	R\$ 6.461,72	<ul style="list-style-type: none"> • Erros dimensionais de projeto são reduzidos • Desenhos mais padronizados e com mais detalhes • O software trabalha com a versão 2D e 3D • Facilidade e diversidade de uso em projetos 	<ul style="list-style-type: none"> • Não faz a projeção tridimensional junto a planta baixa • Utiliza muita memória do computador • Custo de aquisição relativamente alto
Pacote office	Microsoft	R\$ 428,40	<ul style="list-style-type: none"> • Facilidade de uso • Grande disponibilidade de softwares • Baixo custo • Ajuda na análise e gerenciamento do empreendimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Não é possível importar/exportar arquivos • A inserção de informações são feitas de forma manual
V-ray	Chaos Group	R\$ 5.573,00 (Licença permanente)	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil de usar em relação a outros softwares de renderização • Alta qualidade • Velocidade na elaboração dos renders • Extensa biblioteca de materiais 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessita de um software, trabalhando em conjunto
Photoshop	Adobe	R\$ 1.740,00	<ul style="list-style-type: none"> • Editor de foto muito utilizado no mercado • Organização de forma limpa e ordenada • Certos comandos de fácil edição 	<ul style="list-style-type: none"> • Preço relativamente alto comparado a outros softwares de edição de fotos • Seu uso avançado requer muito domínio
TQS	TQS	R\$ 20.280,00	<ul style="list-style-type: none"> • Especialista em cálculo estrutural • Tem como diferencial o sistema de interação solo-estrutura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso complexo • Não possui automatização de texto e cotas • Não abrange todo o sistema de estruturas metálicas
QiBilder	AltoQi	R\$ 3.540,00	<ul style="list-style-type: none"> • Solução completa e integrada: cálculo, modelagem, dimensionamento, compatibilização, detalhamento, quantitativos e memoriais • Baixa curva de aprendizagem • Elaboração de diversos projetos - Exs.: Elétrico, hidráulico, infraestrutura de gás e cabeamento • Tecnologia BIM 	<ul style="list-style-type: none"> • Não possui aplicação completa para projetos industriais • Falta de profissionais especializados no mercado

4.1.2 PROJETO RESIDENCIAL B

O projeto residencial B, possui 2 pavimentos sendo o térreo composto pela área social - salas, suíte de apoio, living, cozinhas, adega, piscinas, sauna, dentre outros, e o pavimento superior pela área privada, contando com cinco suítes com pequenos hall's entre as mesmas.

O projeto ainda possui garagem para 4 carros, edícula e um deck afastado da residência. Referente aos elementos construtivos, se observa cobertura verde e impermeável, estrutura e

deck metálico, acabamento em tijolo maciço e o uso estético da água no projeto, através de espelhos d'água, cascata e piscinas.



*Figura 19 - Imagem renderizada referente ao projeto B
Fonte: Haja Arquitetura (2017).*



*Figura 20 - Imagem renderizada referente ao projeto B
Fonte: Haja. Arquitetura (2017).*



*Figura 21 - Imagem renderizada referente ao projeto B
Fonte: Haja. Arquitetura (2017).*

Os escritórios responsáveis pela elaboração e execução dos projetos estão localizados em Uberlândia- MG, onde a edificação projetada está inserida em um terreno de aproximadamente 6.850m² (Ver Figura 19, 20, 21 e Anexo 2).

O projeto foi elaborado prioritariamente através da tecnologia BIM e com a utilização de alguns softwares tradicionais (Ver Tabela 3).

Tabela 3 - Softwares utilizados para elaboração do projeto residencial B

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Software	Empresa	Investimento médio anual	Pontos Positivos	Pontos Negativos
Metodologia Convencional/ Tecnologia BIM				
SketchUP	Trimble Navigation	R\$ 3.854,00	<ul style="list-style-type: none"> Alta performance em design, e modelagem Permite um processo criativo nos desenhos É um programa simples e intuitivo Exige pouca memória ram com relação a outros programas gráficos Vasta biblioteca "Warehouse" 	<ul style="list-style-type: none"> Limitações em certos elementos, como esferas e outras formas curvas elaboradas Não cria cenas supra-realistas Poucos recursos (necessita de plugins)
Revit	Autodesk	R\$ 7.839,59	<ul style="list-style-type: none"> Interface personalizável Interoperatividade Conjunto extenso de ferramentas para elaboração de projetos arquitetônicos e complementares, bem como para a construção de ambos Recursos de renderização Gerenciamento e compatibilidade 3D de qualidade, abrange inúmeras informações, e propociona um alto nível de detalhamento Biblioteca integrada 	<ul style="list-style-type: none"> Não trabalha com normas brasileiras Alto custo Uso complexo Falta de profissionais especializados no mercado Necessidade de computadores mais potentes e com mais memória
AutoCAD	Autodesk	R\$ 6.461,72	<ul style="list-style-type: none"> Erros dimensionais de projeto são reduzidos Desenhos mais padronizados e com mais detalhamentos O software trabalha com a versão 2D e 3D Facilidade e diversidade de uso em projetos 	<ul style="list-style-type: none"> Não faz a projeção tridimensional junto a planta baixa Utiliza muita memória do computador Custo de aquisição relativamente alto
Advance Steel	Autodesk	R\$ 1.995,00	<ul style="list-style-type: none"> Cria e modifica modelos 3D complexos Link bidirecional com o Revit Biblioteca de conexões de aço paramétricas 	<ul style="list-style-type: none"> Poucos profissinais apresentam domínio do software
Autopower	Autoenge	R\$ 1.980,00	<ul style="list-style-type: none"> Desenhos gerados no padrão DWG Trabalha com cálculos e sistemas automatizados 	<ul style="list-style-type: none"> Trabalha com baixa e média tensão Por se tratar de um plugin, necessita de outros softwares como AutoCAD
Pacote office	Microsoft	R\$ 428,40	<ul style="list-style-type: none"> Facilidade de uso Grande disponibilidade de softwares Baixo custo Ajuda na análise e gerenciamento do empreendimento 	<ul style="list-style-type: none"> Não é possível importar/exportar arquivos A inserção de informações são feitas de forma manual

Lumion	Act-3D	R\$ 17.000,00	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilita a importação do 3D de programas como: SketcUP e Revit • Utiliza a tecnologia 3D em tempo real, fornecendo visualizações imediatas • Possui uma extensa biblioteca e efeitos <ul style="list-style-type: none"> •Elabora imagens e vídeos 	<ul style="list-style-type: none"> • Preço elevado • Necessidade de computadores mais potentes
V-ray	Chaos Group	R\$ 5.573,00 (Licença permanente)	<ul style="list-style-type: none"> • Facil de usar em relação a outros softwares de renderização <ul style="list-style-type: none"> • Alta qualidade • Velocidade na elaboração dos renders <ul style="list-style-type: none"> • Extensa biblioteca de materias 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessida de um software, trabalhando em conjunto
Photoshop	Adobe	R\$ 1.740,00	<ul style="list-style-type: none"> • Editor de foto muito utilizado no mercado • Organização de forma limpa e ordenada • Certos comendos de fácil edição 	<ul style="list-style-type: none"> • Preço relativamente alto comparado a outros softwares de edição de fotos • Seu uso avançado requer muito domínio

4.2. LEVANTAMENTO, CARACTERIZAÇÃO E PONTOS A SEREM ANALISADOS

A presença de modelos, métodos, materiais e profissionais presentes na elaboração de um edifício é variada, sendo que todos devem trabalhar de forma interligada e eficiente. As plataformas existentes surgem com a promessa de facilitar e otimizar esse trabalho, cada qual com sua particularidade e funcionalidade, cabendo ao empreendedor segundo Florio (2007), se informar sobre a função comunicativa destas ferramentas digitais, assim como o momento mais adequado para usá-las dentro do processo de projeto.

Atualmente o mercado se encontra em transição entre essas “novas” metodologias. Entretanto vários profissionais se mantêm utilizando os softwares mais tradicionais. Pontos como esse foram analisados com o intuito de entender como estes diversos sistemas auxiliam de forma eficiente o mercado de trabalho.

Demais pontos também foram analisados, buscando entender como é empregada e utilizada essa disseminação de softwares bem como as informações circulam no mercado referente às tecnologias ligadas a AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção).

5. ANÁLISE DO USO DAS METODOLOGIAS DE PROJETO: MÉTODOS TRADICIONAIS E PLATAFORMA BIM

A análise comparativa parte da aplicação do questionário enviado a todos os escritórios envolvidos na elaboração e execução dos projetos fornecidos para estudo, projeto A e B, na

qual foi possível entender melhor a concepção de cada edificação, e abordar itens estruturados em um check-list, para a interpretação dos dados (Ver anexo 3).

Para o desenvolvimento dos projetos foram contatados 4 escritórios e 7 profissionais envolvidos no projeto A e 7 escritórios e 8 profissionais envolvidos no projeto B (Ver Figura 22).

Dentre os envolvidos nos projetos foram levantados, além dos arquitetos, outros profissionais de áreas distintas, porém complementares, que também colaboraram no desenvolvimentos dos projetos, abordando diversos conceitos, formas de trabalho e ajudando na elaboração e execução dos mesmos (Ver Figura 22 e Figura 23), sendo que os escritórios/profissionais nem sempre estavam inseridos na mesma cidade.

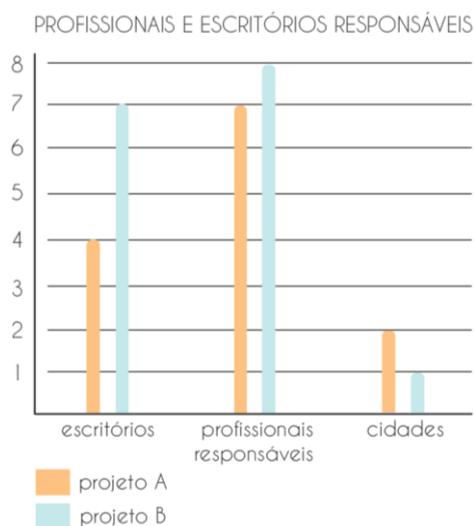


Figura 22 - Profissionais e escritórios responsáveis pelos projetos A e B
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS	projeto A	projeto B
Arquiteto	Presente	Presente
Design	Presente	Presente
Engenheiro Civil	Presente	Presente
Engenheiro de Controle e Automação	Presente	Ausente
Engenheiro Elétrico	Ausente	Presente
Orçamentista	Presente	Presente
Paisagista	Presente	Presente
Urbanista	Ausente	Presente

Figura 23 - Colaboradores envolvidos no processo de elaboração dos projetos A e B
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Independente dos softwares utilizados ambos empreendimentos produziram projetos e arquivos semelhantes, contando com plantas, cortes, detalhamentos, maquetes eletrônicas, tabelas, notas e imagens, grande parte disponibilizado (para este trabalho) através de pranchas. Em relação aos projetos, arquitetônico e seus complementares, os projetos A e B foram disponibilizados em nível executivo e de detalhamentos.

Houve compatibilização em ambos os projetos. Porém, o Projeto A passou por um processo “manual”, tradicional da compatibilização. Enquanto que o Projeto B passou por um processo de compatibilização de arquivos gerados através de recursos do sistema BIM que possibilitaram a compatibilização, desenvolvimento de planilhas e animações 3D (Ver Figura 24).

PROJETOS DESENVOLVIDOS	PRANCHAS GERADAS	
Arquitetônico	30 - 40	+ 30
Elétrico	4	4
Estrutural	21	20
Hidro/sanitário	8	5
Luminotécnico	1	1
Pontos Elétricos	1	1


 Processo de compatibilização:
arquivo com 2,4GB

■ projeto A
■ projeto B

Figura 24 - Projetos desenvolvidos e pranchas geradas referente aos projetos A e B
 Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Ainda sobre a compatibilização, o projeto B alcança um maior resultado em relação ao A (Ver Figura 25). Isso ocorre porque o projeto A foi parcialmente compatibilizado, onde os responsáveis pelo projeto arquitetônico e estrutural interligaram os mesmos através de uma modelagem realizada no SketchUP afim de sanar possíveis interferências. Já os demais projetos foram compatibilizados através de diálogo e retorno entre os profissionais durante seu processo de elaboração. Conversas com o responsável técnico e visitas a obra também foram realizadas.

Em relação ao projeto B, assim como no A, durante a elaboração de seus projetos houve diálogo entre os profissionais e busca por uma compatibilização entre os mesmos, entretanto durante o período de execução da obra, se contratou um profissional para compatibilizar todos os projetos feitos separadamente pelos projetistas, otimizando diversos itens através de soluções

propostas. Com isso, a obra passou apenas por pequenas alterações pontuais, não gerando alto custo e desperdícios.

No projeto A devido a alterações feitas pelo proprietário e a falta de uma completa compatibilização entre os projetos, houve perdas e atrasos até o momento. Porém o projeto ainda está em fase de execução, de forma que considerações finais ainda não podem ser feitas.

Vale ressaltar que dificuldades na compatibilização dos projetos referentes ao contato entre os profissionais, foram encontradas em ambos casos. Em relação ao uso dos softwares, no projeto A, o software responsável pela elaboração do projeto estrutural (TQS) dificultou o processo de compatibilização, já no projeto B não houve interferências.

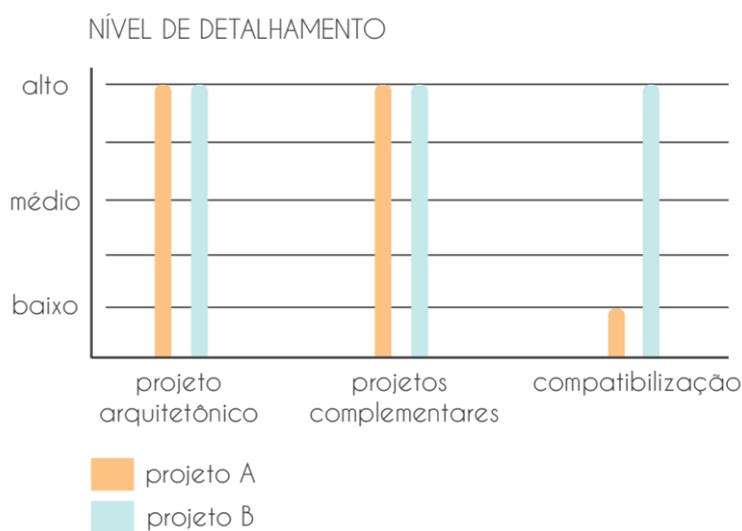


Figura 25 - Nível de detalhamento presente nos projetos A e B
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Ambos projetos, utilizaram softwares BIM e softwares tradicionais o que influenciou tanto na elaboração dos projetos como no processo de compatibilização realizado (Ver Figura 26). Fatores que influenciam o uso do BIM se basearam na necessidade por um maior nível de detalhamento e na disposição do contratante em custear o projeto, visto que ainda possuem custos mais elevados se comparados aos elaborados em softwares tradicionais.

