



**FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
DE CONSELHEIRO LAFAIETE**

ENGENHARIA CIVIL

DOUGLAS SOARES DINIZ

**BENEFÍCIOS DA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM
PEQUENAS EDIFICAÇÕES**

Conselheiro Lafaiete, MG, Brasil

2020

DOUGLAS SOARES DINIZ

**BENEFÍCIOS DA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM
PEQUENAS EDIFICAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Conselheiro Lafaiete, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Tiago José Ferreira

Conselheiro Lafaiete

2020

DOUGLAS SOARES DINIZ

**BENEFÍCIOS DA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM
PEQUENAS EDIFICAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade Presidente Antônio
Carlos de Conselheiro Lafaiete, como
requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Tiago José Ferreira

Mestre Tiago José Ferreira – Orientador

Tatiana

Mestre Tatiana Aparecida Rodrigues

André Luciano de Carvalho

Doutor André Luciano de Carvalho

ALUNO

Douglas Soares Diniz

Douglas Soares Diniz

Conselheiro Lafaiete

2020

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudos.

Aos meus pais que sempre incentivaram e motivaram a continuar mesmo em momentos difíceis.

Aos amigos que estiveram ao lado durante o desenvolvimento do trabalho.

Ao professor Tiago, por ter sido meu orientador e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade.

Aos professores, pelos ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso.

RESUMO

O presente trabalho, busca mostrar o desenvolvimento dos processos de compatibilização na evolução das obras civis, mostrando a importância que a fase de projetos exerce sobre o resultado final do produto, tanto em qualidade quanto no seu custo final. Para isso foi feito um estudo de caso em uma residência de pequeno porte, em torno de 150m², onde foram encontrados vários erros decorrentes da pouca atenção dada a fase de projeto. Para a obtenção dos resultados finais, foram utilizadas as tabelas de preço SETOP e SINAPI, além do uso do software da AutoDesk, o AutoCad, para o desenvolvimento das plantas. Para a obtenção do resultado final, os projetos arquitetônicos foram refeitos, e os erros devidos a falta de compatibilização foram destacados. Os resultados finais, foram demonstrados através de gráficos comparativos, mostrando o custo que a falta de um bom planejamento pode trazer ao contratante mesmo em uma obra residencial.

Palavras-chave: Compatibilização, orçamento, software.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Engenharia Simultânea	18
Figura 2 - BIM.....	19
Figura 3 - AutoCad.....	20
Figura 4 - Eberick.....	21
Figura 5 - SketchUp.....	22
Figura 6 - Archicad.....	22
Figura 7 - Projeto Inicial (1º Andar)	24
Figura 8 - Planta Baixa Segundo pavimento	25
Figura 9 - Área de correção	26
Figura 10 – Projeto Estrutural	27
Figura 11 – Pilar P4	28
Figura 12 – Pilar 21	29
Figura 13 – Solução Pilar P21	29
Figura 14 – Viga 17.....	30
Figura 15 –Solução Viga 17	30
Figura 16 – Viga 7 e 17	31
Figura 17 – Solução Viga 7 e 17	31
Figura 18 – Projeto Elétrico.....	33
Figura 19 – Detalhe Projeto Elétrico	34
Figura 20 – Falta de Tubulação	35
Figura 21 – Tubulação na posição errada.....	36
Figura 22 - Escadas	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Demolição de Alvenaria	26
Tabela 2 - Construção de Alvenaria	26
Tabela 3 – Incompatibilidades no Projeto Estrutural	28
Tabela 4 – Custos Estrutural x Arquitetônico	32
Tabela 5 – Incompatibilidades no Projeto Elétrico	33
Tabela 6 – Custos Elétrico x Estrutural	34
Tabela 7 – Incompatibilidades no Projeto Hidrossanitário	35
Tabela 8 – Custos Estrutural x Arquitetônico	35
Tabela 9 - Escadas	38
Tabela 10 - Demolição de Alvenaria	38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comparação de custos	39
Gráfico 2 – Profissional adequado x correções de erros	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIM	Building Information Modeling
CAD	Computer Aided Design
IBM-PC	International Business Machines
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
TCU	Tribunal de Contas da União

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. OBEJTIVOS.....	12
1.2. Objetivos específicos	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1. Projeto.....	13
2.1.1. Definições	13
2.1.2. Evolução	13
2.2. Compatibilização	14
2.3. Problemas mais comuns	14
2.3.1. Projeto Arquitetônico.....	14
2.3.2. Projeto Estrutural	15
2.3.3. Projetos de Instalações Hidrossanitárias.....	15
2.3.4. Projeto Elétrico	16
2.4. Técnicas de compatibilização.....	16
2.4.1. Extranets	17
2.4.2. Sobreposição de projetos	17
2.4.3. Lista de checagem.....	17
2.5. Engenharia Simultânea	18
2.6. Softwares.....	19
2.6.1. Conceito BIM	19
2.6.2. Autodesk Autocad.....	20
2.6.3. Altoqi Eberick.....	20
2.6.4. Trimble Skecthup.....	21
2.6.5. Archicad.....	22
2.7. Gastos com correções.....	23
3. METODOLOGIA.....	23
4. ANÁLISE DE RESULTADOS.....	24
4.1. Compatibilização Projeto Arquitetônico	24
4.2. Compatibilização Arquitetônico e Estrutural	26

4.3.	Compatibilização Elétrico com Estrutural.....	32
4.4.	Compatibilização Hidrossanitário com Arquitetônico.....	34
4.5.	Falta de acompanhamento na obra.....	36
4.5.1.	Escadas.....	37
4.5.2.	Falta de janela	38
5.	CONCLUSÃO.....	39
6.	REFERÊNCIAS	41

1. INTRODUÇÃO

Em meados da década de 60, pode se observar uma grande expansão no setor imobiliário, com isso surgiram vários escritórios técnicos especializados em arquitetura, estrutura e instalações. Os profissionais exerciam a função de projetar e executar a obra de forma unificada, auxiliando na coordenação de seus trabalhos (GRAZIANO, 2003 apud MIKALDO JR E SCHEER, 2008).

Com o passar dos anos, os construtores começaram a se distanciar cada vez mais dos projetistas, e os projetistas, mais longe da execução de seus sistemas. Esse afastamento fez com que os índices de desperdício crescessem a um nível muito alto, devido a impossibilidades de executar o sistema projetado na obra, ou falta de entendimento do profissional no momento da execução.

Esse desentendimento entre as duas áreas, faz com que o setor de construção civil seja muitas vezes rotulado como um setor atrasado, se comparado com outros setores industriais; outro fator que pesa para essa avaliação, é a falta de qualificação da mão de obra, e baixo nível de industrialização, afetando o produto final (FONTENELLE, 2002 apud MIKALDO JR, 2006).

A necessidade da compatibilização dos projetos, começou a ser enxergada em meados dos anos 80, surgindo assim os coordenadores e equipes internas ou externas de projeto, aumentando os custos das construtoras e dos projetistas, já que era necessário maior empenho das partes para o bom funcionamento. (GRAZIANO, 2003 apud MIKALDO JR E SCHEER, 2008).

Com o avanço da tecnologia, surgiram os programas conhecidos como plataformas BIM (*Building Information Model*), entre as mais conhecidas estão, *ArchiCAD*, *Revit* e *Eberick* que fazem a sobreposição dos projetos de maneira automática, e possibilitam a visualização em 3D, trazendo ao projetista uma melhor perspectiva do sistema que está criando, o levando a pensar em situações que na prancha 2D não seriam percebidos (MIKALDO JR E SCHEER, 2008).

Ainda hoje, a compatibilização é vista por alguns apenas como um custo a mais para a obra, isso acaba sendo um empecilho para uma melhora na qualidade do produto da construção civil, principalmente no setor popular, onde muitas vezes só são desenvolvidos os projetos exigidos pela prefeitura, para que a obra possa estar legal.

1.1. OBJETIVOS

Demonstrar a necessidade da compatibilização de projetos em residências de pequeno porte, tanto no que se refere a redução de custos, como no tempo de execução da obra. Para isso será utilizada a ferramenta CAD (*Computer-Aided Design*).

1.2. Objetivos específicos

- Analisar a compatibilidade entre um projeto arquitetônico e demais projetos complementares e suas execuções em uma residência de pequeno porte;
- Encontrar soluções para os erros reportados no momento da execução, e calcular os custos relacionados a essas correções;
- Comparar através de gráficos, os custos inesperados que essas correções trouxeram ao contratante e o seu peso no orçamento no final da obra.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Projeto

2.1.1. Definições

Projeto é a representação gráfica das propriedades de um serviço ou obra de engenharia ou arquitetura, definindo especificações técnicas que deverão ser executadas na fase de desenvolvimento da obra.

Segundo Melhado (1994), projeto é a atividade ou serviço integrante do processo de construção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas específicas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução.

O projeto não se resume ao processo de otimização e aprimoramento das atividades humanas, mas sim ao conjunto destas com a instituição da divisão social do trabalho e do mecanismo de atribuição e distribuição de responsabilidades. (SILVA, 1991).

