



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

JÚLIO CÉSAR DANTAS

**A METODOLOGIA BIM PARA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS: ESTUDO
DE CASO EM OBRA DE PEQUENO PORTE**

ANGICOS

2022

JÚLIO CÉSAR DANTAS

**A METODOLOGIA BIM PARA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS: ESTUDO
DE CASO EM OBRA DE PEQUENO PORTE**

Trabalho Final de Graduação apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Luis Henrique Gonçalves Costa,
Prof. Me.

ANGICOS

2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

D192m DANTAS, JÚLIO CÉSAR.
A METODOLOGIA BIM PARA COMPATIBILIZAÇÃO DE
PROJETOS: ESTUDO DE CASO EM OBRA DE PEQUENO PORTE
/ JÚLIO CÉSAR DANTAS. - 2022.
32 f. : il.

Orientador: LUIS HENRIQUE GONÇALVES COSTA.
Coorientadora: MARCILENE VIEIRA DA NÓBREGA.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de , 2022.

1. COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS. 2. SOFTWARE
BIM. 3. GESTÃO DE PROJETOS. I. GONÇALVES COSTA,
LUIS HENRIQUE, orient. II. DA NÓBREGA, MARCILENE
VIEIRA , co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Angicos
Bibliotecário: Helder Romero Maia Duarte
CRB: 15/673

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

JÚLIO CÉSAR DANTAS

**A METODOLOGIA BIM PARA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS: ESTUDO
DE CASO EM OBRA DE PEQUENO PORTE**

Trabalho Final de Graduação apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: 18 / 06 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Luis Henrique Gonçalves Costa (UFERSA)
Presidente

Prof. Dra. Marcilene Vieira da Nóbrega (UFERSA)
Membro Examinador

Eng. Civil Carlos Alberto da Silva Dantas
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço a deus pois só ele sabe de todas as batalhas vencidas nesta guerra e o quão é importante esta data de hoje.

segundo a minha mãe que me deu todo auxílio possível para que eu pudesse seguir na minha caminhada.

Agradeço aos meus Amigos e vizinhos do condomínio onde todos foram como uma família para mim, deixando fortes laços de amizade que ficaram para sempre.

Ao meu orientador e todos os demais professores que fazem desta universidade um grande campus e que são responsáveis pelo nível alto de qualidade dos alunos formandos.

O brasileiro só aceita título se for de campeão.
E eu sou brasileiro.

(Ayrton Senna)

RESUMO

A compatibilização de projetos de uma obra consiste na junção dos projetos de arquitetura e engenharia com o intuito de prever e evitar conflitos durante a execução, a necessidade de melhorar as etapas construtiva mostra que a compatibilização de projetos é sim uma maneira eficaz para identificar as interferências entre os projetos para que o resultado final possa sair como planejado, o trabalho realizado nesta pesquisa mostra que a compatibilização de projetos é capaz de evitar problemas ainda na sua fase de planejamento mostrando que a utilização da plataforma BIM (*Building information modeling*) introduzidas nos softwares que atuam na construção civil consegue identificar as interferências existente entre os diferentes projetos através da ferramenta *clash detection* que mostra detalhadamente todos os conflitos, permitindo fazer os ajustes antes do início da obra. A pesquisa realizada teve como fonte de conhecimento pesquisa bibliográficas buscando se aprofundar ainda mais nos conhecimentos na área de compatibilização dos projetos para que se possa conseguir todos os objetivos proposto. Através da ferramenta *clash detection* foram identificados conflitos entre os projetos de arquitetura e estrutura mostrando que é uma ferramenta eficaz na identificação de conflitos e que toda compatibilização de projetos seja ela feita de forma manual ou com auxilio de softwares é importante desde que consiga atingir os seus objetivos que é identificar as interferências ainda na fase de planejamento.