PROJETOS	SOFTWARES UTILIZADOS	TEMPO PARA ELABORAÇÃO	SOFTWARES UTILIZADOS	TEMPO PARA ELABORAÇÃO
Arquitetônico (projeto e render)	AutoCAD Photoshop SketchUP V-ray	aproximadamente 4 meses	Revit Lumion Photoshop	aproximadamente 2
Elétrico	AutoCAD QIBulder	4 meses	AutoPower	80 horas
Estrutural	AutoCAD TQS		AutoCAD Advance Steel	1 meses
Hidro/sanitário	AutoCAD QIBulder		AutoCAD Revit	1 meses
Luminotécnico (projeto e render)	AutoCAD Photoshop SketchUP V-ray	6 meses	AutoCAD SketchUP V-ray	2 meses
Pontos Elétricos (projeto e render)				
Processo de compatibilização	SketchUP	realizado junto a elaboração dos projetos	Revit Excel Lumion	4 meses
Execução	-	em andamento	-	2 anos

projeto A
 projeto B

Figura 26 - Tabela contendo tempo e softwares utilizados no processo de elaboração dos projetos A e B
 Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

O prazo para a concepção de alguns projetos, principalmente o arquitetônico, é um fator relevante, visto que o elaborado em softwares BIM gastou metade do tempo em relação ao elaborado em softwares tradicionais. Vale ressaltar que a modelagem 3D do projeto A foi feita depois da elaboração do desenho em 2D, já no projeto B a modelagem foi feita junto ao 2D, isso ocorre devido a inserção de parâmetros nestes softwares que possibilitam inserir informações reais de materiais, projetos entre outros, interferindo diretamente no prazo final do desenvolvimento do projeto.

Esta verificação também foi comprovada no quesito tempo gasto para a elaboração dos projetos complementares, como o luminotécnico e de pontos elétricos. No projeto B, houve uma diminuição significativa em relação ao A, pois os projetos foram desenvolvidos em conjunto viabilizando assim sua elaboração. Em média para a elaboração dos demais projetos complementares onde foram utilizados softwares tradicionais e BIM, o tempo gasto foi semelhante, com exceção do projeto elétrico.

A presença de vários profissionais e escritórios, contratados de forma isolada, também interferiu na integração entre os envolvidos e na devida compatibilização entre os projetos. Apesar do projeto B apresentar mais profissionais inseridos na sua elaboração, o projeto A contou com profissionais de diferentes cidades, o que dificultou um melhor diálogo, entretanto todos escritórios responsáveis pelos projetos complementares relataram ter contactado o escritório responsável pelo projeto arquitetônico em algum momento, visto sua importância para a elaboração dos demais. Os arquivos de IFC poderiam ter agilizado e facilitado este diálogo encurtando as distâncias e facilitando o processo de compatibilização.

Como já mencionado, a tecnologia BIM encontra-se em processo de implementação no país, entretanto suas vantagens e possibilidades são constantemente discutidas no mercado na construção civil.

Através do questionário foram também abordados conhecimentos dos profissionais em relação ao BIM e a principal dificuldade de se trabalhar com esta tecnologia. Em resposta, todos os contatos relataram conhecer a ferramenta, porém nem todos utilizam ou possuem parceiros que utilizem softwares ou processos compatíveis com a mesma. Em relação as dificuldades encontradas, o custo dos softwares e profissionais experientes foi o principal motivo alegado (Ver Figura 27 e Figura 28).

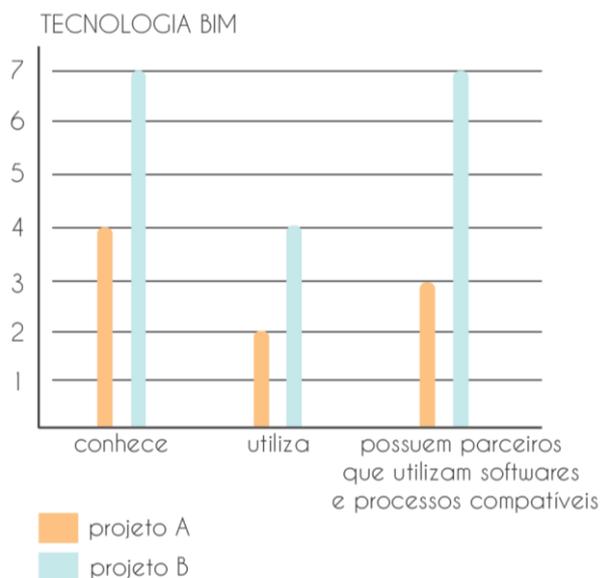


Figura 27 - Conhecimento e uso da tecnologia BIM entre os profissionais presentes na elaboração dos projetos A e B
 Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

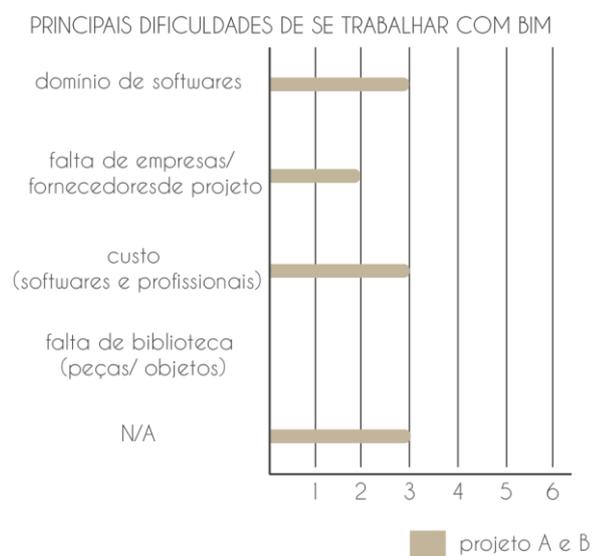


Figura 28 - Principais dificuldades de se trabalhar com o Bim
Fonte: elaborado pelo autor (2019).

O trabalho encontrou algumas dificuldades para seu desenvolvimento, tais como contato com profissionais, dificuldade de acesso às informações e retornos. Diante de todos os dados levantados e dos comparativos entre os mesmos verificou-se que, apesar de se tratar de dois projetos de grande porte, de escritórios e profissionais renomados, a adequação dessas empresas às novas tecnologias e sistemas disponibilizados no mercado possui pode ser muito positiva, uma vez que reduz tempo de trabalho, custos e retrabalhos (que podem ser evitados considerando uma compatibilização mais precisa). Como pôde ser verificado nos estudos de caso propostos. Embora nenhuma das empresas utilizem ainda, por completo, os softwares e sistema da metodologia BIM, aquela que utilizou em maior escala estes recursos (Projeto B) apresentou melhores resultados de desenvolvimento de projeto, compatibilização, condições de execução e redução de custos em geral.

6. CONCLUSÃO

A partir do estudo realizado torna-se claro a importância que a tecnologia representa no campo AEC, na qual vem mostrando uma significativa preocupação pela qualidade dos projetos em função da exigência do mercado de melhores patamares de desenvolvimento e resultados mais complexos e satisfatórios.

Através dos estudos teóricos realizados pôde-se perceber que os projetos que utilizam softwares tradicionais, como SketchUP para modelação, AutoCAD para concepção de projetos

em e 3D, pacote office para criação de cronogramas e planilhas, dentre outros, são mais propensos a sofrerem perdas no âmbito financeiro, cronológico e qualitativo devido a individualidade desses sistemas em relação aos demais, dificultando uma conjunta compatibilização e gerenciamento do empreendimento.

Sobre os projetos elaborados utilizando a plataforma BIM, onde todas as informações podem ser aglomeradas em um único arquivo, o processo de planejamento e concepção entre todas as áreas envolvidas se torna mais fácil. Seu sistema integrado viabiliza um acompanhamento com precisão do empreendimento evitando perdas e complicações.

É possível evidenciar também o importante papel do projeto arquitetônico na elaboração de um empreendimento, independentemente da plataforma adotada, pois ele aplica as necessidades relatadas pelo contratante e dispõe de uma modelagem agregada de informações indispensáveis para a concepção dos projetos complementares e conseqüentemente para o processo construtivo da edificação.

A implementação de um estudo de caso se fez importante para verificar a eficiência de algumas metodologias de representação e propostas presentes no mercado, bem como estudar a inserção dos diversos profissionais de acordo com o andamento e complexibilidade dos projetos, permitindo analisar a importância e necessidade de distintos sistemas.

A metodologia de trabalho adotada pelos escritórios e os softwares utilizados, partem da individualidade de cada projeto e profissional, onde o uso de novas tecnologias encontra-se parcialmente presente nos projetos A e B, sendo utilizadas em conjunto com as metodologias tradicionais.

Foi observado que os projetos desenvolvidos em BIM, ou demais projetos desenvolvidos com o mesmo, necessitaram de menores prazos para sua elaboração em relação aos métodos tradicionais. O fornecimento de um material mais completo e detalhado, como o processo de compatibilização realizado no projeto B, também é um fator positivo na tecnologia BIM.

O processo de compatibilização se mostrou necessário para viabilizar um projeto com menos erros e perdas, entretanto interferências, sejam elas pontuais ou em maior escala, ocorreu em ambos projetos³. A integração entre os profissionais também se mostrou essencial, pois foi relatado dificuldades referentes a troca de informações, compatibilização e readequações

³ Lembrando que em nenhum dos dois projetos houve adesão total aos softwares da plataforma BIM, ou em função das dificuldades de profissionais qualificados, ou em função dos custos ou da adequação total do mercado à plataforma, que já está acontecendo, mas ainda irá demorar até que grande maioria dos profissionais se adequem.

devido ao fato de grande parte dos projetos serem contratados em diferentes escritórios, o que se não bem gerenciado pode acarretar percas de informações e dados importantes.

Através dos projetos analisados pode-se confirmar que a implementação da tecnologia BIM encontra-se em processo no país, visto que os escritórios ainda não utilizam essa ferramenta em todos os níveis de implementação oferecidos, onde apenas o nível 1 (modelagem) e parcialmente o 2 (colaboração) são atingidos. Fatores como custo dos softwares e mão de obra especializada, fazem com que os projetos elaborados através desta tecnologia sejam mais caros se comparados aos elaborados em softwares tradicionais, visto que normalmente apenas projetos mais complexos ou que possuem contratantes dispostos a custear o mesmo são desenvolvidos atualmente em BIM no país.

Desta forma foi possível observar que, apesar de novas tecnologias como o BIM, estarem crescendo significativamente no Brasil, muitos empreendedores ainda não substituíram o uso de métodos tradicionais de representação gráfica e compatibilização dos projetos pelas novas e que independente dos softwares utilizados ambos os casos (projeto A e B) são passíveis de apresentarem problemas se não houver gerenciamento e diálogo entre os profissionais. Por fim vale ressaltar que o potencial da metodologia BIM poderia ter sido melhor aproveitado se todos os projetistas envolvidos estivessem trabalhando juntos em um mesmo modelo, alcançando assim as várias potencialidades do sistema.

7. REFERÊNCIAS

- ABREU, Julio M M. Engenheiros e Arquitetos: Temer lança estratégia de Implantação do BIM no Brasil. *Engenheiros na Web*, São Paulo, 2018. Disponível em: < <https://engenheironaweb.com/2018/05/16/engenheiros-e-arquitetos-temer-lanca-estrategia-de-implantacao-do-bim-no-brasil/> >. Acesso em: 04 jun. 2019.
- ADESSE, Eliane; SALGADO, Mônica Santos. *Importância do coordenados de projeto na gestão da construção: a visão do empreendedor*. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: < <http://www.proarq.fau.ufrj.br/pesquisa/geparq/wp/3.pdf> >. Acesso em: 27 mai. 2019.
- AIO, Engenharia. Projetos complementares BIM. São Paulo. Disponível em: < <http://www.aioengenharia.com.br/projetos-complementares-bim> >. Acesso em: 11 jun. 2019.
- ALVES, Nadine. *Os 11 melhores softwares para engenharia e construção civil*. Construct. 2017. Disponível em: < <https://constructapp.io/pt/melhores-softwares-para-engenharia-construcao-civil/> >. Acesso em: 13 jun. 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13532: Elaboração de projetos de edificações Arquitetura. Rio de Janeiro, 1995. Disponível em: < <http://www2.unifap.br/arquitetura/files/2013/01/NBR-13532-Projeto-de-Arquitetura-.pdf> >. Acesso em: 25 mai. 2019.
- AUTODESK. *Software CAD para projetar o que desejar, agora com conjuntos de ferramentas, aplicativos Web e dispositivos móveis especializados que economizam tempo*. Disponível em: < <https://www.autodesk.com.br/products/autocad/overview> >. Acesso em: 12 jun. 2019.
- AUTODESK. *Revit: Melhore os resultados do projeto com o software de BIM multidisciplinar*. Disponível em: < <https://www.autodesk.com.br/products/revit/overview> >. Acesso em: 06 jun. 2019.
- BRASIL. Decreto Nº 9.983, de 22 DE ago. de 2019. Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. Brasília. 2019. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm >. Acesso em: 01 nov. 2019.
- EASTMAN, Chuck, et al. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. Second Edition. New Jersey. 2011. Disponível em: < <https://www.skoob.com.br/livro/pdf/manual-de-bim/livro:350785/edicao:789118> >. Acesso em: 03 jun. 2019.
- EMMIG. Estruturas Metálicas Minas Gerais. Disponível em: < <https://emmig.com.br/portal/> >. Acesso em: 28 nov. 2019.
- FABRÍCIO, Márcio M. *O arquiteto e o coordenador de projetos*. P. 026-050. São Paulo, dez. 2008. Disponível em: < <http://www.revistas.usp.br/posfau/article/view/43530/47152> >. Acesso em: 15 mai. 2019.
- FARINHA, Marcel Cassandri Romero. *Exemplo de compatibilização de projetos utilizando a plataforma BIM (Building Information Modelling)*. 2012. 115f. Monografia (Engenharia Civil da coordenação de Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2012. Disponível em: < <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1889> >. Acesso: 22 mai. 2019.
- FLORIO, Wilson. *Contribuições do building information modeling no processo de projeto em arquitetura*. TIC 2007. 10f. Porto Alegre, 2007. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/268377365_CONTRIBUICOES_DO_BUILDING_INFORMATION_MODELING_NO_PROCESSO_DE_PROJETO_EM_ARQUITETURA>. Acesso em: 02 jun. 2019.