De acordo com Melhado et al. (2005), o projeto na fase inicial de um empreendimento tem que ser priorizado, mesmo sendo necessário um maior investimento inicial e um tempo maior para a sua elaboração, pois é com um projeto bem feito que se evita um maior custo mensal no empreendimento.

2.1.2. Evolução

Em meados dos anos 60, a demanda imobiliária aumentou, resultando no crescente número de escritórios de técnicos especializados em arquitetura, estrutura e 16 instalações, com profissionais que antes trabalhavam de forma unificada dentro das empresas que projetavam e construíam, e isso ajudava na coordenação de seus trabalhos (MIKALDO JR, 2008).

Mikaldo Jr. (2008), ressalta que a falta de racionalização de projeto e execução, pode ser explicada por uma separação do mesmo e é resultado do desenvolvimento do setor. O mesmo autor afirma que, com o passar do tempo, as atividades de projetos se distanciaram dos construtores, e os projetistas ficaram longe das execuções dos projetos feitos por eles.

Isto fez com que toda a atividade construtiva passasse a ter índices de desperdício elevados.

Existe uma grande necessidade no setor da construção civil de aperfeiçoar a elaboração dos projetos de edificações para interagir com a execução no sentido de otimizar e agregar valor ao empreendimento como produto final. Em função disso deve-se tratar o projeto como elemento fundamental na concepção de um empreendimento (SOUZA et al., 1995).

2.2. Compatibilização

A compatibilização tem se mostrado cada vez mais necessária atualmente, onde na maioria das vezes as etapas de projetos passam nas mãos de vários profissionais de diferentes formações, o entendimento rápido e claro da situação torna o processo mais rápido e eficiente.

Ela proporciona soluções integradas entre diversas áreas de um empreendimento, fazendo com que os projetos de segmentos diferentes sejam compatíveis (MILKALDO JR. E SCHEER (2008).

A compatibilização de projetos é a atividade de gerenciar e integrar projetos correlatos, visando ao perfeito ajuste entre os mesmos e conduzindo para a obtenção dos padrões de controle de qualidade total de determinada obra (SINDUSCON-PR, 1995).

Segundo Graziano (2003), compatibilização é o atributo do projeto, cujos componentes dos sistemas, ocupam espaços que não conflitam entre si, e além disso, os dados compartilhados apresentam consistência e confiabilidade até o final do processo de projeto e obra.

2.3. Problemas mais comuns

2.3.1. Projeto Arquitetônico

Para Silveira (2005), o projeto arquitetônico é base para os demais projetos, nele estão discriminadas as necessidades apresentadas pelo cliente e as especificações normativas para a construção do edifício. No momento do seu desenvolvimento, os espaços necessários para os equipamentos dos projetos complementares já devem ser pensados, assim como a distribuição das peças estruturais.

Segundo Silveira (2005), os problemas mais comuns na fase de desenvolvimento do projeto arquitetônico, são:

- Indefinições dos requisitos dos clientes internos (projetistas) e externos (usuários), causando modificações e incompatibilidades em fases posteriores;
- Redução do tempo de concepção e desenvolvimento do projeto, o que gera projetos mal detalhados e com inúmeras incompatibilidades;
- Agrupamento informal e tardio das informações dos demais projetistas, principalmente sobre espaços para instalações e equipamentos que devem ser completados na arquitetura;
- Remontagem do projeto devido a divergências com os projetos complementares;
- Detecção tardia de incompatibilidades na etapa de detalhamento dos projetos ou na própria execução.

2.3.2. Projeto Estrutural

Na fase de elaboração do projeto estrutural, é importante um trabalho em conjunto dos profissionais responsáveis pelos seus desenvolvimentos.

Os principais problemas nessa fase, segundo Silveira (2005) são:

- Indefinições na escolha da solução estrutural, podendo trazer consequências para os demais projetos;
- Início dos detalhamentos das estruturas antes da definição e compatibilização com os demais projetos;
- Incompatibilização com os projetos hidrossanitários e de climatização.

2.3.3. Projetos de Instalações Hidrossanitárias

Primeiramente, interage com os projetos arquitetônicos e estruturais, é preciso verificar nesses projetos se as tubulações terão passagens livres sem interferir em pilares ou na arquitetura desejada. Com projeto de fundações é importante definir as tubulações sem interferir nos blocos de fundação.

Problemas comuns decorrem muitas vezes pela não contratação no momento inicial da obra, somente após a aprovação do projeto arquitetônico que o hidrossanitário é lembrado.

Silveira (2005), cita alguns problemas comuns:

- Alterações de projeto em fases finais pelo cliente;
- Falta de previsão para os equipamentos e instalações hidrossanitárias no desenvolvimento do projeto arquitetônico;
- Incompatibilidade com outros projetos;
- Atraso no recebimento de informações de outros projetos, fazendo com que seja deixado por último.

2.3.4. Projeto Elétrico

No projeto elétrico, deve ser analisado a posição para passagens de cabos elétricos e instalações de para-raios sem interferir na estética do empreendimento. É necessário a interação com os demais projetos para o cálculo de potência e posicionamento dos equipamentos. A interação com o projeto hidrossanitário deve ser feito com atenção, para evitar conflito entre a passagem dos condutores com as tubulações hidráulicas.

Problemas mais comuns de acordo com Silveira (2005):

- Não contratação em conjunto com o arquitetônico;
- Incompatibilização entre as passagens das tubulações elétricas, climatização, hidrossanitárias e, em casos particulares, estruturas em *dry wall*;
- Falta de detalhes da demanda energética devido a compra dos equipamentos elétricos ocorrem apenas na parte final da obra.

2.4. Técnicas de compatibilização

São alguns métodos usados para auxiliar no processo de compatibilização, pois não é um processo que ocorre isoladamente, essas ferramentas têm como objetivo facilitar o trabalho do profissional responsável pela compatibilização (NASCIMENTO, 2013).

2.4.1. Extranets

As Extranets, são ambientes de trabalho virtuais, que possibilitam aos agentes envolvidos no desenvolvimento do projeto se comunicar e compartilhar seus arquivos entre si, dando a possibilidade de acompanhamento desde a fase de planejamento até o final de sua construção SOIBELMAN (2000).

A ferramenta ainda tem como função o armazenamento dos arquivos da obra, servindo como um banco de dados de uma construção. Porém é necessário se ter cuidado para não deixar esse ambiente superlotado de informações, sendo necessário uma boa organização de todos os membros da equipe SOIBELMAN (2000).

2.4.2. Sobreposição de projetos

É uma técnica de apoio a coordenação utilizada para verificar a compatibilidade entre projetos de diversas áreas. Tem como diretriz, integrar o desenvolvimento do produto ao desenvolvimento de outros processos envolvidos por intermédio da cooperação entre diversos agentes segundo Fabrício (2002).

De acordo com Junior (2000), há uma grande necessidade de um maior envolvimento do projetista na interferência da sobreposição de projetos, principalmente de Arquitetura e Estrutura, já que estes são os que mais interferem no sistema de processo e execução, por exemplo, de fôrmas metálicas a utilizar na obra. Com algumas pequenas modificações na concepção arquitetônica e estrutural, pode-se conseguir uma economia de até 20% no custo de uma estrutura, já que antecipam alguns questionamentos e suas resoluções.