Palavras-chave: Compatibilização De Projetos. Software BIM. Gestão De Projetos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Planta Baixa Pavimento Térreo.....	18
Figura 2	–	Planta Baixa Pavimento Superior.....	18
Figura 3	–	Fluxograma das etapas de compatibilização.....	19
Figura 4	–	Fachada principal arquitetura x estrutura.....	20
Figura 5	–	Integração entre os projetos.....	21
Figura 6	–	Software naviworks conflito detectado.....	22
Figura 7	–	Conflitos detectados na ferramenta clash detection.....	24
Figura 8	–	Fachada principal confronto de pilares e vigas sobrepondo a estrutura.....	25
Figura 9	–	Fachada posterior divergência na estrutura sobrepondo a arquitetura.....	25
Figura 10	–	Fachada posterior arquitetura e estrutura inicial.....	27
Figura 11	–	Fachada principal ajustada.....	27
Figura 12	–	Arquitetura e estrutura ajustada.....	28
Figura 13	–	Fachada posterior ajustada.....	29
Figura 14	–	Fachada posterior arquitetura e estrutura ajustada.....	30
Figura 15	–	Fachada principal parcialmente executada.....	30
Figura 16	–	Fachada Posterior parcialmente executada.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Bim	Building Information Modeling
Dr	Doutor
Esp	Especialista
DX	Developer Experience
FGV	Fundação Getulio Vargas
IFC	Industry Foundation Classes
Me	Mestre
KPIs	Key Performance Indicators
PG&C	Perspectivas em Gestão & Conhecimento
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
IPT	Instituto de Pesquisa Tecnológica
IDC	International Data Corporation

LISTA DE SÍMBOLOS

@	Arroba
©	Copyright
®	Marca registrada
%	Porcentagem
\$	Cifrão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivos gerais	14
2.2	Objetivos específicos	14
3	REFERENCIAL TEORICO.....	15
3.1	Considerações gerais.....	15
3.2	Panorama e Gestão de Conhecimentos.....	16
3.2.1	Cenário Global.....	16
3.2.2	Cenário Brasileiro.....	16
3.3	Dimensões do BIM.....	17
4	METODOLOGIA DA PESQUISA.....	18
4.1	Tipo da pesquisa.....	17
4.2	Caracterização do projeto a ser utilizado.....	17
4.3	Processo de compatibilização de projetos.....	18
5	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	20
5.1	Organização dos modelos arquitetônico e estrutural para compatibilização.....	20
5.2	Análise de incompatibilidade dos projetos.....	21
5.3	Reuniões de avaliação.....	22
5.4	Revisão do projeto no modelo.....	22
5.5	Resultados.....	23
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
7	REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil se manteve firme mesmo com a pandemia do covid-19 as taxas de crédito baixa nos bancos impulsionam cada vez mais este setor, porém o ano de 2022 não está sendo promissor o mercado prever um aumento de apenas 2% observando o aumento das taxas de juros para financiamentos e a queda do poder de compra da população de modo geral, desta forma o mercado tem aumentando ainda mais a procura por profissionais da construção civil que atua na área de compatibilização de projetos em busca de uma construção enxuta que possa sair como planejado, observando que uma construção sem compatibilização de projetos podem existir diversos erros pois são realizados por diferentes profissionais causando conflitos entre os projetos onde pode acarretar em retrabalhos ou improvisações na hora da execução que possa resultar em prejuízo financeiro.

A compatibilização de projetos entre as empresas de arquitetura e engenharia buscam atender as necessidades dos clientes e eliminar problemas que possam provocar retrabalhos ou improvisações na hora da execução da obra. Com o passar dos anos os softwares 2D foram sendo substituído por novos softwares 3D utilizando a metodologia BIM (*Building information modeling*) permitindo e facilitando o processo de compatibilização.

Com o auxílio de softwares como (Sketchup®, Revit®, TQS®, Naviworks®), entre outros, é possível analisar as interferências que existam entre os projetos fazendo uma junção da arquitetura com projetos complementares possibilitando a otimização dos mesmos. Esses softwares possuem sistemas BIM, contendo a metodologia que nos proporciona resultados que permitem avanço e um maior controle da construção.

O conceito do projeto influencia os custos das edificações, de forma que é importante investir tempo em seu desenvolvimento. A falta de compatibilidade entre os projetos é um dos fatores que gera a maior parte dos desperdícios de uma obra. A solução de conflitos ainda na fase de elaboração do projeto evita problemas no canteiro de obras e reduz de 5% a 8% os custos da construção (Chippari, 2014).