FREITAS, João Gonçalo Andrade. Metodologia BIM – Uma nova abordagem, uma nova esperança. Tese (Engenharia Civil) CCCEE - Centro de Competências de Ciências Exatas e da Engenharia - Universidade da Madeira. Funchal - Portugal. 2014. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/3005330-Metodologia-bim-uma-nova-abordagem-uma-nova-esperanca.html>>. Acesso em: 28 out. 2019.

GOVERNO DE SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. *Caderno de apresentação de projetos BIM*. Santa Catarina, 2014. Disponível em: <<http://www.spg.sc.gov.br/index.php/visualizar-biblioteca/acoes/comite-de-obras-publicas/427-caderno-de-projetos-bim/file>>. Acesso em: 03 jun. 2019.

GRAMAGLIA GONZALEZ Arquitetura. Disponível em: <<https://gramagliagonzalez.com/>>. Acesso em: 28 nov. 2019.

GRAPHISOFT. *Interoperability with Other Disciplines*. Disponível em: <<https://helpcenter.graphisoft.com/user-guide/73244/>>. Acesso em: 05 jun. 2019.

GREENJOB. Curso Pacote Office. Disponível em: <<https://www.greenjobsolucoes.com.br/curso-informatica-pacote-office/>>. Acesso em: 28 out. 2019.

GUPTA, Suresh k. *Integration of BIM in High-Rise Building Construction*. 2011. Disponível em: <<https://www.masterbuilder.co.in/integration-bim-high-rise-building-construction/>>. Acesso em: 06 jun. 2019.

JUNIOR, Wandemberg Tavares, et al. Um modelo de compatibilização de projetos de edificações baseado na engenharia simultânea e FMEA. 09fls. São Paulo, 2012. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/16443897-Um-modelo-de-compatibilizacao-de-projetos-de-edificacoes-baseado-na-engenharia-simultanea-e-fmea.html>>. Acesso em: 15 mai. 2019.

LEE, Angela et al. *nD modelling road map: A vision for nDEnabled construction*. 2005, 109f, Monografia – University of Salford. Manchester, 2005. Disponível em: <<http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/35972/>>. Acesso em: 03 dez. 2019.

LURASSEK, Dimitri. *VRay: O que é? Descubra como encantar seu cliente na hora de apresentar o projeto*. Viva Decora Pró, 2017. Disponível em: <<https://www.vivadecora.com.br/pro/tecnologia/vray-o-que-e/>>. Acesso em: 13 jun. 2019.

McGraw_Hill (2007) - SmartMarket Report - Interoperability in the Construction Industry. Disponível em: <<https://bentleybim.wordpress.com/2007/11/16/interoperability-in-the-construction-industry-smartmarket-report-research-amp-analytics-mcgraw-hill-construction/>>. Acesso em: 06 jun. 2019.

MOLINA, Mauricio Leonardo Aguilar; JUNIOR, Waldyr Azevedo. O ensino/aprendizado do BIM no curso de engenharia civil da UFJF. TIC 2015. 10fls. Recife, 2015. Disponível em: <<http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/o-ensinoaprendizado-do-bim-no-curso-de-engenharia-civil-da-ufjf-20563>>. Acesso: 06 jun. 2019.

NABHAN, Renan Fariz Tupan. *Integração de projetos utilizando a plataforma BIM*. Monografia (Engenharia Civil) – UNICESUMAR. Moringá, 2018. Disponível em: <http://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/675?show=full>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

- NASCIMENTO, Ramon. *Escritório Ramon Nascimento*. 2019. Disponível em: < <http://ramonnascimento.com.br/index.html> >. Acesso em: 13 jun. 2019.
- NUNES, G. H; LEÃO, M. *Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM*. São Paulo, 2018. 15f. Disponível: < <http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n55/Pag.47-61.pdf> >. Acesso em: 13 jun. 2019.
- PAIVA, Daniel Capistrano Sarinho. *Uso do BIM para compatibilização de projetos: barreiras e oportunidades em uma empresa construtora*. 2016. 23f. Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2016. Disponível em: < <https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/3311/16/BIMcompatibiliza%C3%A7%C3%A3o-projetos-Paiva-Daniel-Artigo.pdf> >. Acesso em: 13 abr. 2019.
- PAIXÃO, Luciana. *Cursos de Arquitetura Revit*. São Paulo. Disponível em: < <https://www.aarquiteta.com.br/cursos/revit/>>. Acesso em: 13 jun. 2019.
- PANIZZA, Alexandre de Castro. *Colaboração em CAD no Projeto de Arquitetura, Engenharia e Construção: Estudo de Caso*. 2004. 171f. Dissertação (Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, 2004. Disponível em: < http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/258697/1/Panizza_AlexandredeCastro_M.pdf >. Acesso em: 11 jun. 2019.
- RODRÍGEZ, Marco Antonio Arancibia. *Coordenação técnica de projetos: Caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações*. 2005. 186f. Tese (Engenharia de produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005. Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/102898> >. Acesso em: 27 mai. 2019.
- ROSSO, Sylvania Maria. *Softwares BIM: conheça as programas disponíveis, seu custo, principais características e segredos*. AU, 208. ed. 2011. Disponível em: < <http://au17.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/208/bim-quem-e-quem-224333-1.aspx>>. Acesso em: 15 abr. 2019.
- SILVA, Jorge Miguel Santos. *Princípios para o desenvolvimento de projetos com recurso a ferramentas BIM: Avaliação de melhores práticas e proposta de regras de modelação para projetos de estruturas*. 2013. 125f. Dissertação (Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Universidade do Porto. Portugal, 2013. Disponível em: < https://paginas.fe.up.pt/~gequaltec/w/index.php?title=Princ%C3%ADpios_Para_O_Desenvolvimento_De_Projetos_Com_Recurso_A_Ferramentas_BIM_-_Avalia%C3%A7%C3%A3o_de_melhores_pr%C3%A1ticas_e_proposta_de_regras_de_modela%C3%A7%C3%A3o_para_projetos_de_estruturas >. Acesso em: 04 jun. 2019.
- SUCCAR, Bilal. *Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders*. Automation in Construction. 19 fls. University of Newcastle. Australia, 2009. Disponível em: < https://www.academia.edu/170356/Building_Information_Modelling_framework_a_research_and_delivery_foundation_for_industry_stakeholders >. Acesso em: 03 dez. 2019.
- TEIXEIRA, Juliano Domingos. *Compatibilização de projetos através da modelagem3D com uso de softwares em plataforma BIM*. 2016. 104f. Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2016. Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/164583> >. Acesso em: 05 jun. 2019.
- 2RBC. Disponível em: <<http://2rbc.com.br/>>. Acesso em: 28 nov. 2019.

ANEXO 1: Ficha Técnica e Pranchas - Projeto A



Ficha Técnica

Escritório: Gramaglia Gonzalez Arquitetura

Arquitetos: Roberto Gonzalez, Thiago Gramaglia

Nome do projeto: não consta

Ano: 2018/ 2019

Área: 1.000 m²

Localização: Cachoeira do Campo - MG

Situação da obra: em andamento

Escritório/ profissional responsável:

- Projeto Elétrico: Calcular Projeto Estrutural/ Rener César Pereira
- Projeto Estrutural: Calcular Projeto Estrutural/ Francisca Jaquelma Benigno Silva
- Projeto Hidráulico: Calcular Projeto Estrutural/ Rener César Pereira
- Projeto Luminotécnico e Pontos Elétricos: Escritório Ramon Nascimento/ Ramon Nascimento
- Projeto Pontos Elétricos: Escritório Ramon Nascimento/ Ramon Nascimento
- Responsável Técnico - obra: Márcio Engenharia/ Márcio José dos Santos
- Executora: profissionais autônomos

Projeto Arquitetônico – cortes e diagrama de cobertura

The architectural drawing set includes three main views: a large section labeled **CORTE AA**, a smaller section labeled **CORTE BB**, and a **DIAGRAMA DE COBERTURA** (Roof Diagram). Section AA shows a longitudinal cut through the building, revealing the roof structure, internal layout, and external walls. Section BB shows a similar but shorter cut, focusing on a specific part of the building's profile. The roof diagram illustrates the roof's layout, showing a large central hall with a staircase and two side wings, with various structural and material annotations.

PROJETO DE ARQUITETURA DE EDIFÍCIO
PROJETO DE ARQUITETURA DE INTERIORES DO EDIFÍCIO COM 11 ANDAR LOCALIZADO EM AV. SÃO JERÔNIMO, 1095 - JARDIM SÃO CARLOS - SÃO PAULO - SP
COTA DO ALÇAMENTO: 150,00 M
SISTEMA DE DRENAGEM: 150,00 M

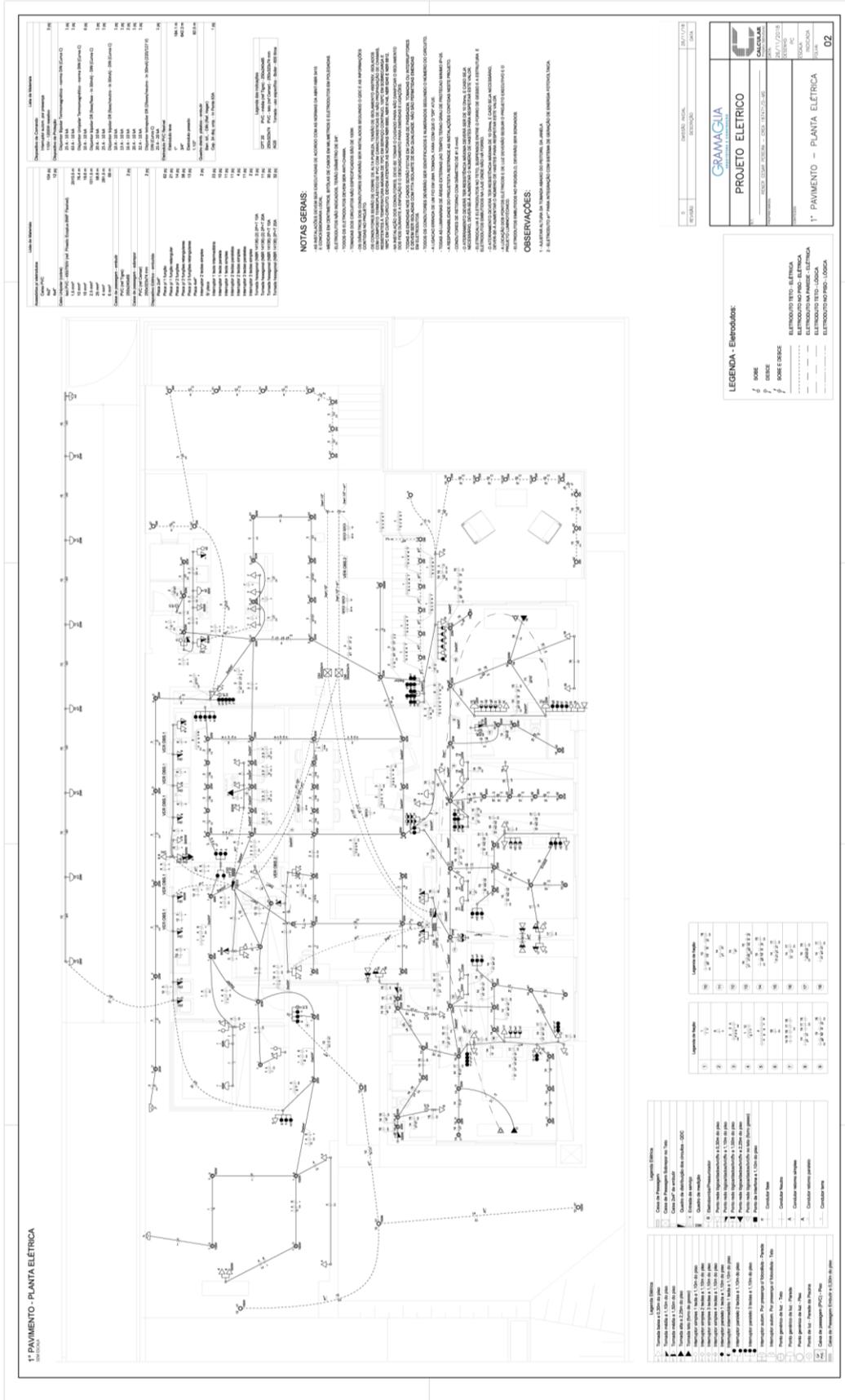
CRAMACIJA
ARQUITETURA

DIAGRAMA DE COBERTURA
MATERIAL: ALUMÍNIO
ESPESURA: 3,00 mm
COR: BRANCO
REVESTIMENTO: LANTERINHAS
LANTERINHAS: 300x300
DISTÂNCIA ENTRE LANTERINHAS: 300x300
SISTEMA DE DRENAGEM: 150,00 M
SISTEMA DE VENTILAÇÃO: 150,00 M