2.4.3. Lista de checagem

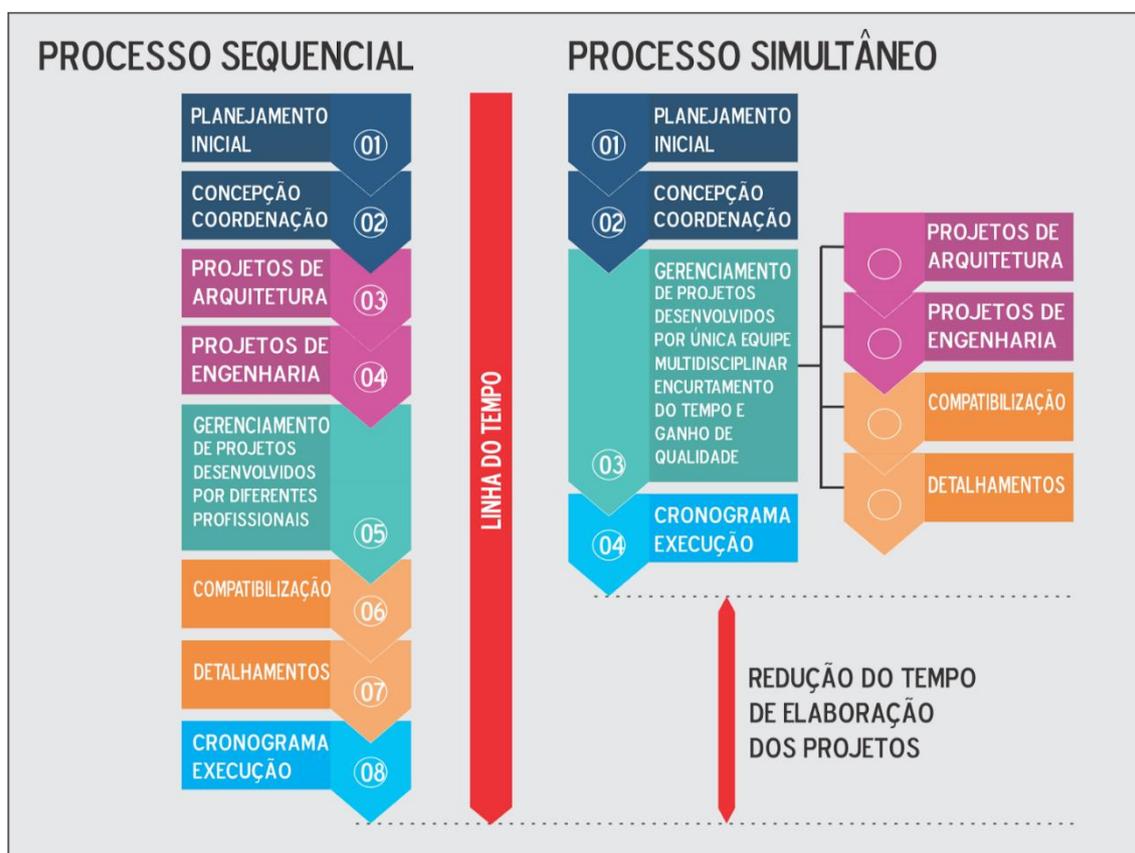
De acordo com Marcos (2013), é uma ferramenta básica que deve ser utilizada por todos os profissionais nos momentos de desenvolvimento e execução de um projeto. Como o próprio nome diz, é uma lista cujo o objetivo é não deixar nenhum item passar despercebido ou checado pelo responsável. Essas listas geralmente são baseadas em problemas passados, aumentando ainda mais a sua eficácia. Através dela é possível evitar erros do passado, e trazer coisas que deram certo para novos projetos.

2.5. Engenharia Simultânea

É um processo tradicional, possui uma sistemática sequencial e segmentada. Ela tem como premissa a interação de todos os profissionais envolvidos no processo, buscando um melhor resultado para o produto final (FABRÍCIO; MELHADO, 2008). O método possui duas diretrizes básicas, primeiramente, qualquer mudança ou alteração no projeto deve ser feita o mais cedo possível, já que alterações tardias acarretam gastos maiores. E a segunda diretriz, é a realização em paralelo das etapas, fazendo com que o desenvolvimento do projeto se torne mais ágil. Isso faz com que a Engenharia Simultânea, seja vista como uma evolução da engenharia tradicional e sequencial (PETRUCCI JUNIOR, 2003).

Um dos benefícios do conceito, é a praticidade no momento da compatibilização das pranchas, como demonstrado na figura 1, devido a integração de todos os agentes envolvidos (SOUSA, 2010). Além disso, uma maior dedicação ao desenvolvimento dos projetos simultâneos resulta em compatibilizações realizadas de forma mais simplificada (MIKALDO; SCHEER, 2008).

Figura 1 - Engenharia Simultânea



Fonte: Ioch Engenharia (2016)

2.6. Softwares

2.6.1. Conceito BIM

O BIM (Building Information Modeling) é um conceito que dispõe de ferramentas tecnológicas para organização e gerenciamento da informação, utilizado durante todo o ciclo de vida de uma edificação: projeto, construção e demolição. SCHEER (2012).

Essa ferramenta vem sendo apontada como possível soluções aos agentes envolvidos no processo de projeto, já que permitem uma identificação facilitada das incompatibilidades entre os projetos das diversas áreas, como demonstrado na Figura 2, além do próprio trabalho integrado (DE PAULA; UECHI; MELHADO, 2013).

Nóbrega Júnior (2012) afirma que, com a utilização das ferramentas BIM, as etapas do projeto ocorrem de forma simultânea. Desta forma, estas ferramentas facilitam o desenvolvimento dos projetos, mas exigem uma maior capacitação dos agentes envolvidos, além de diferentes métodos de gestão do processo de projeto.

Figura 2 - BIM

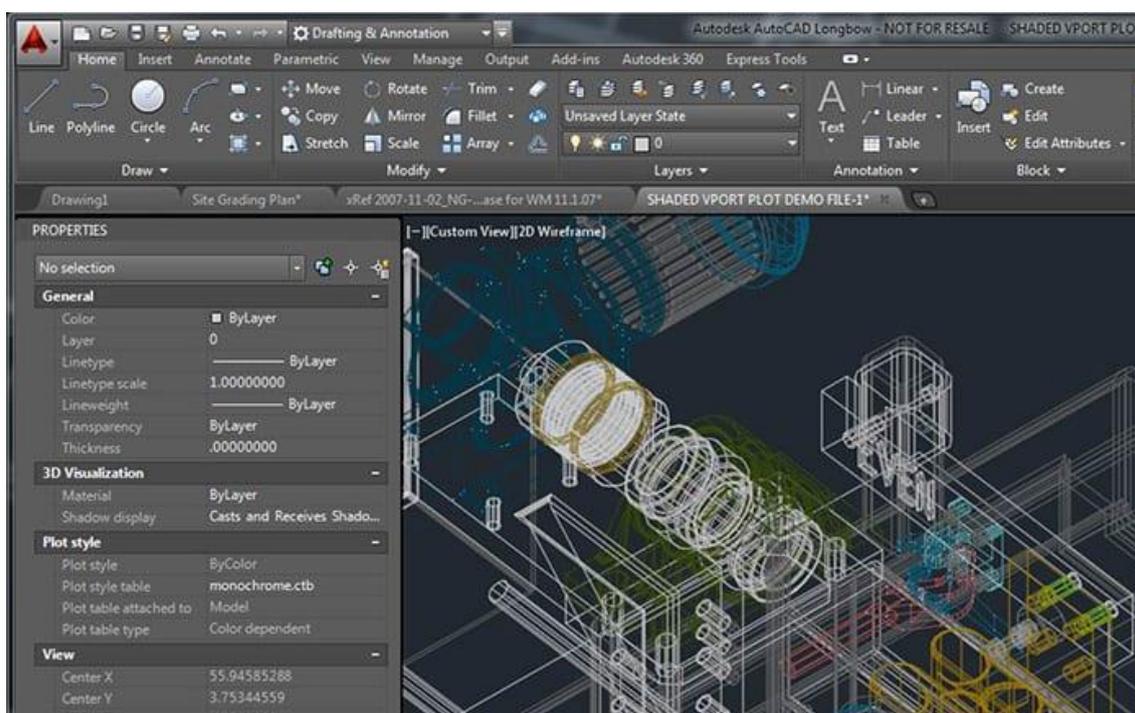


Fonte: CAU-BR (2018)

2.6.2. Autodesk Autocad

Segundo Scheer, et al (2007), o CAD (*Computer Aided Design*) foi uma das inovações tecnológicas mais importante para a AEC, pois tornou possível a visualização de projetos através de modelagem geométrica. Souza et al (2009), destaca o surgimento do sistema, que ocorreu na década de 1980, se deu a partir de códigos de programação de sistemas para a criação de projetos que foram inseridos em uma calculadora.

Figura 3 - AutoCad



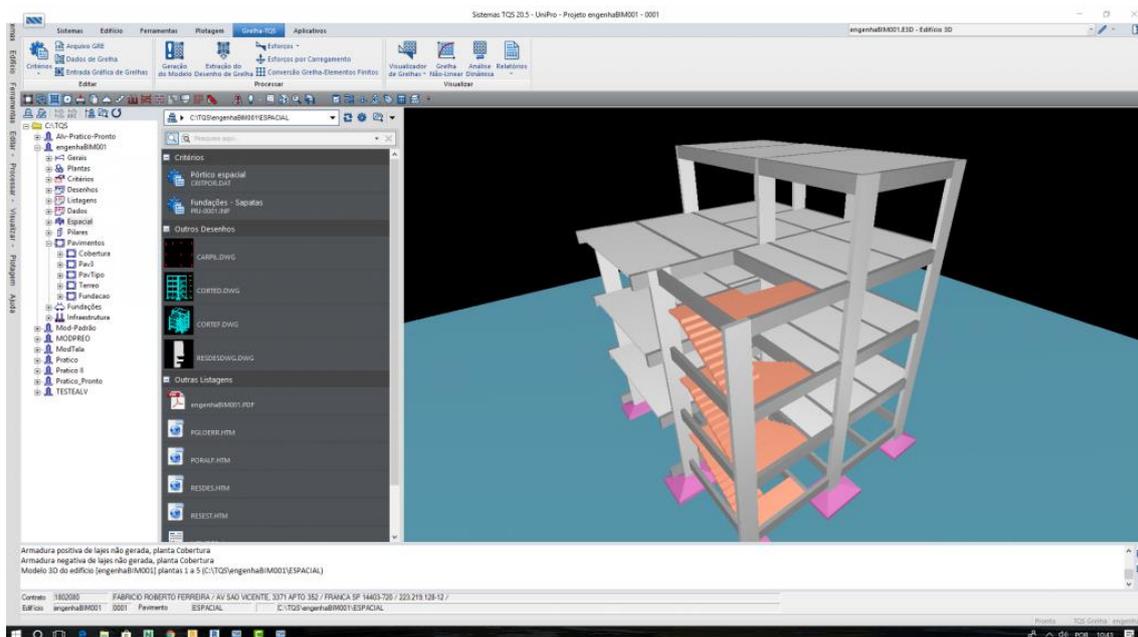
Fonte: Guilherme Santos (2014)

2.6.3. Altoqi Eberick

O *Eberick* (AltoQi, 2017), é um software desenvolvido pela empresa *AltoQi*, dedicado para modelagem de projeto estrutural em concreto armado moldado *in-loco* e concreto pré-moldado que possui em suas funções as etapas de lançamento, análise, dimensionamento e detalhamento final dos elementos (ALTOQI, s.d.).