Para manter um padrão de qualidade na construção civil é necessário que as partes interessadas na construção estejam engajadas na busca do mesmo objetivo, que trata da qualidade e segurança na hora da execução. Fato que apresenta um pouco mais de dificuldades em obras de pequeno porte. Ante o exposto, surge a pergunta: **A utilização de softwares com metodologia BIM, para obras de pequeno porte, nos permite identificar de forma automática e inteligente conflitos entre os projetos compartilhados em uma mesma plataforma?**

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Estudar a compatibilização dos projetos arquitetônico e estrutural de uma obra de pequeno porte utilizando a metodologia BIM.

2.2 Objetivos específicos

- Verificar a aplicação da ferramenta *clash detection* na compatibilização dos projetos;
- Analisar as possíveis interferências entre os projetos arquitetônico e estrutural a partir do software *Naviworks*;
- Apresentar as vantagens com a aplicação da metodologia BIM na compatibilização dos projetos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Considerações gerais

A utilização da metodologia BIM vem tendo destaque no mercado da construção civil, através de sua automatização e desenvolvimento capaz de trabalhar com modelos tridimensionais. Atualmente é o que há de mais moderno e prático quando se trata de compatibilização de projetos.

A BIM (Modelagem de Informação da Construção) é o processo holístico de criação e gerenciamento de informações para um recurso construído. Com base em um modelo inteligente e habilitada por uma plataforma na nuvem, a BIM integra dados estruturados e multidisciplinares para produzir uma representação digital de um recurso em todo seu ciclo de vida, desde o planejamento e o projeto até a construção e as operações (AUTODESK, 2020, p. 89)

Os países cada vez mais vem avançando na tecnologia e o uso da metodologia BIM tem ganhado cada vez mais espaço com recursos que permite resolver os grandes desafios da construção civil em todas as áreas, como problemas de comunicação, gestão e coordenação ineficientes, ineficácia no planejamento, problemas na compatibilização de projetos, etc. (ALEXJUSTI, 2022).

O BIM no Brasil está caminhando para sua regulamentação. Foi lançado em 2020 o Decreto Federal nº10.306 trata do Projeto BIM Brasil em obras e serviços de engenharias realizados por órgãos federais, visando um maior controle e qualidade (BRASIL, 2020). Uma das grandes importâncias da utilização do sistema no Brasil é manter a transparência no setor da construção civil em órgãos públicos, observando a falta de compromisso, superfaturamentos e ineficiências entre as empresas que vencem as licitações, o sistema BIM vem se mantendo forte e desejado pelos órgãos de todos os países (ALEXJUSTI, 2022). No Brasil. A partir de 2021, entrou em vigor a nova Lei de Licitações Nº 14.133/21 que determina o uso da tecnologia BIM para licitações de órgãos públicos (BRASIL, 2021).

A compatibilização de projetos é uma etapa importante na construção civil onde acontece a união de todas as disciplinas – arquitetura, estrutura, instalações, entre outras, que visa a redução de erros e propõe melhorias no processo executivo da obra, Ela surgiu em meados dos anos 2000 quando as grandes construtoras começaram a terceirizar as suas obras, havendo a necessidade da compatibilização entre os projetos, considerando que os projetos eram executados por diferentes profissionais e não mais por um só.

3.2 Panorama da Gestão e Conhecimentos

3.2.1 Cenário Global

No cenário global uma pesquisa realizada pela Autodesk revela que a maior parte das empresas de engenharia civil no mundo acreditam que a transformação digital é uma prioridade porém, encontram dificuldades de para se digitalizarem completamente, O estudo também aponta que a maior parte da parcela das empresas totalizando 58% das entrevistadas estão apenas no início de um processo de inovação, enquanto 28% estão em processo de transformação e apenas 13% podem ser consideradas maduras nos usos das novas tecnologias (TIINSIDE, 2020).

Segundo o estudo, o Brasil é o país com o menor nível de maturidade entre os países avaliados e está atrasado em relação aos outros quando se trata da adoção de tecnologias como Big Data, Inteligência Artificial e modelagem 3D. O Japão lidera como o país onde o setor está mais digitalizado, seguido da Alemanha e dos Estados Unidos. Ainda assim, no quadro geral, a Europa e as Américas apresentaram melhor desempenho do que a região Ásia- Pacífico (APJ) no que diz respeito à inovação no mercado da construção civil (CONVERGÊNCIA DIGITAL, 2020).