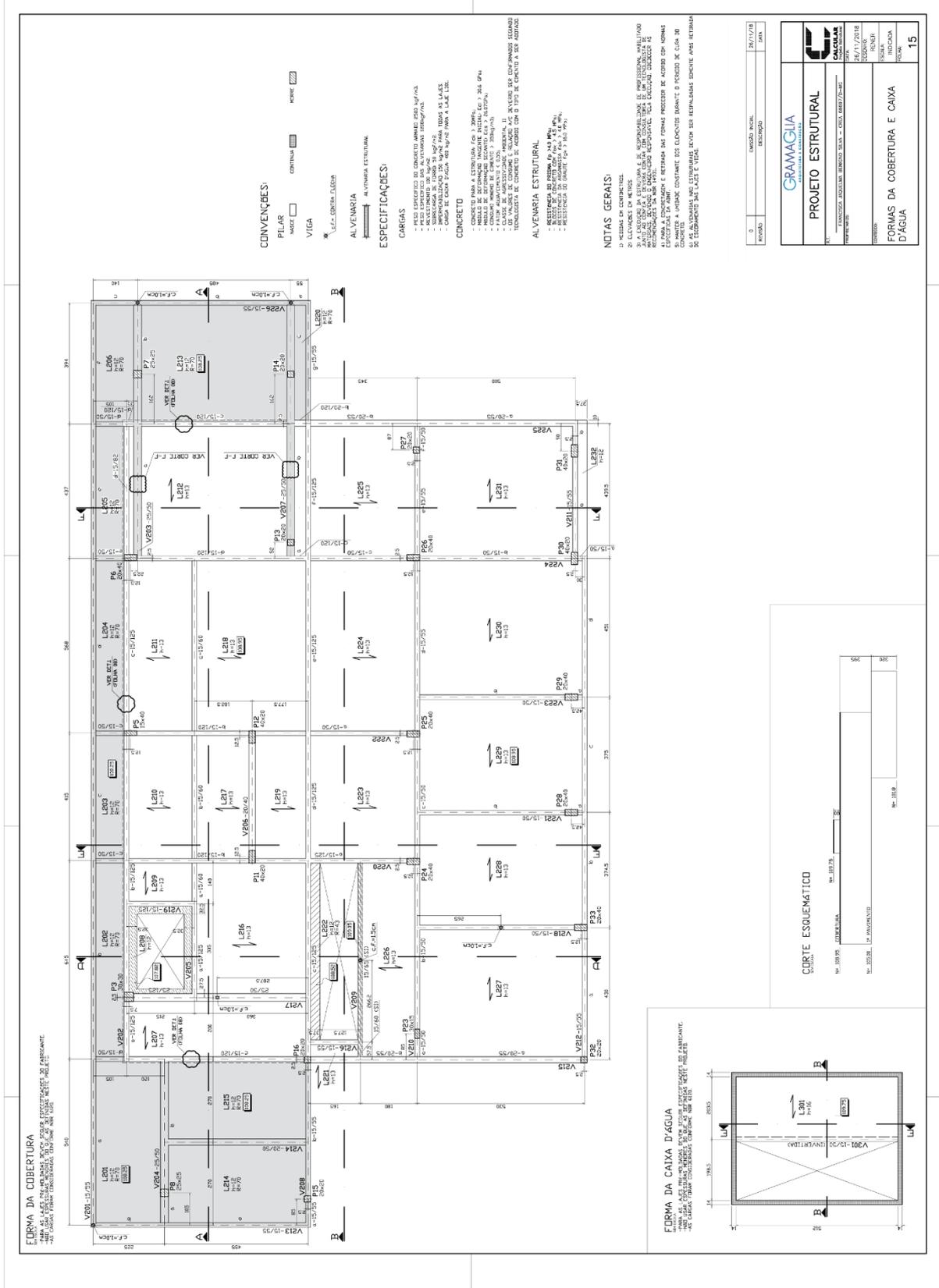
CORTE AA
MATERIAL: ALUMÍNIO
ESPESURA: 3,00 mm
COR: BRANCO
REVESTIMENTO: LANTERINHAS
LANTERINHAS: 300x300
DISTÂNCIA ENTRE LANTERINHAS: 300x300
SISTEMA DE DRENAGEM: 150,00 M
SISTEMA DE VENTILAÇÃO: 150,00 M

CORTE BB
MATERIAL: ALUMÍNIO
ESPESURA: 3,00 mm
COR: BRANCO
REVESTIMENTO: LANTERINHAS
LANTERINHAS: 300x300
DISTÂNCIA ENTRE LANTERINHAS: 300x300
SISTEMA DE DRENAGEM: 150,00 M
SISTEMA DE VENTILAÇÃO: 150,00 M

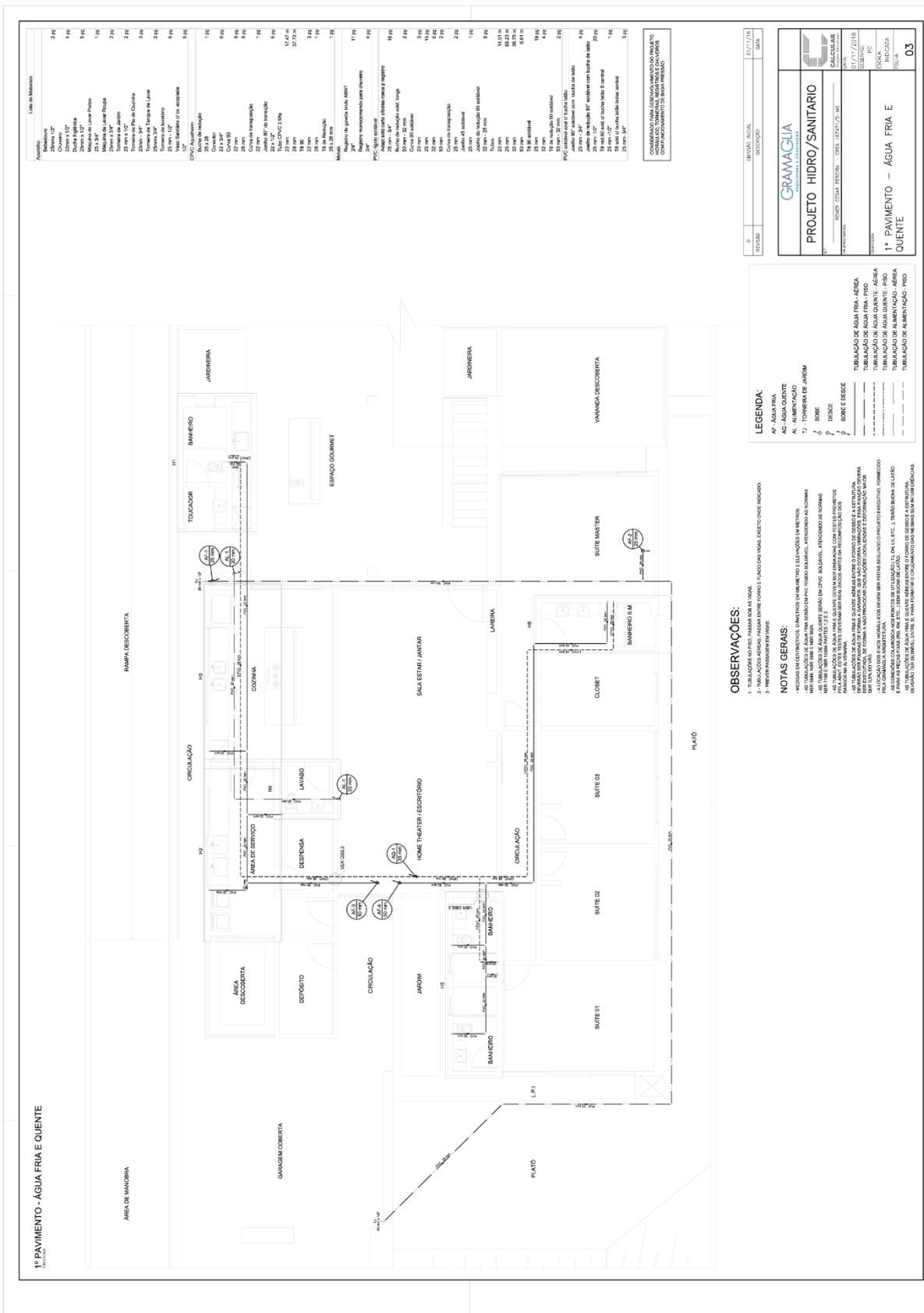
Projeto Elétrico – planta



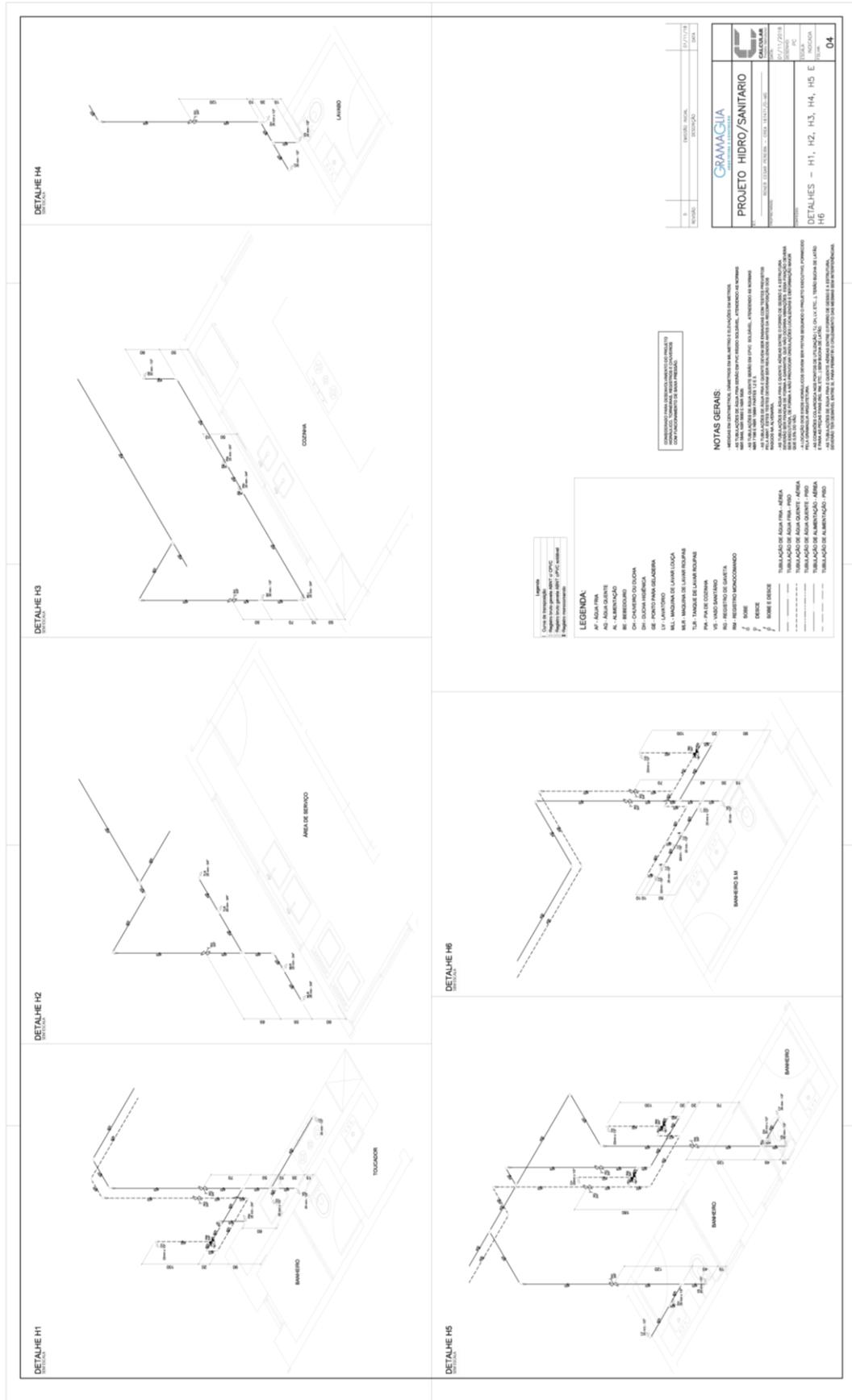
Projeto Estrutural – plantas e corte esquemático



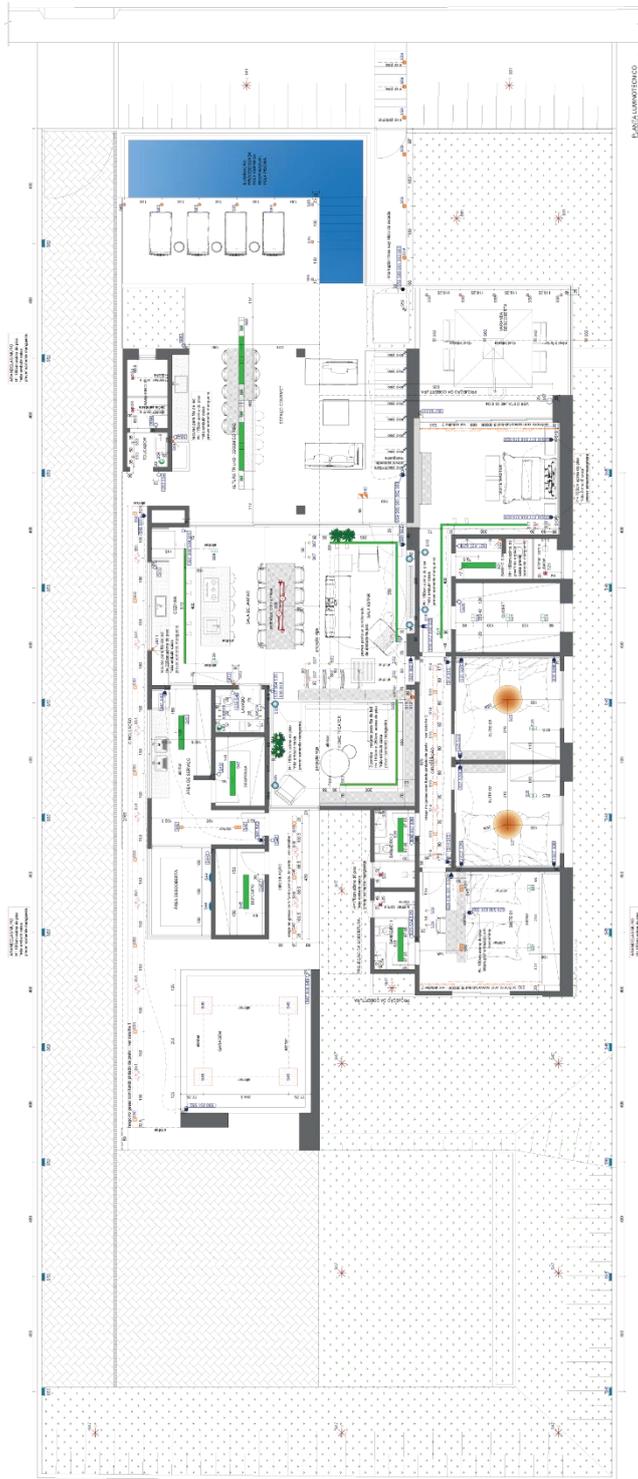
Projeto Hidro/sanitário – planta



Projeto Hidro/sanitário: detalhes

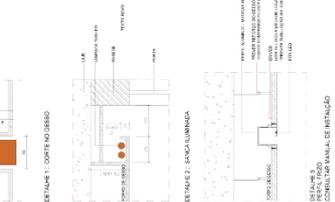
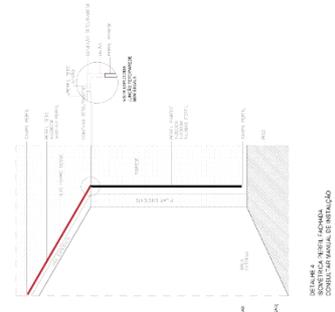