A base de dados do *Eberick* está de acordo com a NBR 6118:2014. O *Eberick* possui capacidade de se comunicar com outros softwares, tornando possível a exportação com softwares BIM (*Building Information Modeling*), podendo também ser completa por diversos módulos, conforme a necessidade do projetista, na Figura 4 vê-se o layout do programa (ALTOQI, s.d.).

Figura 4 - Eberick



Fonte: Maria Caroline (2019)

2.6.4. Trimble Sketchup

SketchUp é usado para modelagem 3D no computador. Foi desenvolvido pela At Last Software, adquirida pela Google em 2006, e em 2012 pela Trimble Navigation.

Segundo Torcelline (2008), o *SketchUp* é um programa de desenho em 3D que possui capacidades avançadas de visualização tão elevadas quanto de outros programas de *Computer-Aided design* (CAD), mas com uma interface muito mais intuitiva e simples que facilita o esboço rápido dos projetos em 3D, como demonstrado na Figura 5. O programa permite que o usuário manipule e edite facilmente os projetos em 3D, assim como é nos programas de CAD, o usuário pode inserir cotas (Medir com precisão as distâncias e demonstrá-las).

Figura 5 - SketchUp

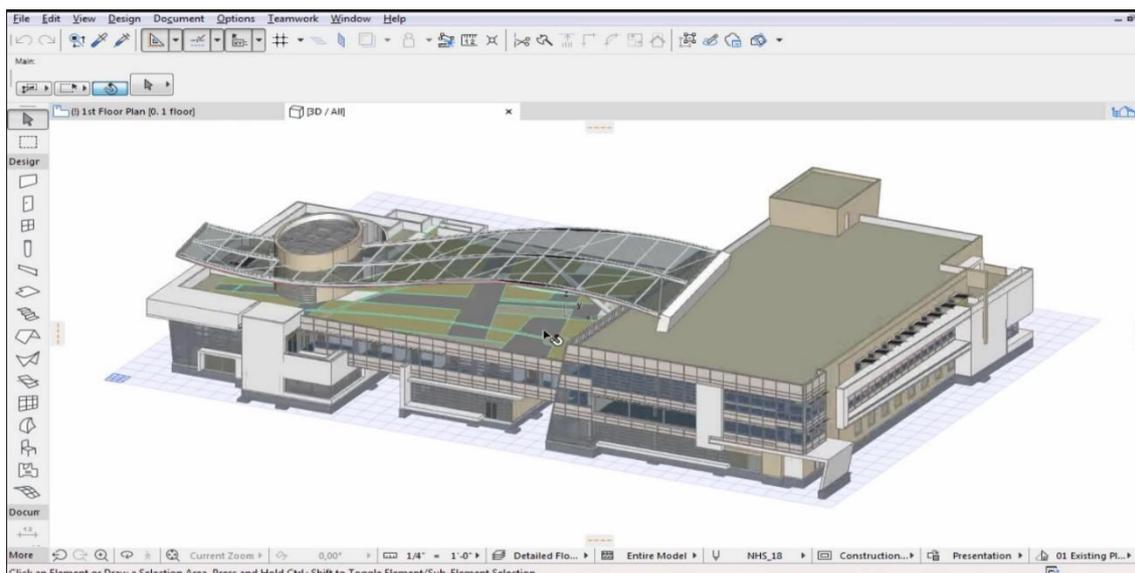


Fonte: Ecorgranito (2018)

2.6.5. Archicad

Desenvolvido pela Graphisoft Virtual Building Explorer (VBE), tem como função modelar as informações da edificação. O banco de dados centralizado está diretamente ligado as construções de cada projeto, como paredes, níveis, portas, janelas. Os projetos gerais, como corte, maquetes eletrônicas, cenas de realidade virtual, tabelas e listas de componentes são gerados automaticamente, na Figura 6, tem-se o ambiente de trabalho do software (GRAPHISOFT, s.d.).

Figura 6 - Archicad



Fonte: Ricardo Zepeta (2019)

2.7. Gastos com correções

Segundo Mansur (2005), no artigo para o jornal O Tempo, em 83,6% das obras realizadas na Região Sudeste, os engenheiros e arquitetos são ignorados.

Segundo o Conselho Nacional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais (CREA-MG, 2015) foram 8246 infrações registradas no período de janeiro a setembro do ano de 2014. O vice-presidente do CAU-MG, cita que a contratação de um profissional adequado, pode trazer economia de cerca de 20% ao valor final da obra, levando em conta o retrabalho e ociosidade ao longo da obra. Enquanto a contratação do mesmo traria um custo em torno de 5% a 8% do valor total.

3. METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de caso, referente a uma residência situada no bairro São Dimas em Conselheiro Lafaiete, que possui apenas 2 pavimentos, na qual foram desenvolvidos apenas os projetos necessários para a aprovação na prefeitura.

O projeto arquitetônico, não foi executado como o projetado inicialmente, isso fez com que diversos conflitos ocorressem com os projetos complementares, como estrutural e elétrico.

O primeiro passo foi a criação do projeto arquitetônico já existente no *software* da Autodesk®, o AutoCad. Após isso, o desenvolvimento do projeto com a área realmente foi construído e os complementares, que não foram desenvolvidos inicialmente, para a análise dos conflitos.

Para fazer o cálculo do custo da obra e dos reparos, foram empregues os dados do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), que foi implementado em 1969 pelo Banco Nacional de Habitação o BNH, em parceria com o IBGE. Também foi utilizada a planilha de preços SETOP, que é usada como referencial de preços para obras no Estado de Minas Gerais, é composta por mais de 3 mil itens.

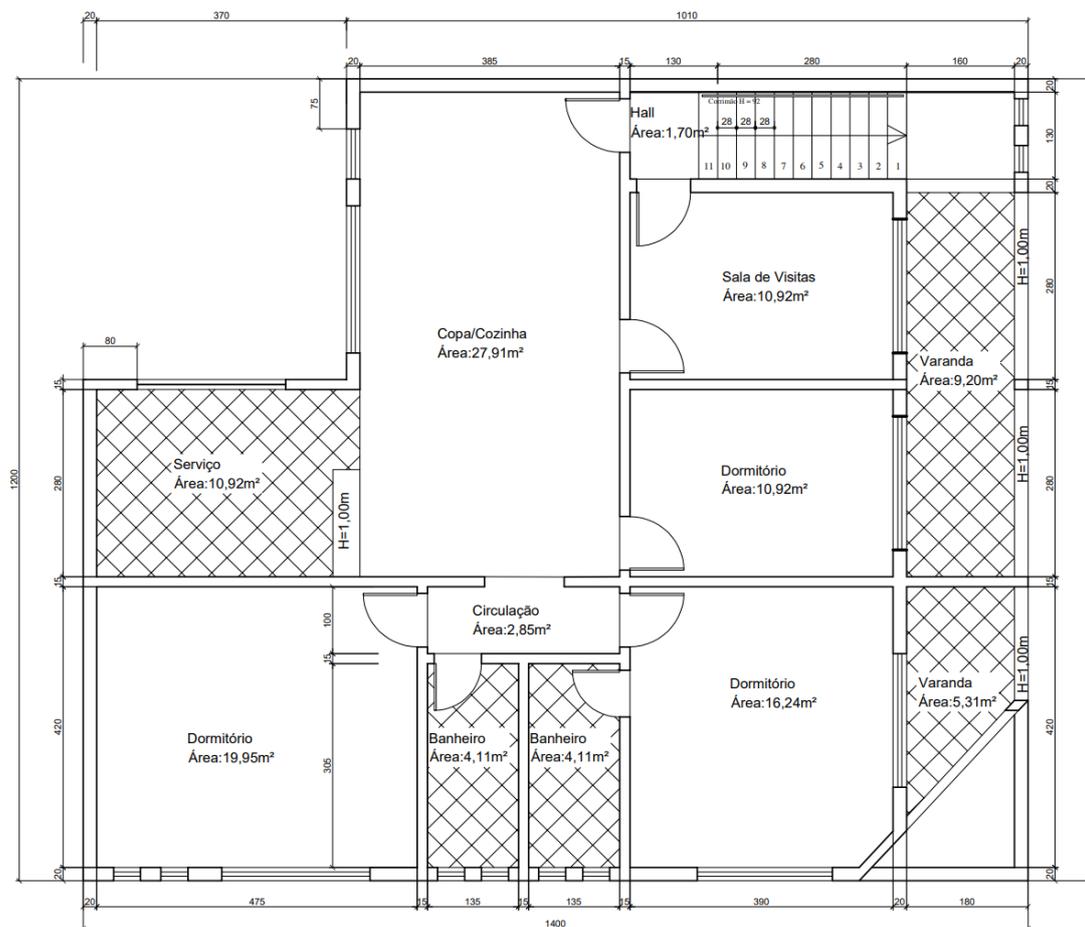
Os gráficos comparativos entre os custos, foram desenvolvidos através do software Excel (EXCEL, 2016).