3.2.2 Cenário Brasileiro

A economia do setor secundário no Brasil ganhou força no ano de 2021 onde atingiu 8% do PIB, sendo assim um dos pilares para tentar alavancar a economia brasileira, já em 2022 a expectativas não são as mesmas e a previsão é de uma colaboração de apenas 2%, diminuindo em 6% se comparado com o ano de 2021, esses números relatam que surgiram 110 mil novas vagas no ano 2022 no ramo da construção. Após a alta do mercado nos últimos dois anos o mercado passa por uma nova transformação, os juros e a inflação alta fazem com que as taxas fiquem elevadas impossibilitando novos investimentos (EXAME, 2022).

O cenário da construção não é dos melhores em 2022, mas ainda sim é um dos pilares da economia do país, as altas dos juros o aumento da inflação junto da pandemia é os principais atores que dificultam o ramo da construção, para que o Brasil volte a crescer é preciso que medidas urgentes sejam tomadas para que o brasileiro tenha poder de compra novamente (EXAME, 2022).

3.3 Dimensões do BIM

A metodologia BIM existe três níveis de maturidade que podemos chamar de estágios. No primeiro nível refere-se a transição do 2D para o 3D onde os modelos começam a ser construídos com elementos tridimensionais nesta fase as disciplinas são tratadas separadamente e a documentação final por desenhos 2D. O segundo nível de maturidade adota-se modelos correlativos de dados como a geração de cronogramas, informações monetárias, nesta fase as informações são implantadas no modelo, mas não existe um ambiente colaborativo, onde todos se beneficiam mais não a interação entre si. O terceiro nível de maturidade o BIM 3.0 é onde ocorre a integração na troca de informações onde os modelos podem ser compartilhados em uma única plataforma onde podem ser analisados e complementados por todos os envolvidos no empreendimento.

A metodologia BIM possui um nível de detalhamento chamado de LOD (*Level of Detail*) nível de detalhamento, os cinco níveis importantes são as LOD 100; LOD 200; LOD 300; LOD 400 e LOD 500 que definem o nível de detalhamento de cada projeto, observando que os níveis de maturidades são diferentes para cada profissional os níveis de detalhamento também são diferentes e por isso estão classificados dentro desses níveis de detalhamento citados (LOD 100: Projeto conceitual, representados por volumes genéricos, formas e símbolos 2D, entregam a ideia inicial de desenvolvimento, estudo preliminar; LOD 200: Projeto esquemático com geometria aproximada. Os elementos do modelo já estão definidos em relação a quantidade, medidas, posição e orientação. Pode-se também receber outras informações do modelo; LOD 300: As dimensões são exatas e precisas, e todos os elementos modelados estão especificados em termos de quantidade, grandeza, forma, posição e orientação. Pode-se também receber outras informações do modelo; LOD 400: Modelos detalhados com instruções para a fabricação, montagem e instalação. É a evolução do LOD 300, apropriado para a execução; LOD 500: Os elementos são uma interpretação idêntica das situações reais e podem ser empregados para a gestão e operação do projeto) (BIM, 2020).

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

4.1 Tipo de pesquisa

Essa pesquisa pode ser caracterizada como um estudo de caso onde retrata um problema específico que também pode ser generalizado, mais o seu principal intuito é investigar o problema individual, podendo ajudar em novas pesquisas servindo como base mesmo que generalizar a situação não seja sua principal função.

4.2 Caracterização do projeto a ser utilizado

o projeto de uma Edificação mista onde a mesmas possui estas características dois pavimentos, sendo o primeiro na parte térrea onde funcionará uma loja de roupa e na parte superior já no segundo pavimento contemplará três kitnets que posteriormente servirá como fonte de renda através de alugueis, esta edificação está localizada na zona urbana, bairro centro no município de Parelhas-RN.

A edificação mista está localizada no centro da cidade de parelhas na rua josé roque número 276 com área de 5,18m de frente por 24,5m de fundo totalizando 126,9m² com área comercial do pavimento térreo 126,9m² e área residencial no pavimento superior com 126,9m² totalizando assim 253,82m². Coordenadas Geográficas: **06°41'23.3"S, 36°39'29.04"W**

Sendo um projeto de obra particular onde o cliente optou sempre por algo mais simples, este projeto foi pensado de forma bem econômica. Atendendo ao escopo utilizando materiais adequados e volumetrias simples para diminuir a manutenção e conseguir a melhor estética possível.