Projeto Luminotécnico – planta, detalhes e renders

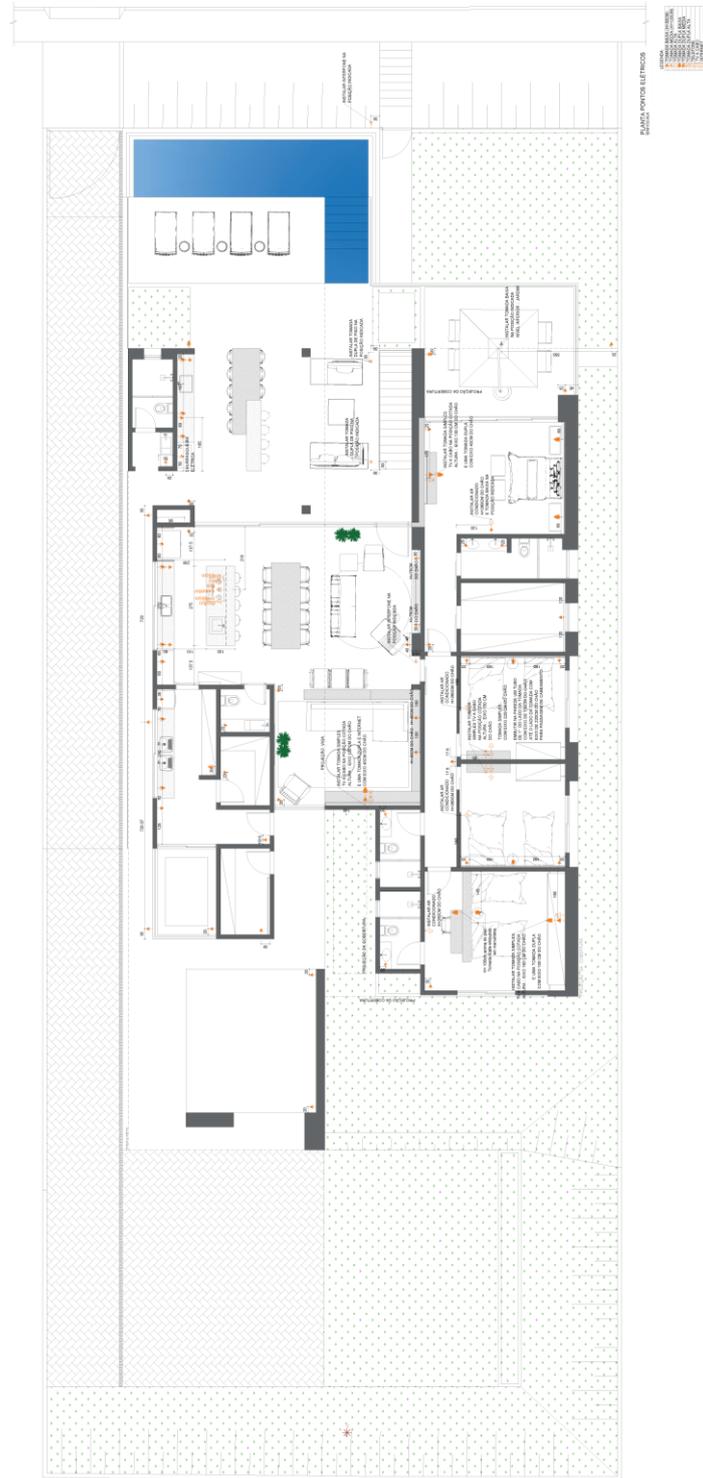


LEGENDA

LUMENS DE 1000LM/1000CM²
 LUMENS DE 2000LM/1000CM²
 LUMENS DE 3000LM/1000CM²
 LUMENS DE 4000LM/1000CM²
 LUMENS DE 5000LM/1000CM²
 LUMENS DE 6000LM/1000CM²
 LUMENS DE 7000LM/1000CM²
 LUMENS DE 8000LM/1000CM²
 LUMENS DE 9000LM/1000CM²
 LUMENS DE 10000LM/1000CM²
 LUMENS DE 11000LM/1000CM²
 LUMENS DE 12000LM/1000CM²
 LUMENS DE 13000LM/1000CM²
 LUMENS DE 14000LM/1000CM²
 LUMENS DE 15000LM/1000CM²
 LUMENS DE 16000LM/1000CM²
 LUMENS DE 17000LM/1000CM²
 LUMENS DE 18000LM/1000CM²
 LUMENS DE 19000LM/1000CM²
 LUMENS DE 20000LM/1000CM²
 LUMENS DE 21000LM/1000CM²
 LUMENS DE 22000LM/1000CM²
 LUMENS DE 23000LM/1000CM²
 LUMENS DE 24000LM/1000CM²
 LUMENS DE 25000LM/1000CM²
 LUMENS DE 26000LM/1000CM²
 LUMENS DE 27000LM/1000CM²
 LUMENS DE 28000LM/1000CM²
 LUMENS DE 29000LM/1000CM²
 LUMENS DE 30000LM/1000CM²



Projeto Pontos Elétricos - planta



ANEXO 2: Ficha Técnica⁴ e Pranchas - Projeto B



Ficha Técnica

Escritório: Haja. Arquitetura

Arquiteto(a): Haja. Arquitetura

Nome do projeto: Casa de Campo

Ano: 2019/ 2018

Área: aproximadamente 1.300 m²

Localização: Uberlândia - MG

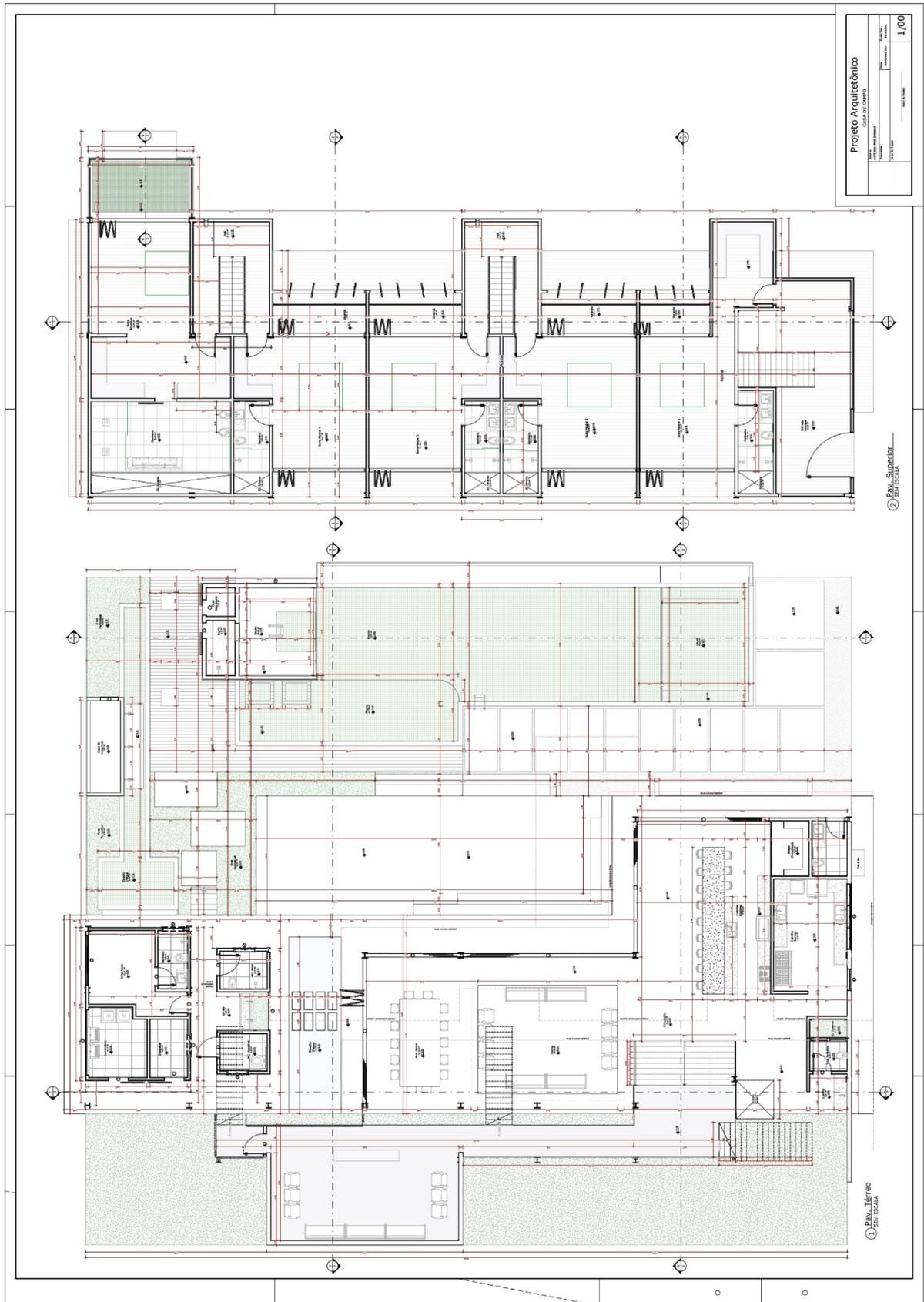
Situação da obra: finalizada

Escritório/profissional responsável:

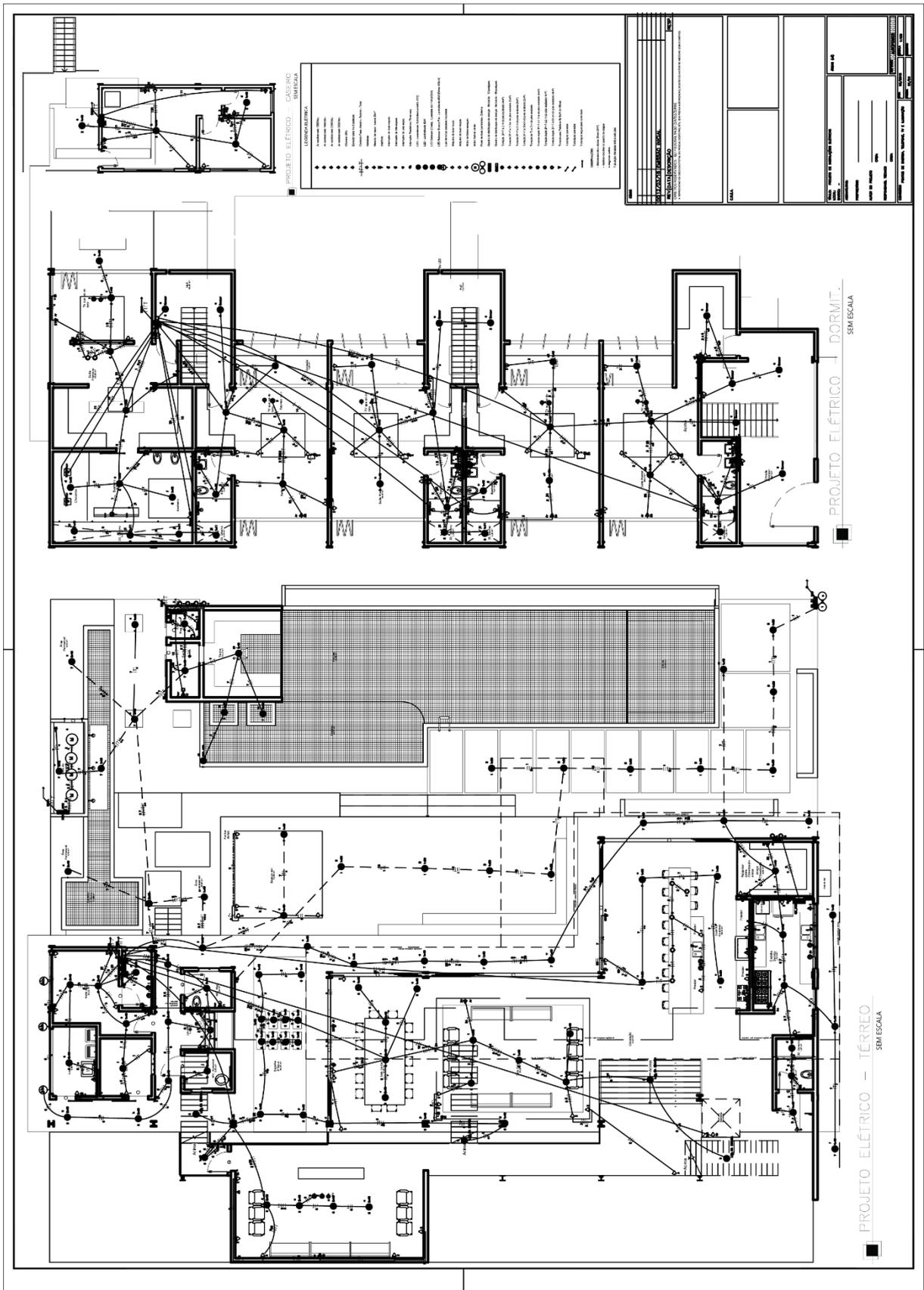
- Projeto Elétrico: HF Engenharia
- Projeto Hidráulico: dados indisponíveis
- Projeto Estrutural: EMMIG / Marinês Santos Cerchi
- Projeto Luminotécnico: Maria Júlia Boeno Decoradora e Paisagista / M^a Júlia Boeno
- Projeto Pontos Elétricos: Maria Júlia Boeno Decoradora e Paisagista / M^a Júlia Boeno
- Renders (projeto arquitetônico): Tresdeviz
- Executora: 2RBC Arquitetura e Construção

⁴ Ambos escritórios foram contatados, porém alguns dados não foram autorizados para uso.