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1. Compatibilização Projeto Arquitetônico

O desenho da planta baixa, pensada inicialmente para o primeiro pavimento, o qual foi utilizado para aprovação do projeto na prefeitura, está representado na Figura 7.

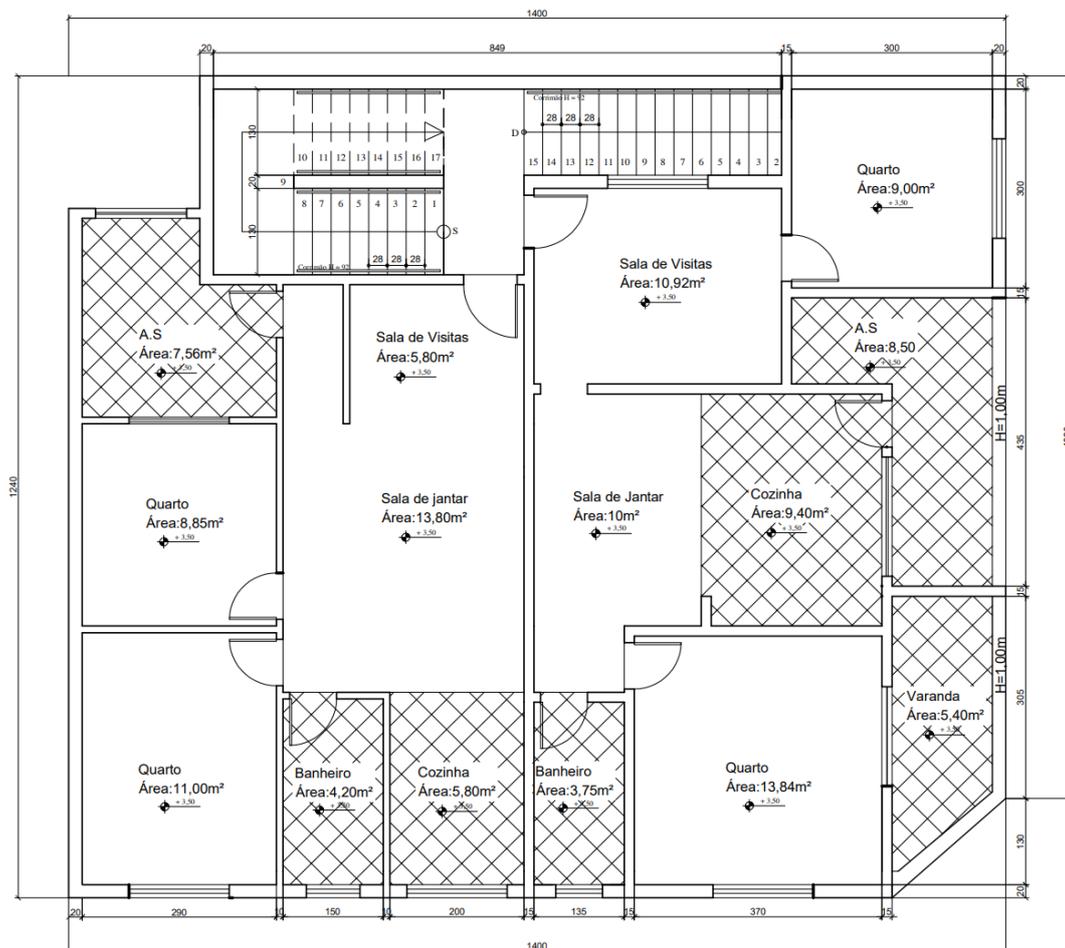
Figura 7 - Projeto Inicial (1º Andar)



Fonte: Elaborado pelo Autor

No momento da execução, o cliente optou pela mudança, dividindo o pavimento em duas moradias, fazendo com que todo o projeto fosse modificado, atendendo às solicitações do contratante, deixando a construção como demonstrado na Figura 8.

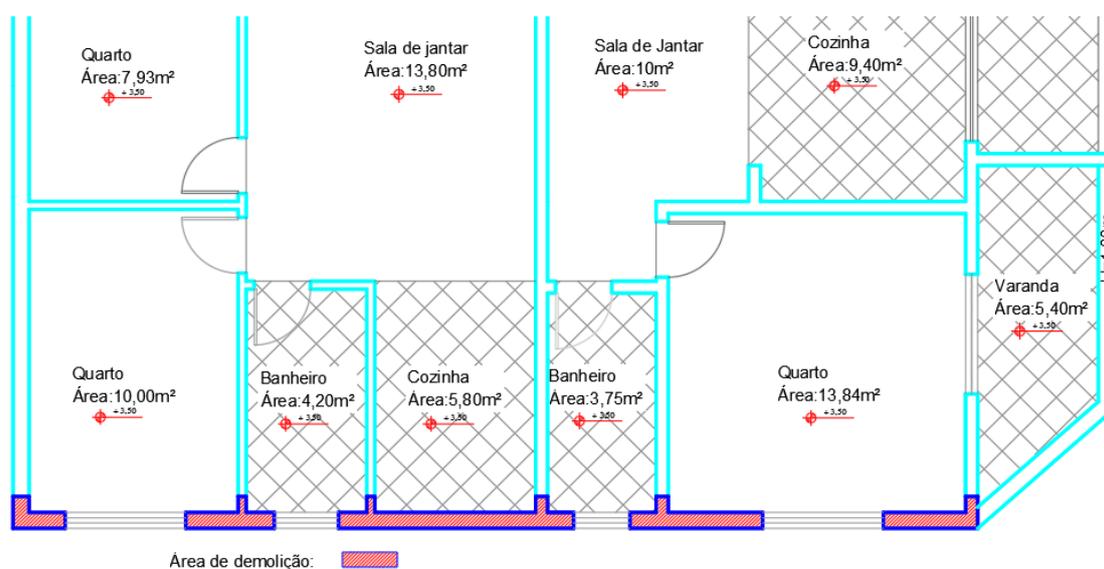
Figura 8 - Planta Baixa Segundo pavimento



Fonte: Elaborado pelo Autor

Somente nessa mudança de projeto, já pode-se observar a diferença de tamanho da construção; ela está 40cm maior do que o projetado inicialmente para a aprovação, isso fez com que a construção da parede fosse feita em cima do beiral da laje. Numa vistoria da prefeitura, isso não foi aceito, sendo então solicitado a demolição da parede inadequada, como destacado na Figura 9.

Figura 9 - Área de correção



Fonte: Elaborado pelo Autor

Segundo a planilha de preços SETOP, o valor aproximado gasto com a demolição da parede destacada acima é de R\$707,28, e sua reconstrução custará R\$3010,00, totalizando R\$3718,00, como demonstrado nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Demolição de Alvenaria