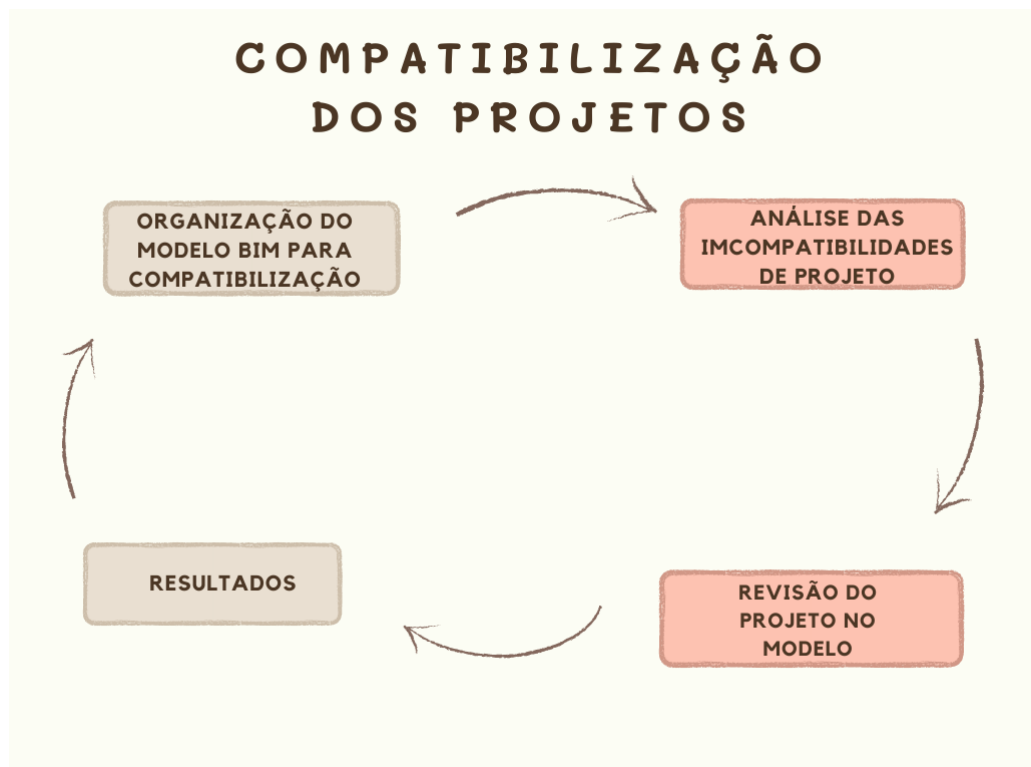
A figura 01 representa a planta baixa do pavimento térreo do empreendimento pesquisado.

Foram realizadas reuniões com os profissionais responsáveis pelo projeto onde seguiria com as discursões sobre as interferências identificadas pela ferramenta *clash detection* onde os profissionais analisaram as imagens disponibilizadas pela ferramenta, tomando decisões de forma compartilhadas para que fosse solucionada cada interferência encontrada de forma que continuasse atendendo aos princípios planejados, houve alteração na estrutura e na arquitetura depois da análise de incompatibilidades exibidas pela ferramenta que possibilitou identificar os conflitos tornando o projeto compatível. Após a conferência das análises e alterações realizadas, os projetos foram compartilhados novamente importados para o *Sketchup*, onde foi feita uma análise visual e integração dos projetos já compatibilizados e prontos para renderização e entrega aos profissionais responsáveis.

Um estudo de caso demonstra como a falta de compatibilização de projetos pode acarretar prejuízos à obra, afetando o prazo do cronograma e onerando o orçamento. A análise deste estudo apontará algumas divergências entre os projetos arquitetônicos e o projeto estrutural detectadas na etapa da compatibilização.

A figura 03 demonstra como funciona o fluxograma das etapas de compatibilização de projetos desenvolvida na pesquisa enaltecendo o passo a passo e deixando de forma clara que as etapas viram um ciclo e pode se repetir até que chegue no objetivo desejado.

Figura 03: Fluxograma das etapas desenvolvidas na pesquisa.



Fonte: Autoria própria

5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

5.1 Organização dos modelos arquitetônico e estrutural para compatibilização

A figura 04 apresenta o layout do software *Naviworks*, na imagem visualizamos uma lista de conflitos encontradas com o uso da ferramenta *Clash detection* onde é possível também ver na imagem a representação do confronto existente em cores vivas vermelho e verde, a medida que vamos passando de janela os confrontos vão sendo representados em destaque facilitando assim a identificação das interferências.