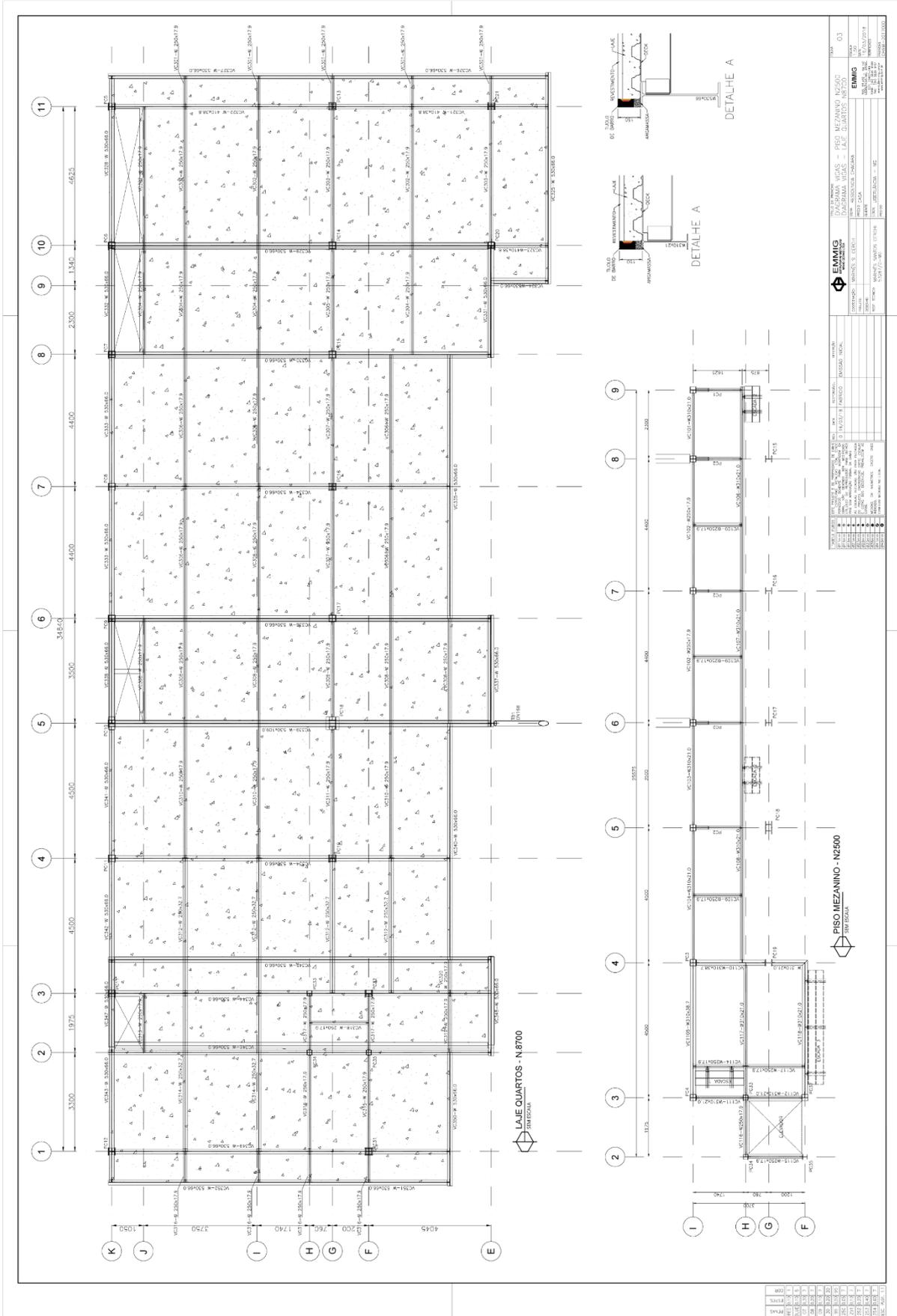
Projeto Arquitetônico - plantas



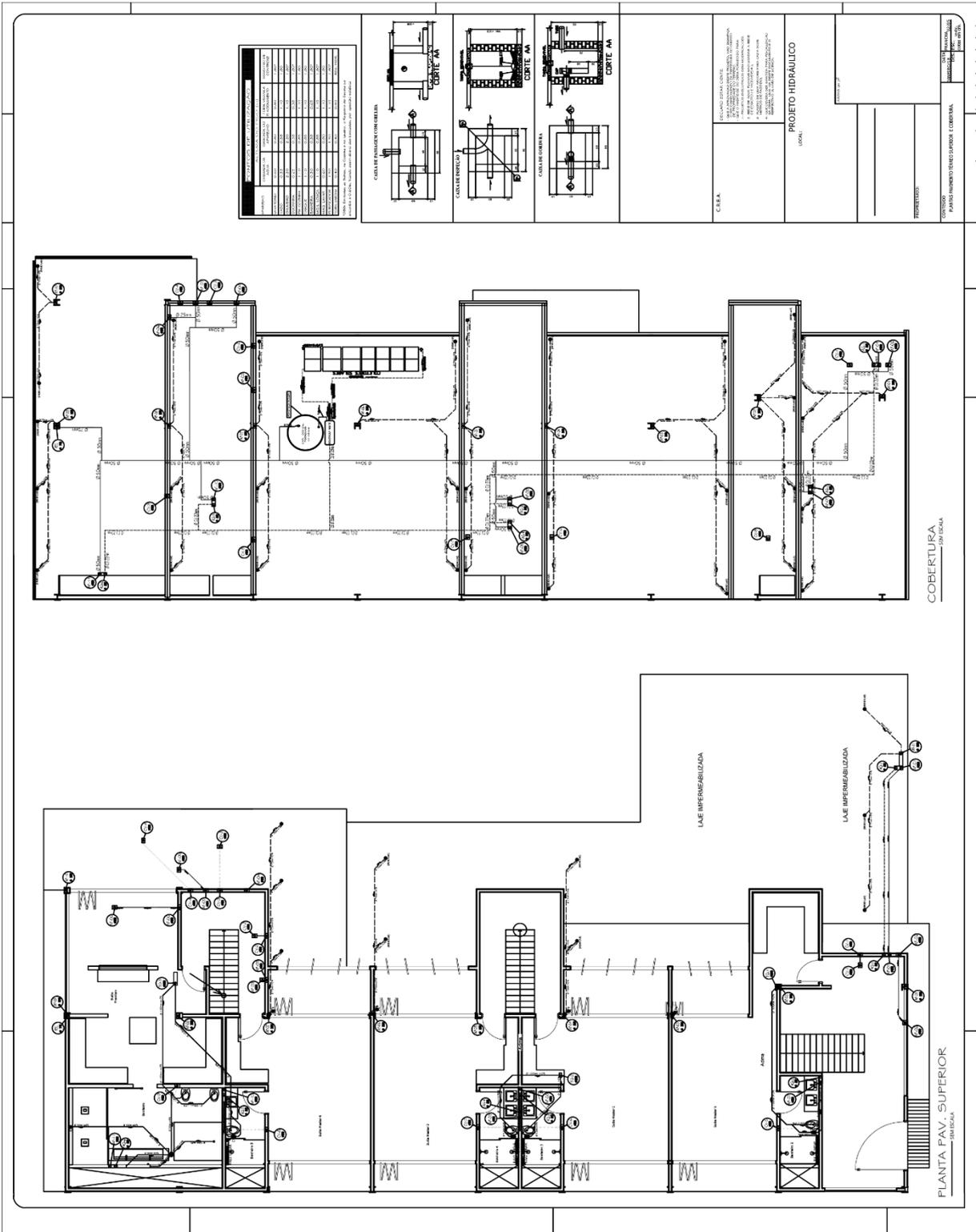
Projeto Elétrico - plantas



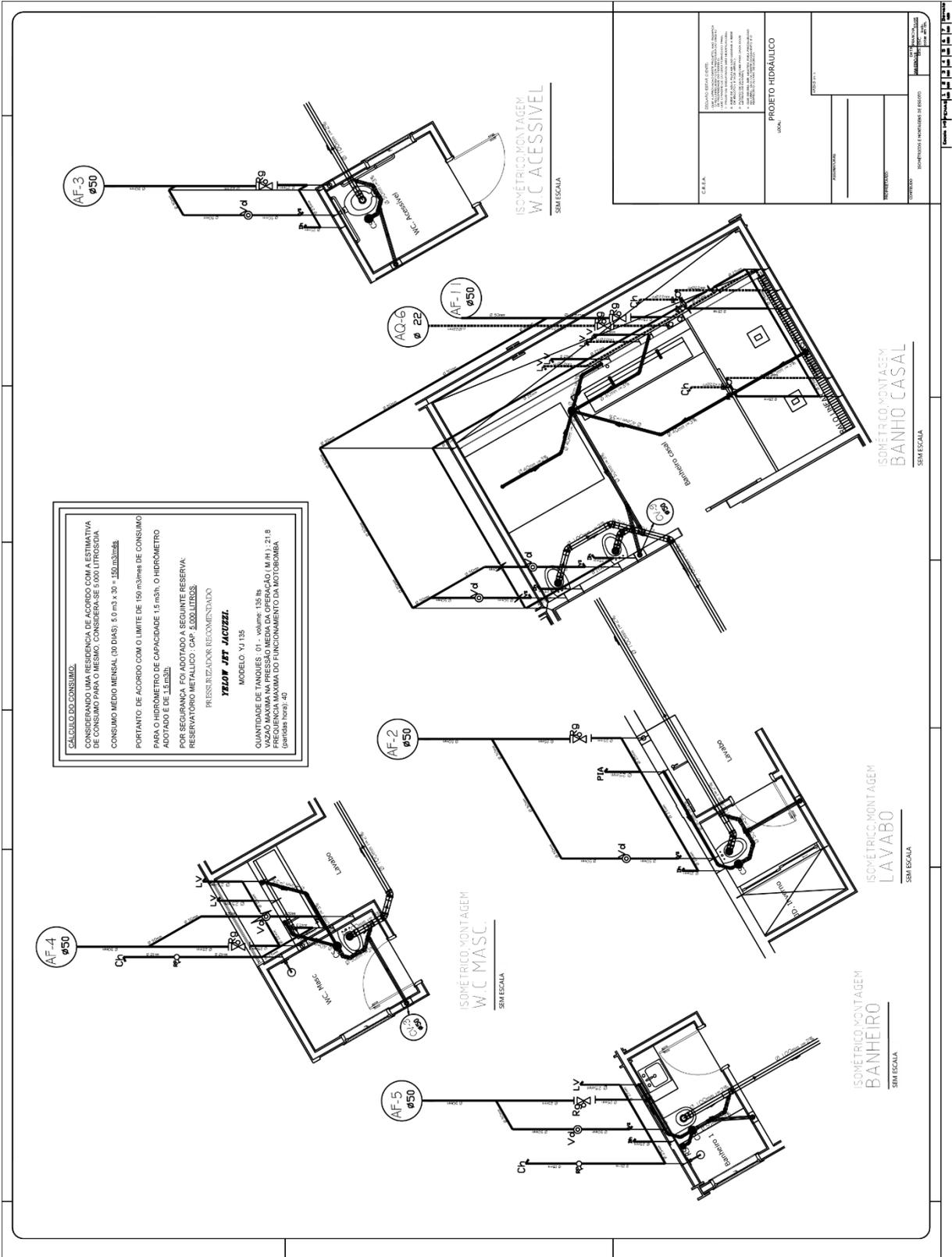
Projeto Estrutural – plantas e detalhes



Projeto Hidro/sanitário – plantas e cortes



Projeto Hidro/sanitário - detalhes



Projeto Luminotécnico - plantas

CLIENTE: MARIA JULIA BUENO
PROJETO: CASA DE CAMPO
LOCALIZAÇÃO: BRASÍLIA, DF

CONTRATO: PROJETO DE ARQUITETURA E LUMINOTÉCNICA
PROJETO: PLANTA SEM ESCALA
DATA: 10/07/2014
ARQUITETO: MARCELO MARIANI
PROJETO LUMINOTÉCNICO: GUSTAVO PIRES
PLANTA SEM ESCALA

LEGENDA

↑	EMBITUDO PISO RW/12"
→	TELAÇO COM PROJETOR 90x60cm
●	PONTO DE ILUMINAÇÃO TETO
○	PENLENTE A DEFINIR
■	EMBITUDO TETO / ANNI STEP 1 FOCO
■	EMBITUDO TETO / ANNI STEP 2 FOCOS
○	EMBITUDO TETO / HOLE B
○	EMBITUDO TETO / HOLE B R27
○	EMBITUDO TETO / HOLE B MR16
○	EMBITUDO TETO / HOLE E27
○	EMBITUDO TETO / PLANUS B
○	EMBITUDO TETO / PLANUS S FOCO
○	EMBITUDO TETO / PLANUS S MR16
○	EMBITUDO TETO / TRO AR 51
□	PANEL LED EMBITUDO 300x300
□	PANEL LED EMBITUDO 600x600
□	LUMINÁRIA EMBIT. FORNO - SISTEMA SLOT 200x4
□	PERFIL LED RETANGULAR TORÇION
□	ARANDELA EMBIT. INSTALADA NO TETO
□	ARANDELA TAMPONADA - 100 TITULO 200x200x100 (SEM TUBO DA ARANDELA)
□	ARANDELA TAMPONADA - 100 TITULO 200x200x100 (COM TUBO DA ARANDELA)
□	ARANDELA ICE P - 100 TITULO 200x200x100 (SEM TUBO DA ARANDELA)
□	ARANDELA ICE P - 100 TITULO 200x200x100 (COM TUBO DA ARANDELA)
□	ARANDELA LAY G - 100 TITULO 200x200x100 (SEM TUBO DA ARANDELA)
□	ARANDELA VOX - 100 TITULO 200x200x100 (SEM TUBO DA ARANDELA)
□	ARANDELA VOX - 100 TITULO 200x200x100 (COM TUBO DA ARANDELA)
□	BALIZADOR SUBMARIATICO - 100 TITULO 200x200x100 (SEM TUBO DA ARANDELA)
□	BALIZADOR SUBMARIATICO - 100 TITULO 200x200x100 (COM TUBO DA ARANDELA)
○	PONTO DE ESPERA - 100 TITULO 200x200x100
○	PONTO DE ESPERA - 100 TITULO 200x200x100
○	PONTO DE ESPERA - 100 TITULO 200x200x100
○	PONTO DE ESPERA - 100 TITULO 200x200x100
○	PONTO DE ESPERA - 100 TITULO 200x200x100

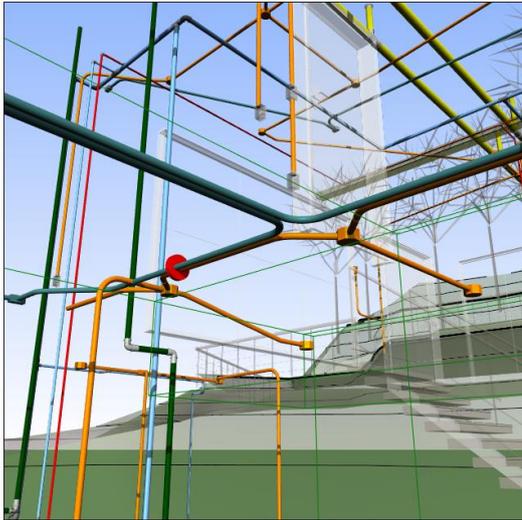
NOTA: EM TODOS OS PONTOS DE ARANDELA NÃO INSTALAR CADA BARRA DAS BARRAS PARA FACILITAR O LUMINOTÉCNICO DA ÁREA EXTERNA E JARDINS SERÁ ESPECIFICADO NO PROJETO DE PASAGENS. CONSIDERAR SAÍDA DE ENERGIA PARA ALIMENTAÇÃO DO MESMO DA TUBA A ÁREA EXTERNA.