1.1	Demolições De Alvenaria		m ³	CUSTO	TOTAL
1.1.1	ED-48436	Demolição De Alvenaria De Tijolo Cerâmico	7,00	101,04	707,28

Fonte: Elaborado pelo Autor

Tabela 2 - Construção de Alvenaria

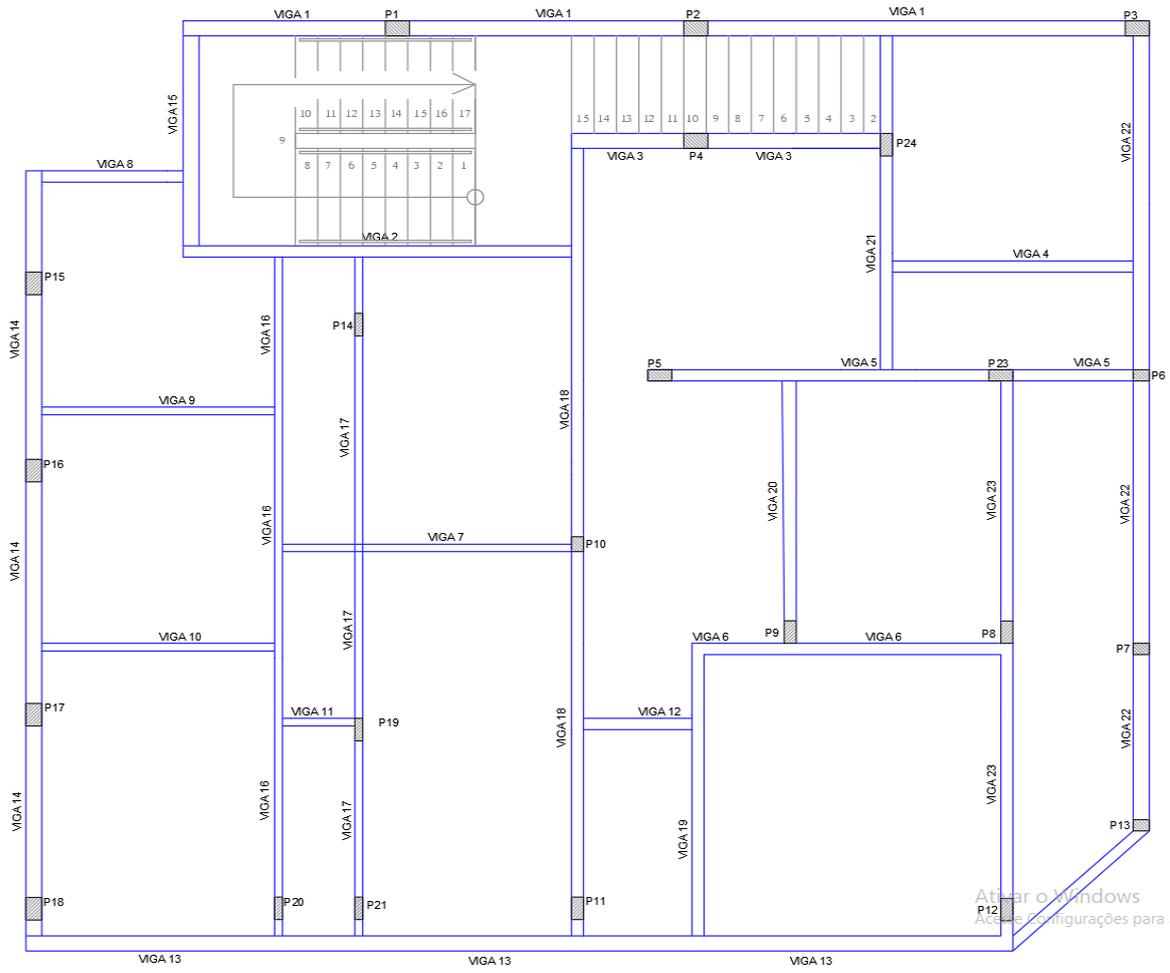
2	Alvenaria		m ²	CUSTO	TOTAL
2.1.1	ED-48224	Alvenaria de Tijolo Furado	36,00	83,59	3009,24

Fonte: Elaborado pelo Autor

4.2. Compatibilização Arquitetônico e Estrutural

Na execução do projeto estrutural, pôde-se observar várias incompatibilidades, na Figura 10, projeto estrutural, e na Tabela 4, os erros correspondentes.

Figura 10 – Projeto Estrutural



Fonte: Elaborado pelo Autor

Tabela 3 – Incompatibilidades no Projeto Estrutural

Local	Incompatibilidade	Solução
Pilar P4	Pilar em um local da janela, deixando a descentralizada	Descentralizar a janela.
Pilar P21	Pilar dentro do banheiro	Moldura no banheiro barra encobrir o pilar
Viga 17	Viga passando no meio do banheiro	Rebaixamento do forro com gesso
Viga 7 e Viga 17	Vigas passando pelo meio da sala	Rebaixamento do forro com gesso

Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 11 – Pilar P4



Fonte: Elaborado pelo Autor

Para disfarçar a janela descentralizada, uma das opções analisadas é a utilização de uma cortina cobrindo toda a parede, fazendo com que a janela fique escondida durante grande parte do tempo, melhorando a estética do ambiente.

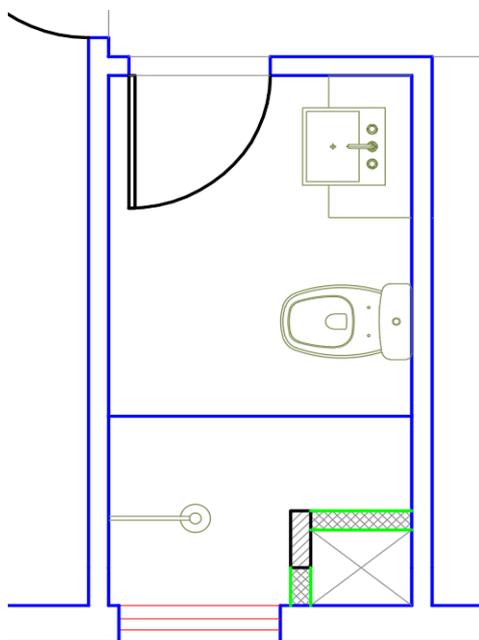
Figura 12 – Pilar 21



Fonte: Elaborado pelo Autor

A solução estudada para a resolução desse conflito, é a fazer um canto no banheiro, deixando o pilar dentro da área do box, como ilustrado na Figura 13.

Figura 13 – Solução Pilar P21



Fonte: Elaborado pelo Autor

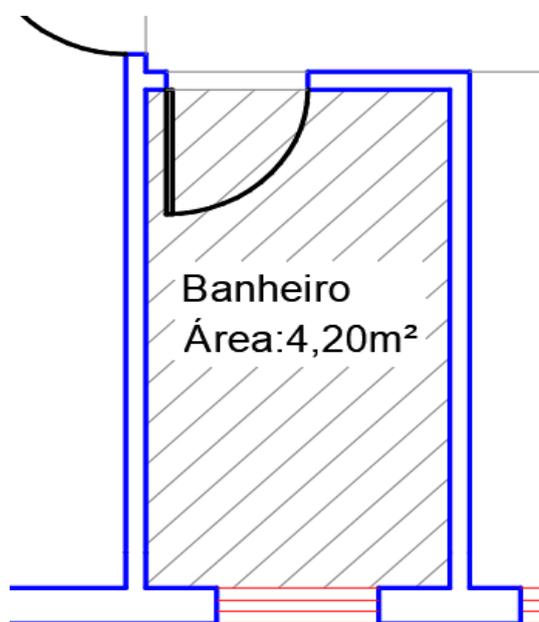
Figura 14 – Viga 17



Fonte: Elaborado pelo Autor

Para a solução da viga 17 no banheiro, o cliente optou pela utilização do forro de PVC, por receio da utilização de gesso em áreas molhadas, tendo a área de 4,20m², como ilustrado na Figura 15.

Figura 15 – Solução Viga 17



Fonte: Elaborado pelo Autor

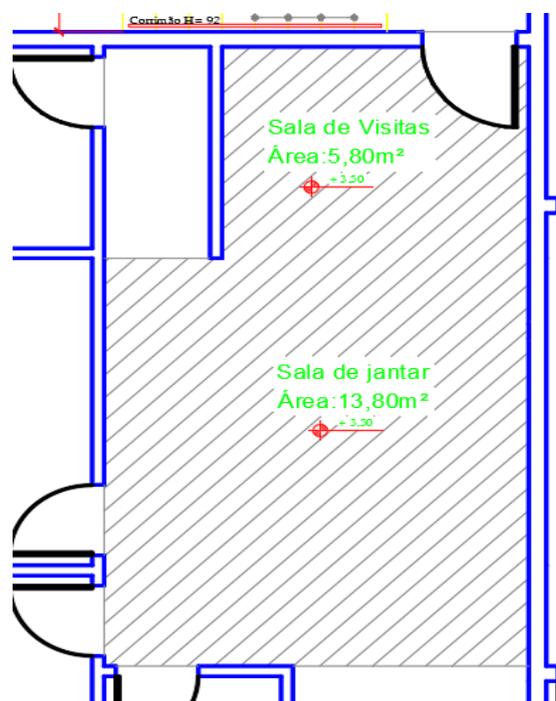
Figura 16 – Viga 7 e 17



Fonte: Elaborado pelo Autor

No caso da viga 7 e 17, o cliente optou pelo rebaixamento de gesso na sala de estar e na sala de jantar, cobrindo a área de 19,60m², como ilustrado na Figura 17.