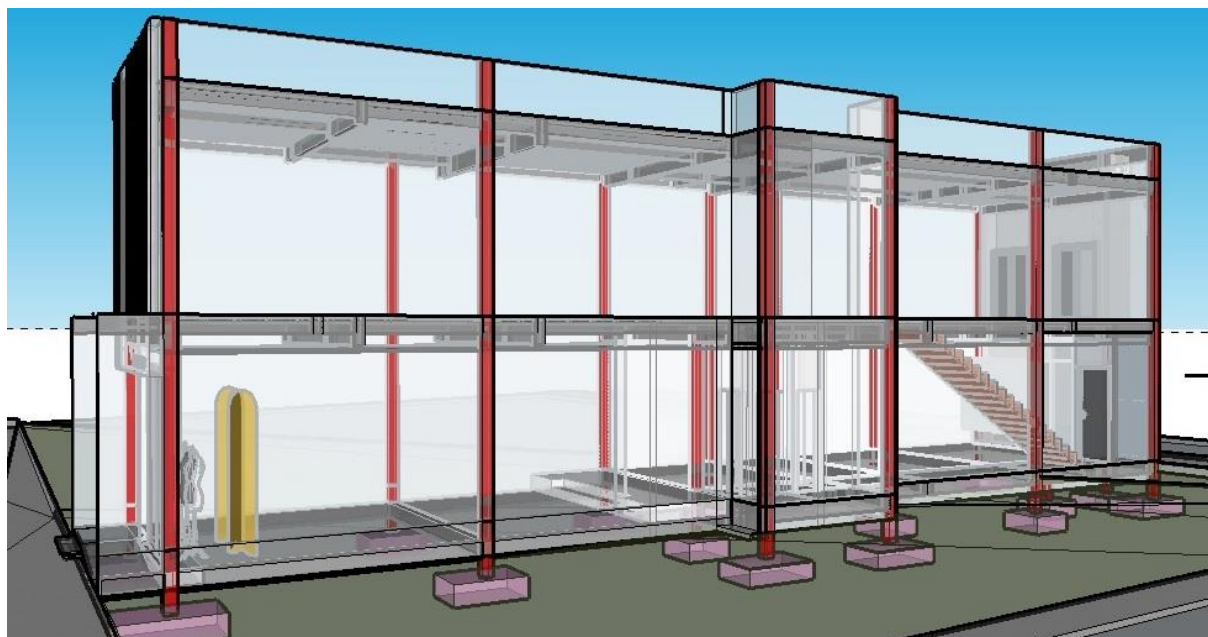
Figura 04: Fachada principal arquitetura x estrutura.



Fonte: Autoria própria.

A figura 05 representa a Integração entre os projetos, são organizadas da seguinte forma, inseridos no software *sketchup* através dos arquivos IFC os mesmos são movidos para uma mesma coordenada manualmente permitindo uma visualização e integração entre os projetos de forma que estão em mesma escala e mesmas unidades os projetos são integrados permitindo observar visualmente as interferências.

Figura 05: Integração entre os projetos.



Fonte: Autoria própria.