CONFERIR MEDIDAS NO LOCAL

Projeto Pontos Elétricos - plantas



Processo de Compatibilização – imagens e planilha



RELATÓRIO DE COMPATIBILIZAÇÃO

PROJETO: Elaboração de um estudo técnico para a definição de furos nas vigas metálicas em uma obra residencial localizada na [localização] e projetada pelo Arquiteto [arquiteto] o cliente [cliente]

ITEM	DISCIPLINA ENVOLVIDA	CONFLITO	PROPOSTA	SOLUÇÃO PROPOSTA				SOLUÇÃO ADOPTADA							
				DATA	RESPONSÁVEL	STATUS	REVISÃO	DATA	RESPONSÁVEL	STATUS	REVISÃO				
1	ARQUITETURA, ESTRUTURA	DEBATE COM O CLIENTE SOBRE A TOMADA DE DECISÃO SOBRE O LOCAL DE INSTALAÇÃO DAS VIGAS METÁLICAS E O LOCAL DE INSTALAÇÃO DAS VIGAS METÁLICAS.		20/03/2024	BRUNO C. M. C.	EM ANÁLISE	1	20/03/2024	BRUNO C. M. C.	CONCLUÍDA	1	20/03/2024	BRUNO C. M. C.	CONCLUÍDA	1
2	ARQUITETURA, ESTRUTURA	DEBATE COM O CLIENTE SOBRE A TOMADA DE DECISÃO SOBRE O LOCAL DE INSTALAÇÃO DAS VIGAS METÁLICAS E O LOCAL DE INSTALAÇÃO DAS VIGAS METÁLICAS.	NA	20/03/2024	ALEX VIOGARDI	EM ANÁLISE	1	20/03/2024	BRUNO C. M. C.	CONCLUÍDA	1	20/03/2024	BRUNO C. M. C.	CONCLUÍDA	1
3	ARQUITETURA, ELÉTRICA	A FURADA DA COLUNA NA REDELOCANDO DO PROJETO ANTERIOR, MAS ESTA ATUALMENTE NÃO É NECESSÁRIA PARA O PROJETO ATUAL.		20/03/2024	BRUNO C. M. C.	EM ANÁLISE	1	20/03/2024	ALEX VIOGARDI	EM ANÁLISE	1	20/03/2024	BRUNO C. M. C.	CONCLUÍDA	1
4	ARQUITETURA	DEBATE COM O CLIENTE SOBRE A TOMADA DE DECISÃO SOBRE O LOCAL DE INSTALAÇÃO DAS VIGAS METÁLICAS E O LOCAL DE INSTALAÇÃO DAS VIGAS METÁLICAS.		20/03/2024	BRUNO C. M. C.	EM ANÁLISE	1	20/03/2024	BRUNO C. M. C.	EM ANÁLISE	1	20/03/2024	BRUNO C. M. C.	CONCLUÍDA	1
5	ARQUITETURA, ELÉTRICA	A TOMADA INDICADA NÃO ESTÁ INSTALADA NA VIGAS METÁLICAS.		20/03/2024	BRUNO C. M. C.	EM ANÁLISE	1	20/03/2024	ALEX VIOGARDI	EM ANÁLISE	1	20/03/2024	BRUNO C. M. C.	CONCLUÍDA	1
6	ELÉTRICA	NE NÃO HÁ VIGAS METÁLICAS E EM PONTOS DE FURAS NA VIGAS METÁLICAS, MAS ESTAS NÃO SÃO NECESSÁRIAS PARA O PROJETO ATUAL.		20/03/2024	BRUNO C. M. C.	EM ANÁLISE	1	20/03/2024	ALEX VIOGARDI	EM ANÁLISE	1	20/03/2024	BRUNO C. M. C.	CONCLUÍDA	1
7	ARQUITETURA, ELÉTRICA	OS PONTOS INDICADOS NA VIGAS METÁLICAS NÃO SÃO NECESSÁRIOS PARA O PROJETO ATUAL.		20/03/2024	BRUNO C. M. C.	EM ANÁLISE	1	20/03/2024	BRUNO C. M. C.	EM ANÁLISE	1	20/03/2024	BRUNO C. M. C.	CONCLUÍDA	1
8	ARQUITETURA, ELÉTRICA	UM PONTO DE FURAS NA VIGAS METÁLICAS NÃO É NECESSÁRIO PARA O PROJETO ATUAL.		20/03/2024	BRUNO C. M. C.	EM ANÁLISE	1	20/03/2024	BRUNO C. M. C.	EM ANÁLISE	1	20/03/2024	BRUNO C. M. C.	CONCLUÍDA	1

ANEXO 3: Check-list

PROJETO RESIDENCIAL A

1. Escritório: Gramaglia Gonzalez arquitetura

Arquiteto(a): Roberto Gonzalez, Thiago Gramaglia

Localização: Cachoeira do Campo, Ouro Preto - MG

Área: 1.000 m²

Ano do projeto: 2018/2019

2. O escritório/ profissional conhece ou trabalha com a tecnologia BIM? E seus parceiros?

- Ambos escritórios conhecem a tecnologia BIM.
- Dois dos quatro escritórios envolvidos no projeto utilizam o sistema.
- Três dos quatro escritórios envolvidos no projeto possuem parceiros que utilizem softwares compatíveis com a tecnologia BIM.

3. Profissionais envolvidos:

- Arquiteto,
- Design,
- Engenheiro Civil,
- Engenheiro Eletricista,
- Engenheiro de Controle e Automação,
- Paisagista,
- Orçamentista.

4. Projetos desenvolvidos:

- Arquitetônico,
- Estrutural,
- Hidro/Sanitário,
- Elétrico,
- Luminotécnico,
- Pontos Elétricos.

4.1 Nível de detalhamento e desenvolvimento alcançado;

Projeto arquitetônico: foi elaborado plantas, cortes, vistas e tabelas, contendo especificações de materiais e esquadrias bem como disposição dos cômodos, acessos a edificação e locação do projeto.

Projeto elétrico: o projeto possui legendas, lista de materiais, notas gerais, especificação de quadros referente a demanda e carga, distribuição interna dos quadros, e desenho 2D englobando a distribuição/ posicionamento de lâmpadas, tomadas, caixas, quadros, pontos de energia e lógica.

Projeto estrutural: o projeto conta com desenhos (plantas, cortes e vistas) referente as fundações, pilares, vigas, formas estruturais e lajes maciças do subsolo e 1º pavimento. Apresenta também mapas de cargas, notas gerais, especificações, legendas, tabelas e lista de materiais.

Projeto hidro/sanitário: o projeto dimensiona os sistemas de água fria e quente, bem como o sistema de água pluvial e esgoto, possuindo detalhamentos (2D e 3D), cortes, notas gerais, observações, lista de matérias e legendas.

Projeto luminotécnico e pontos elétricos: ambos projetos apresentam planta baixa, e especificações de materiais através de legendas e desenhos. Renders e cortes específicos também são disponibilizados no projeto luminotécnico.

OBS: Ambos projetos foram desenvolvidos a nível executivo, e possuem um bom nível de detalhamento.

5. Tecnologia/ softwares utilizados:

- Projeto arquitetônico (projeto e render): AutoCAD, SketchUP, V-ray, Photoshop
- Projeto elétrico: QIBuilder, AutoCAD
- Projeto estrutural: TQS, AutoCAD
- Projeto hidro/Sanitário: QIBuilder, AutoCAD
- Projeto luminotécnico (projeto e renders): AutoCAD, SketchUP, V-ray, Photoshop
- Projeto pontos elétricos: AutoCAD, SketchUP
- Processo de compatibilização: SketchUP
- Planilhas/ tabelas/ orçamentos: AutoCAD, Excel

6. Documentos/ arquivos gerados:

- Escritório responsável pelo projeto arquitetônico: pranchas, planilhas, tabelas, maquete eletrônica, desenhos 2D, render.
- Escritório responsável pelos projetos elétrico, estrutural e hidro/sanitário: pranchas, tabelas, desenhos 2D e 3D.
- Escritório responsável pelo projeto luminotécnico e pontos elétricos: pranchas, maquete eletrônica, desenhos 2D, renders.
- Responsável Técnico: planilhas.

6.1 Tamanho/quantidade de arquivos gerados:

- Projeto arquitetônico: 30 a 40 pranchas, 1 render.
- Projeto elétrico: 4 pranchas.
- Projeto estrutural: 21 pranchas.
- Projeto hidro/sanitário: 8 pranchas.
- Projeto luminotécnico: 1 prancha, 12 renders.
- Projeto pontos elétricos: 1 prancha.

7. O projeto arquitetônico, seus complementares e os renders foram elaborados pelo mesmo escritório/profissional?

Não, está presente na elaboração dos projetos diversos profissionais inseridos em 3 escritórios distribuídos nas cidades de Belo Horizonte e Ouro Preto – MG.

Para mais detalhes consultar ficha técnica – anexo 1.

8. Houve integração/diálogo entre os profissionais responsáveis pelo projeto arquitetônico e demais projetos?

A integração entre os profissionais envolvidos não ocorreu de forma geral, entretanto no decorrer dos projetos alguns profissionais mantiveram contato, buscando esclarecer dúvidas em relação aos projetos.

9. Visto que o projeto arquitetônico funciona como base para a elaboração dos projetos complementares, houve algum retorno ao escritório referente às adaptações e estudos para a implementação dos projetos complementares realizados? Bem como o diálogo entre os profissionais envolvidos?

A empresa responsável pelos projetos elétrico, estrutural e hidro/sanitário, manteve um constante contato com os profissionais responsáveis pelo projeto arquitetônico, procurando os mesmos para adaptações e estudos referente aos projetos.

O escritório responsável pelos projetos luminotécnico e pontos elétricos, passou por algumas conversas porem não retornou nenhum projeto para estudo.

10. Em que momento a modelagem 3D foi elaborada?

Projeto arquitetônico: depois da elaboração do projeto em 2D.

Projetos complementares: junto a elaboração do projeto em 2D.

11. Estimativa de tempo e custo para a elaboração dos projetos/execução da obra:

11.1 Tempo;

- Elaboração do projeto:
 - Projeto arquitetônico: aproximadamente 4 meses
 - Projeto estrutural, elétrico, e hidro/sanitário: aproximadamente 4 meses
 - Projeto luminotécnico e pontos elétricos: 6 meses
- Compatibilização: realizada durante a elaboração dos projetos
- Execução da obra: obra em andamento

11.2 Custo;

- Valor do projeto: dado não fornecido pela empresa
- Valor mão de obra: dado não fornecido pela empresa
- Valor do material: dado não fornecido pela empresa

12. Os projetos criados, passaram por algum processo de compatibilização?

Durante o desenvolvimentos dos projetos complementares - elétrico, estrutural e hidro/sanitário, o escritório responsável pelos mesmos participou de diversas reuniões com os profissionais do projeto arquitetônico utilizando também tecnologias de comunicação para auxiliar processo.

Os demais projetos complementares, luminotécnico e pontos e elétricos, foram compatibilizados através de conversas com o responsável técnico e visita a obra, não sendo utilizado nenhum software para auxílio.

13. Houve alguma dificuldade referente a compatibilização dos projetos complementares? O software utilizado auxiliou este processo?

A empresa responsável pela elaboração do projeto estrutural teve dificuldade referente a compatibilização. O software utilizado para cálculo no projeto estrutural (TQS) se encontrava em uma versão antiga, o que dificultou a modelagem de alguns elementos. Com isso, a compatibilização entre o projeto estrutural e o arquitetônico foi realizada através do software SketchUP.

14. Houve algum profissional contratado para cuidar do gerenciamento/acompanhamento do empreendimento?

Não, o gerenciamento/acompanhamento ocorreu apenas na fase de execução dos projetos, através do responsável técnico contratado para acompanhar a obra.

15. No decorrer do projeto houve retrabalhos e desperdícios?

O projeto ainda se encontra em execução, por isso valores e resultados finais ainda não podem ser gerados, entretanto devido a alterações feitas pelo proprietário e a falta de compatibilização entre todos os projetos gerou, perdas, atrasos e custos (em baixa escala).

16. As informações presentes no projeto final, são suficientes para a execução de um empreendimento sem perdas e erros?

Em virtude da elaboração dos projetos terem ocorrido sem um devido diálogo entre os profissionais, e a compatibilização não ter abrangido todos os projetos, interferências puderam ser notados durante o processo de execução da obra. Entretanto, os projetos apresentam um bom nível de informações e detalhamentos que viabilizam um resultado final satisfatório.