Figura 17 – Solução Viga 7 e 17



Fonte: Elaborado pelo Autor

Tabela 4 – Custos Estrutural x Arquitetônico

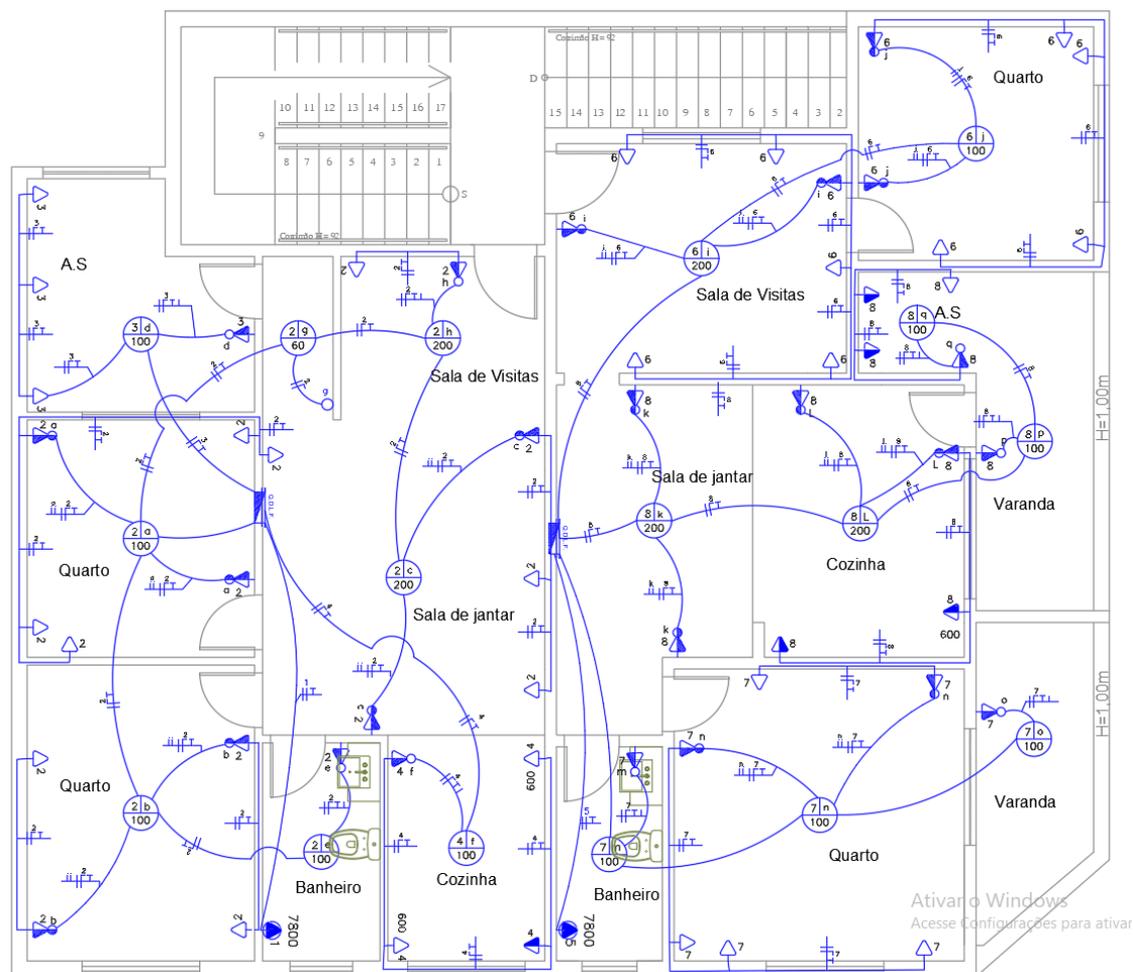
1	Forro de Gesso		m ²	Custo	Total
1.1	ED-49686	Forro de gesso em placas Acartonadas - FGE	19,60	39,90	782,04
2	Forro de PVC		m ²	Custo	Total
2.1	ED-49695	Forro em PVC branco de L = 20 cm	4,20	41,00	172,20
3	Alvenaria		m ²	Custo	Total
3.1	ED-48224	Alvenaria de Tijolo Furado	2,10	36,00	75,60
				Total	1029,84

Fonte: Elaborado pelo Autor

4.3. Compatibilização Elétrico com Estrutural

O desenvolvimento do projeto elétrico, foi feito apenas após a concretagem da laje, para analisar a melhor distribuição dos dispositivos elétricos e interruptores desejados pelo cliente, como demonstrado na Figura 18.

Figura 18 – Projeto Elétrico



Fonte: Elaborado pelo Autor

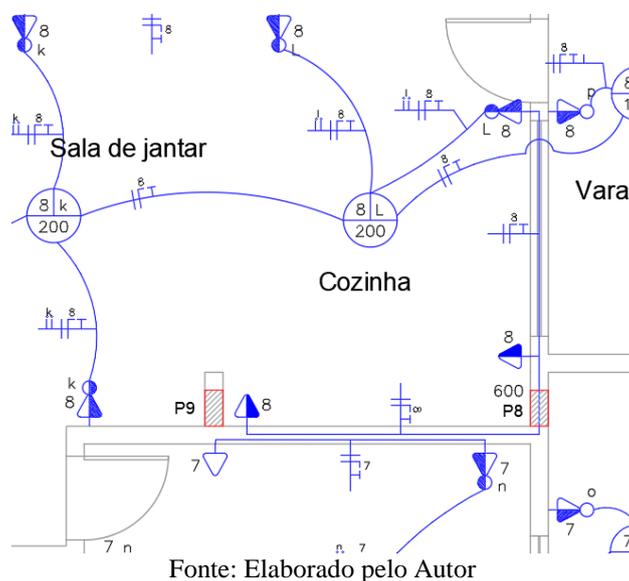
Tabela 5 – Incompatibilidades no Projeto Elétrico

Local	Incompatibilidade	Solução
Cozinha	Pilar P8 impede a passagem de eletrodutos para o ponto da tomada	Corte no pilar P8 para passagem

Fonte: Elaborado pelo Autor

Na Figura 19, estão destacados os pilares que impedem a passagem das mangueiras para a parede onde se deseja colocar dois pontos de tomada.

Figura 19 – Detalhe Projeto Elétrico



A solução encontrada para a ligação das tomadas do circuito 8, foi o corte do pilar P8 para a passagem do eletroduto corrugado de 25mm em direção à parede desejada. Na Tabela 6, os custos gerados pelo imprevisto segundo a SETOP.

Tabela 6 – Custos Elétrico x Estrutural

1	Rasgo e Enchimento em parede		m	Custo	Total
1.1	ED-50707	Rasgo para passagem de tubulação, DN 15mm a 25mm	5,10	8,20	41,82
1.2	ED-50704	Preenchimento de rasgo com argamassa, DN 15mm a 25mm	5,10	4,63	23,61
				Total	65,43

Fonte: Elaborado pelo Autor

4.4. Compatibilização Hidrossanitário com Arquitetônico

A falta de tubulações no banheiro, foi ocasionada devido a mudanças realizadas pelo cliente no momento da execução da obra, fazendo com que o banheiro fosse construído em outra posição. Como visto na Figura 19, a tubulação está na parte de fora do banheiro.

Tabela 7 – Incompatibilidades no Projeto Hidrossanitário

Local	Incompatibilidade	Solução
Banheiro	Falta de Tubulações sequentes no nível inferior	Corte na laje para sequência da tubulações

Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 20 – Falta de Tubulação



Fonte: Elaborado pelo Autor

A solução encontrada, é o corte da laje para passagem das tubulações, para o andar de baixo e a anulação das tubulações que estão em locais indesejados. Na Tabela 8, os custos dos reparos segundo a tabela SETOP.

Tabela 8 – Custos Estrutural x Arquitetônico

1	Rasgo e Enchimento em parede	m	Custo	Total
1.1	ED-50707 Rasgo para passagem de tubulação, DN 15mm a 25mdim	3	8,20	24,60
1.2	ED-50704 Preenchimento de rasgo com argamassa, DN 15mm a 25mm	3	4,63	13,89

1.3	ED-50708	Rasgo para passagem de tubulação, DN 32mm a 50mm	5	8,20	41,00
1.4	ED-50705	Preenchimento de rasgo com argamassa, DN 15mm a 25mm	5	5,99	29,95
				Total	109,44

Fonte: Elaborado pelo Autor

Pelas mudanças de posição dos ambientes, as instalações deixadas anteriormente para a sequência da construção, ficaram em áreas que não serão utilizadas, como o tubo demonstrado na Figura 21.

Figura 21 – Tubulação na posição errada



Fonte: Elaborado pelo Autor

4.5. Falta de acompanhamento na obra

Além das incompatibilidades já demonstradas nos itens anteriores, outro fator que fez com que um valor significativo fosse despendido para correções, foi a falta de acompanhamento da obra por um profissional, gerando erros que poderiam ser facilmente evitados.

4.5.1. Escadas

As escadas são um grande exemplo, apesar do espaço permitir a construção da mesma segundo as normas previstas, o responsável pela execução, por falta de conhecimento das mesmas, utilizou de degraus fora do padrão, sendo eles curtos, com piso por volta de 20cm a 25cm, sendo o recomendado de 28cm a 32cm, e altos, tendo espelhos entre 18cm e 20cm, sendo que um degrau confortável deve estar entre 16cm e 18cm.

Figura 22 - Escadas



Fonte: Elaborado pelo Autor

Para a adequação dessas escadas à norma NBR9050, o cliente está analisando a demolição e reconstrução da estrutura, trazendo a ele um gasto inesperado e indesejado, isso faz com que a obra se torne ineficiente; além do valor gasto com os materiais e mão de obra, se perde tempo, que também deve ser um fator analisado, levando em conta que poderia ser gasto em outras etapas construtivas. O custo dessa reforma segundo a planilha SETOP, é de R\$4011,47, como detalhado na Tabela 9.

Tabela 9 - Escadas

1.1	Demolições de Concreto Armado		m ³	Custo	Total
1.1.1	ED-48445	Demolição de concreto armado com equipamento	2,428	137,61	334,12
2	Escadas em concreto		m ³	Custo	Total
2.1	ED-50846	Escada em concreto 20Mpa, Escoramento e desforma	2,43	1510,44	3677,35
				Total	4011,47

Fonte: Elaborado pelo Autor

4.5.2. Falta de janela

Também foi observado a falta de uma abertura para janela na cozinha, gerando a necessidade de demolição de alvenaria, trazendo mais custos como mostrado na Tabela 10.

Tabela 10 - Demolição de Alvenaria

1.1	Demolições De Alvenaria		m ³	CUSTO	TOTAL
1.1.1	ED-48436	Demolição De Alvenaria De Tijolo Cerâmico	0,33	101,04	33,35

Fonte: Elaborado pelo Autor

5. CONCLUSÃO

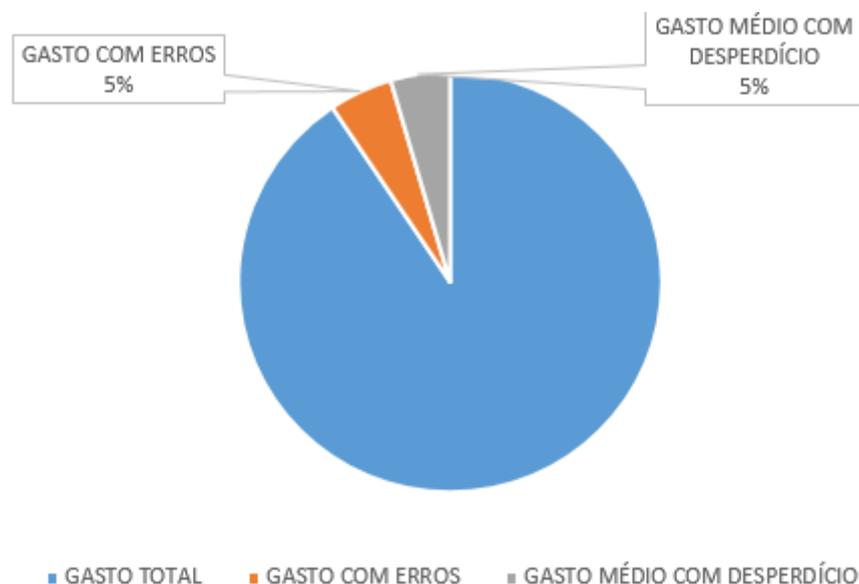
Segundo o SINAPI, o metro quadrado em Minas Gerais no mês de agosto de 2020 está em aproximadamente R\$1.136,92, sendo R\$608,91 referente ao material utilizado e R\$528,01 referente a mão de obra empregada.

Tomando como base as plantas já colocadas acima, o custo de construção do segundo pavimento, que possui 147m² construídos, é de R\$167.127,00.

Os custos com demolições, construção de novas estruturas, e adaptações, foram de aproximadamente R\$8.966,05 apenas no segundo pavimento, então, para a comparação dos custos, será usado apenas os valores referentes ao segundo pavimento.

No Gráfico 1, vê-se o comparativo dos gastos. Em laranja (4%), estão representados os custos detalhados neste estudo; em cinza (5%), como os gastos ocorridos por desperdício de materiais variam entre 8% e 3%, o valor médio foi adotado para comparação.

Gráfico 1 – Comparação de custos

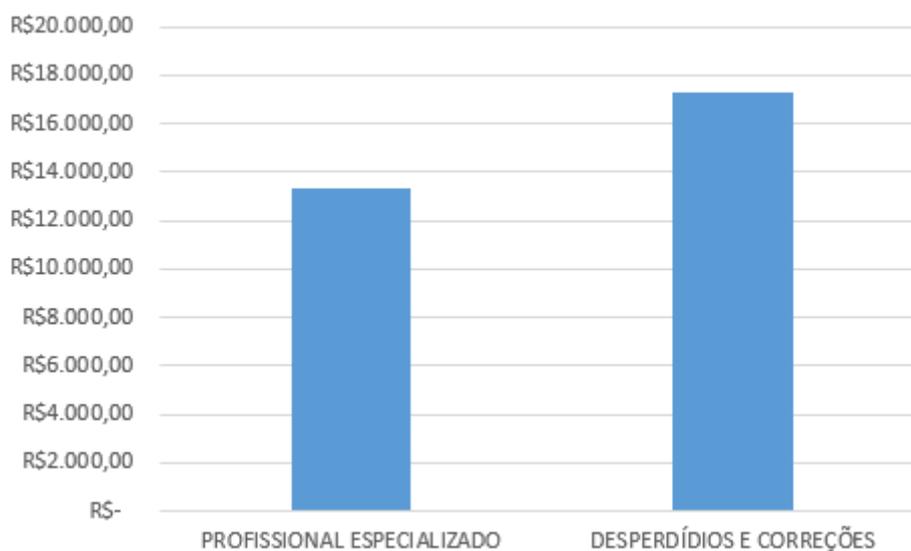


Fonte: Elaborado pelo Autor

Pode-se perceber que um projeto mal construído, e a falta de acompanhamento de um técnico responsável no momento do desenvolvimento da obra, pode trazer vários custos adicionais ao cliente. No caso analisado, trouxe ao contratante um custo, devido a ineficiência, de cerca de 10% de capital utilizado no empreendimento.

Segundo Júlio de Marco (2015), o custo para a contratação de um profissional para o desenvolvimento do projeto e acompanhamento é em torno de 5% a 8% do valor total da obra, pode-se notar que a contratação do mesmo, traria ao cliente tanto uma economia financeira como de tempo investido nas correções. No Gráfico 2, demonstra a balança entre os dois custos.

Gráfico 2 – Profissional adequado x correções de erros



Fonte: Elaborado pelo Autor

6. REFERÊNCIAS

ALTOQI, s.d. **Eberick 2021** Disponível em: <<http://hotsite.altoqi.com.br/eberick-2021/>> Acesso em: 10 de outubro, 2020.

DA SILVEIRA, Jacson Carlos et al. **Problemas encontrados em obras devido às falhas no processo de projeto: visão do engenheiro de obra.** In: II Workshop Nacional de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edificações. 2002.

FABRICIO, M. M. **Projeto Simultâneo na construção de edifícios.** São Paulo, Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2002.

GRAPHISOFT, s.d. **What is ARCHICAD?** Disponível em: <<https://graphisoft.com/solutions/products/archicad>> Acesso em: 10 de outubro, 2020.

GRAZIANO, F. P. **Compatibilização de Projetos.** 2003. Dissertação (Mestrado Profissionalizante), Instituto de Pesquisa Tecnológica – IPT, São Paulo.

JÚNIOR, C. **A importância das fôrmas para a qualidade da obra.** TOR Engenharia, 2000. Disponível em: <<http://download.tqs.com.br:8080/download/JornalTQS06.pdf>>. Acesso em outubro de 2020.

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

MANSUR, Rafaela. **Oito em cada dez não contratam engenheiro para obra ou reforma.** *O tempo.* Belo Horizonte, p. A1, 27 out. 2015. Disponível em: <<https://www.otempo.com.br/cidades/oito-em-cada-dez-nao-contratam-engenheiro-para-obra-ou-reforma-1.1150673>>. Acesso em: 10 out. 2020.

MARCO, Júlio de. **Oito em cada dez não contratam engenheiro para obra ou reforma.** [Entrevista concedida] Rafaela Mansur. *O Tempo*, Belo Horizonte, p. A1, 27 out. 2015. Disponível em: <<https://www.otempo.com.br/cidades/oito-em-cada-dez-nao-contratam-engenheiro-para-obra-ou-reforma-1.1150673>>. Acesso em: 10 out. 2020.

MELHADO, S. M. **Qualidade de projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** 1994. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MICROSOFT, s.d. **Excel 2016** Disponível em: < <https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/excel>> Acesso em: 15 de outubro, 2020.

MIKALDO JR, Jorge. **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2d e 3d com uso de TI.** 2006. 150f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil), UFPR - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

MIKALDO JR, Jorge, SCHEER, Sergio. **Compatibilização de Projetos ou Engenharia Simultânea: Qual é a melhor solução?** Vol. 3, nº 1, Maio 2008. UFPR – Universidade Federal do Paraná, Curitiba

NORMA ABNT NBR 9050:2004. **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.**

PREÇO SETOP. **Região central s/ desoneração, mês de referência – julho 2020.**

SCHEER et al, **Novas concepções do processo de projeto para gerenciamento em ambientes colaborativos.** In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção /Encontro Latino Americano de Gestão e Economia da Construção, 4./1., 2005, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2007.

SOIBELMAN, L.; CALDAS, C. H. S..**O uso de extranets no gerenciamento de projetos : o exemplo norte americano.** Brasil - Salvador, BA. 2000. v.1 p.588-595. In: ENTAC, 8º, Salvador, 2000. Artigo técnico.

TORCELLINI; ELLIS; CRAWLEY. **Energy Design Plugin: Na Energy Plugin for SketchUp.** 30 July- 1 August, 2008. Presented at IBPSA-USA SimBuild 2008 Conference Berkeley, California.