17. Quais as principais dificuldades encontradas para se trabalhar com o BIM?

- Escritório responsável pelo projeto arquitetônico: falta de empresas/ parcerias para o fornecimento de projetos.
- Escritório responsável pelo projeto elétrico, estrutural e hidro/sanitário: custos dos softwares.

- Escritório responsável pelo projeto luminotécnico e pontos elétricos: domínio de uso e custos dos softwares.

18. Vantagens e desvantagens mais relevantes no projeto.

Vantagens: - bom nível de detalhamento dos projetos

- profissionais qualificados

- busca pela viabilidade do empreendimento

Desvantagem: - falta de compatibilização entre todos os projetos desenvolvidos

PROJETO RESIDENCIAL B

1. Escritório: HAJA. Arquitetura

Arquiteto(a): dado indisponível

Localização: Uberlândia - MG

Área: aproximadamente 1.300 m²

Ano do projeto: 2017/2018

2. O escritório/ profissional conhece ou trabalha com a tecnologia BIM? E seus parceiros?

- Ambos escritórios conhecem a tecnologia BIM e possuem parceiros que utilizam softwares compatíveis com a ferramenta.

- Cinco dos sete escritórios envolvidos no projeto utilizam o sistema BIM.

3. Profissionais envolvidos:

- Arquiteto,
- Engenheiro Civil,
- Urbanista,
- Paisagista,
- Design,
- Engenheiro Eletricista,
- Orçamentista.

4. Projetos desenvolvidos:

- Arquitetônico,
- Estrutural,
- Hidro/Sanitário,
- Elétrico,
- Luminotécnico,
- Pontos Elétricos,
- Compatibilização.

4.1 Nível de detalhamento e desenvolvimento alcançado;

Projeto arquitetônico: o projeto conta com plantas, cortes, vistas e tabelas, contendo listas de materiais, áreas, notas e legendas do primeiro e segundo pavimento, assim como da garagem e da edícula.

Projeto elétrico: apresenta legendas, lista de materiais, notas gerais, especificação de quadros referente a demanda e carga, distribuição interna dos quadros, e desenhos 2D englobando a distribuição/ posicionamento de lâmpadas, tomadas, caixas, quadros, pontos de energia e sistema de segurança.

Projeto estrutural: o projeto possui plantas (2D e 3D), cortes, detalhamentos e tabelas, que abrangem a distribuição e posicionamento de vigas, pilares e escadas de toda a residência, apresentam também estudos de cargas e locação de bases de acordo com as fundações projetadas.

Projeto hidro/sanitário: o projeto conta com sistema de distribuição de água (quente, fria e pluvial) e esgoto, apresentando detalhamentos (2D e 3D) cortes e plantas, bem como tabelas e sistemas de escoamento.

Projeto luminotécnico e pontos elétricos: ambos projetos apresentam planta baixa dos 2 pavimentos, contendo a distribuição de tomadas, interruptores, caixas, pontos de energia e luminárias. Possui também especificações de materiais através de legendas e notas.

Processo de compatibilização: a compatibilização foi bem executada e detalhada, originando arquivos, a partir de incompatibilidades encontradas, e propondo assim soluções para as mesmas. O projeto conta com planilhas, tabelas, maquete eletrônica, imagens, animação 3D e modelo BIM compatibilizado.

OBS: Ambos projetos foram desenvolvidos a nível executivo, e possuem um bom nível de detalhamento.

5. Tecnologia/ softwares utilizados:

- Projeto arquitetônico (projeto e renders): Revit, Lumion, Photoshop
- Projeto elétrico: Autopower
- Projeto estrutural: Advance Steel, AutoCAD
- Projeto hidro/sanitário: AutoCAD, Revit
- Projeto luminotécnico e pontos elétricos (projetos e renders): AutoCAD, SketchUP, V-ray

- Gestão/ compatibilização: Excel, Revit, Lumion
- Planilhas/ tabelas/ orçamentos: AutoCAD, Excel, Revit

6. Documentos/ arquivos gerados:

- Escritório responsável pelo projeto arquitetônico: pranchas, tabelas, planilhas, maquete eletrônica e desenhos 2D.
- Escritório responsável pelos projetos elétrico: pranchas, tabelas, planilhas e desenhos 2D.
- Escritório responsável pelos projetos hidro/sanitário: pranchas, tabelas e desenhos 2D e 3D.
- Escritório responsável pelos projetos estrutural: pranchas, tabelas, desenhos 2D e 3D.
- Escritório responsável pelo projeto luminotécnico e pontos elétricos: pranchas, desenhos 2D, maquete eletrônica e renders.
- Escritório responsável pelo processo de compatibilização: Planilhas, tabelas, maquete eletrônica, modelo BIM compatibilizado, animações 3D.
- Responsável Técnico: planilhas.

6.1 Tamanho/quantidade de arquivos gerados:

- Projeto arquitetônico: + de 30 pranchas,
- Projeto elétrico: 4 pranchas,
- Projeto estrutural: cerca de 20 pranchas,
- Projeto hidro/sanitário: 5 pranchas,
- Projeto luminotécnico: 1 prancha,
- Projeto pontos elétricos: 1 prancha,
- Processo de compatibilização: A pasta com todos os arquivos relacionados ao processo de compatibilização, incluindo histórico, planilhas e animação 3D, ficou com 2,40 GB.

7. O projeto arquitetônico, seus complementares e os renders foram elaborados pelo mesmo escritório/profissional?

Não, está presente na elaboração dos projetos diversos profissionais inseridos em 5 escritórios distribuídos na cidade de Uberlândia – MG.

Para mais detalhes consultar ficha técnica – anexo 2.

8. Houve integração/diálogo entre os profissionais responsáveis pelo projeto arquitetônico e demais projetos?

Sim, todos os escritórios envolvidos mantiveram contato, durante a elaboração/compatibilização dos projetos.

9. Visto que o projeto arquitetônico funciona como base para a elaboração dos projetos complementares, houve algum retorno ao escritório referente às adaptações e estudos para a implementação dos projetos complementares realizados? Bem como o diálogo entre os profissionais envolvidos?

Sim, os projetos elaborados foram “alinhados” junto as adequações necessárias, havendo constante diálogo entre as equipes através de mensagens, e-mails ou pessoalmente em reuniões entre os projetistas e executores da obra, para então definir as soluções e a remodelagem dos projetos arquitetônico e complementares.

10. Em que momento a modelagem 3D foi elaborada?

- Projeto arquitetônico: junto a elaboração do projeto em 2D.
- Projeto elétrico: depois da elaboração do projeto em 2D.
- Projeto estrutural: junto a elaboração do projeto em 2D.
- Projetos hidro/sanitário: antes da elaboração do projeto em 2D.
- Projeto luminotécnico e pontos elétricos: junto a elaboração do projeto 2D.
- Processo de compatibilização: junto a elaboração do projeto em 2D.

11. Estimativa de tempo e custo para a elaboração dos projetos/execução da obra:

11.1 Tempo;

- Elaboração do projeto:
 - Projeto arquitetônico: 2 meses
 - Projeto estrutural: aproximadamente 2 dias
 - Projeto elétrico: 1 mês
 - Projeto hidro/sanitário: 1mês
 - Projeto luminotécnico e pontos elétricos: aproximadamente 2 meses

- Processo de compatibilização: 4 meses
- Execução da obra: aproximadamente 2 anos

11.2 Custo;

- Valor do projeto: aproximadamente 7 milhões
- Valor da mão de obra: 4 milhões
- Valor do material: 3 milhões

12. Os projetos criados, passaram por algum processo de compatibilização?

Sim, a contratação foi feita durante o período de execução da obra, no momento em que a estrutura metálica já havia sido completamente montada, o que resultou em diversos problemas nos projetos complementares que poderiam ter sido evitados desde o início. Entretanto ainda foi possível otimizar diversos itens e evitar muitos custos através de soluções projetuais que só foram possíveis através da modelagem de todas as disciplinas em BIM e da detecção de interferências e erros nos projetos feitos separadamente pelos projetistas.

13. Houve alguma dificuldade referente a compatibilização dos projetos complementares? O software utilizado auxiliou este processo?

A maioria dos escritórios alegaram que não houve nenhuma dificuldade referente a compatibilização dos projetos, entretanto outros alegaram dificuldade pela falta de comunicação entre os profissionais.

14. Houve algum profissional contratado para cuidar do gerenciamento/acompanhamento do empreendimento?

Não, o gerenciamento/acompanhamento ocorreu apenas na fase de execução dos projetos, através do responsável técnico contratado para acompanhar a obra.

15. No decorrer do projeto houve retrabalhos e desperdícios?

Houve pequenas alterações pontuais, o que interferiu no tempo de desenvolvimento de novos desenhos técnicos, entretanto perdas materiais e auto custo não foram gerados.

16. As informações presentes no projeto final, são suficientes para a execução de um empreendimento sem perdas e erros?

Apesar dos projetos possuírem um bom nível de detalhamento, e os profissionais se contatarem durante a elaboração dos mesmos, o resultado final não foi suficiente para poupar erros e perdas, sendo necessário contratar uma empresa para compatibilizar e estudar interferências entre os projetos.

17. Quais as principais dificuldades encontradas para se trabalhar com o BIM?

- Escritório responsável pelo projeto arquitetônico: falta de empresa/ fornecedores de projetos
- Escritório responsável pelo projeto estrutural: custos (softwares/profissionais)
- Escritório responsável pelo projeto elétrico: domínio de uso dos softwares
- Escritório responsável pelo projeto hidro/sanitário: domínio de uso dos softwares
- Escritório responsável pelos projetos luminotécnico e pontos elétricos: não se aplica
- Escritório responsável pelo projeto de compatibilização: custos (softwares/profissionais)

18. Vantagens e desvantagens mais relevantes no projeto.

Vantagens: - bom nível de detalhamento

- profissionais qualificados

- processo de compatibilização entre os projetos

Desvantagens: - contratação do processo de compatibilização durante o período de execução da obra.

APÊNDICE 1: Questionário aplicado aos escritórios/ profissionais responsáveis pela elaboração e execução dos projetos.

Autorização - Ficha técnica

() Não autorizo a divulgação do nome da empresa e dos profissionais autores dos projetos em ficha técnica.

() Autorizo a divulgação do nome da empresa e dos profissionais autores dos projetos em ficha técnica. (Preencher ficha no final do questionário)

1. O escritório/ profissional conhece ou trabalha com a tecnologia BIM?

() Sim

() Não

Se não, porque?

2. Os profissionais parceiros, já utilizam softwares e processos compatíveis com esse sistema (BIM)?

() Sim

() Não

3. Na fase de elaboração do projeto arquitetônico houve colaboração entre os profissionais envolvidos? Se sim, quais?

() Arquiteto

() Urbanista

() Paisagista

() Design

() Engenheiro Civil

() Engenheiro Eletricista

() Engenheiro Mecânico

() Engenheiro de Controle e Automação

() Orçamentista

() Não houve

() N/A

() Outro:

Caso autorize divulgação, especificar nomes e formação para constar em ficha técnica.

4. Dentre os itens listados abaixo na qual teve participação, qual a estimativa de tempo para sua elaboração:

- Projeto Arquitetônico,
- Modelagem 3D,
- Renders,
- Projeto Estrutural,
- Projeto Elétrico,
- Projeto Hidro/sanitário,
- Projeto Luminotécnico,

- Gestão/ Compatibilização,
- Planilhas/ Tabelas,
- Orçamentos,
- Execução.

5. A modelagem em 3D e os renders foram feitos em que momento do projeto?

- Anterior a elaboração do projeto em 2D
- Junto a elaboração do projeto em 2D
- Depois da elaboração do projeto em 2D
- N/A

6. Houve algum processo de compatibilização entre os projetos?

- Sim
- Não
- N/A

7. Houve dificuldade de compatibilização dos projetos?

- Sim
 - Não
 - N/A
- Se sim, quais?

8. Visto que o projeto arquitetônico funciona como base para a elaboração dos projetos complementares, houve algum retorno ao escritório referente às adaptações e estudos para a implementação dos projetos complementares realizados? Bem como o diálogo entre os profissionais envolvidos?

- Sim
 - Não
 - N/A
- Comente:

9. Em relação aos documentos listados abaixo na qual participou, quais foram os softwares utilizados no desenvolvimento dos mesmos?

- Projeto Arquitetônico,
- Modelagem 3D,
- Renders,
- Projeto Estrutural,
- Projeto Elétrico,
- Projeto Hidro/sanitário,
- Projeto Luminotécnico,
- Gestão/ Compatibilização,
- Planilhas/ Tabelas,
- Orçamentos, dentre outros.

10. Que tipos de documentos foram gerados pelo escritório?

- Pranchas
- Planilhas
- Tabelas
- Maquete física
- Maquete eletrônica
- Projetos em 2D (cortes, plantas...)
- Outros

11. Qual o tamanho/ quantidade dos documentos gerados? (em arquivos digitais, impressões...)

12. Durante a elaboração dos projetos complementares houve algum contato/ conversa com a equipe responsável pelo projeto arquitetônico e demais projetos?

- Sim
 - Não
 - N/A
- Comente:

13. No decorrer do projeto houve retrabalhos e desperdícios?

- Perda/ desperdícios de materiais
- Tempo de execução da obra
- Tempo de desenvolvimento de desenhos técnicos
- Custos finais (desenho, material, profissionais)
- N/A
- Outros

14. Quais as principais dificuldades encontradas para se trabalhar com o BIM?

- Softwares (domínio de uso)
- Custos (softwares/profissionais)
- Falta de biblioteca (peças/ objetos)
- Falta de empresa/ fornecedores de projetos
- N/A
- Outro

15. Dados projeto

- Valor do projeto,
- Valor de mão de obra,
- Valor do material

16. Ficha técnica (caso autorizado)

- Nome do projeto,
- Ano,
- Área,
- Localização,

- Situação da obra,
- Escritório/ profissional responsável: Projeto Arquitetônico
Projeto Estrutural,
Projeto Fundações,
Projeto Hidro/sanitário,
Projeto Elétrico,
Projeto Luminotécnico,
Projeto Paisagístico,
Renders,
Execução do empreendimento,
Gerenciamento e Compatibilização,
dentre outros.
- Fornecedores: (estruturas, esquadrias, acabamentos, etc)