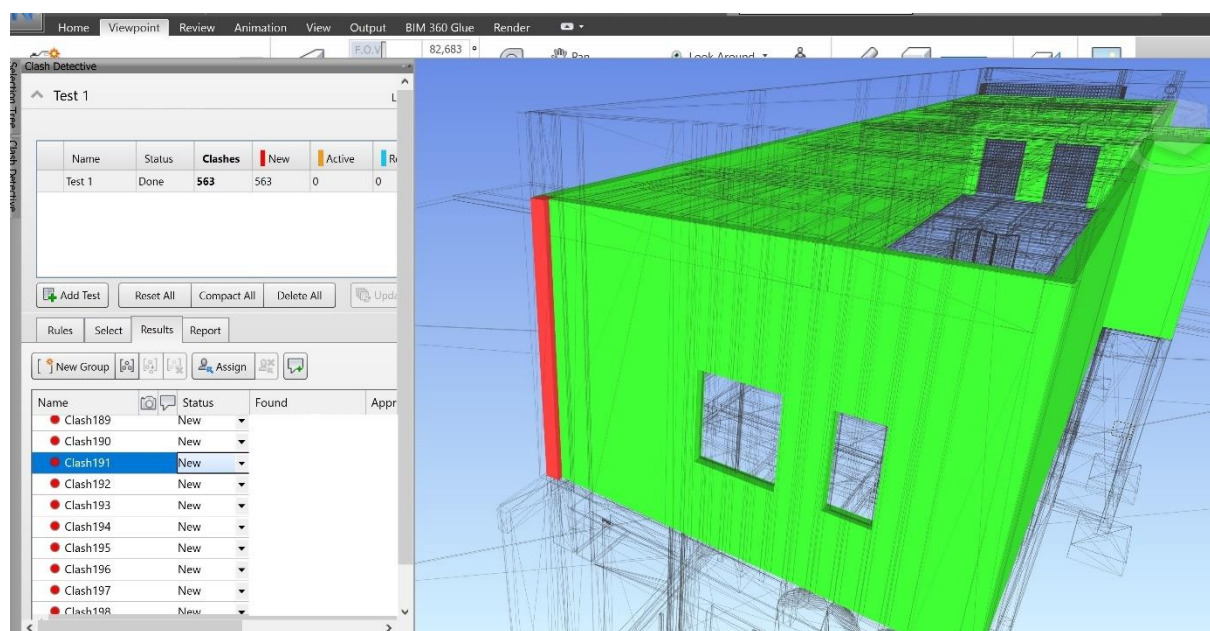
5.2 Análise de incompatibilidades dos projetos

Visando detectar as interferências entre os projetos de arquitetura e o projeto estrutural, foi aplicada a ferramenta *clash detection*, através dos arquivos importados IFC (*Industry Foundation Classes*) que estabelece padrões internacionais para importar e exportar objetos de construção e suas propriedades, introduzido no software *naviworks manage* (Autodesk). A partir daí, foi possível identificar as interferências existentes nos modelos que ali estavam inseridos.

A ferramenta *clash detection* tem a capacidade de analisar e identificar todos os conflitos existentes entre os projetos que estão sendo analisados, facilitando assim identificar possíveis erros de sobreposição, evitando que os erros apareçam na hora da execução reduzindo os desperdícios e as improvisações (AUTODESK, 2016, p. 89).

A figura 06 apresenta o layout do software *Naviworks*, na imagem visualizamos uma lista de conflitos encontradas com o uso da ferramenta *Clash detection* onde é possível também ver na imagem a representação do confronto existente em cores vivas vermelho e verde, a medida que vamos passando de janela os confrontos vão sendo representados em destaque facilitando assim a identificação das interferências.

Figura 06: Software naviworks conflito detectado.



Fonte: Autoria própria.

5.3 Reuniões de avaliação

Com a identificação das interferências, o processo de compatibilização continuou com a realização de reuniões para tomada de decisão em ambiente presencial, todos os conflitos encontrados foram apresentados possibilitando assim uma conversa e uma análise das interferências, dando início discussões.

Para a solução dos problemas de compatibilização foram realizadas três reuniões com os projetistas de (arquitetura e estrutura) onde os mesmos analisaram as imagens dos conflitos discutindo uma maneira de solucionar cada trecho com interferências.

5.4 Revisão do projeto no modelo

Com as devidas deliberações, onde o projeto de arquitetura precisou ajustar espessura da parede, alterando de 12cm para 15cm, essa mudança foi possível após alteração no bloco cerâmico de vedação onde optamos por substituir o bloco de espessura 9cm pelo de (14x19x19)cm fazendo com que os pilares estruturais se camuflassem na arquitetura após o acabamento permitindo que o ambiente ficasse com paredes lisas e esbelta melhorando a execução e a estética daquele ponto comercial, também houve alteração no pé direito do segundo pavimento onde o cliente optou por um forro mais elevado, para atender este pedido foi realizado a alteração no pé direito onde inicialmente estaria com altura de 6,60m e passou a

ter 7,20m distancia para o solo, na fachada posterior onde se encontra voltada para o lado menos favorecido do empreendimento houve alteração na fachada posterior onde foi detectado visualmente no software *sktechup*, alterando assim seu modelo esteticamente, foi notado que o empreendimento precisaria receber as instalações disponíveis pelos órgãos estaduais de água e energia, logo essas instalações foram designadas para parte da fachada menos favorecida, as mudanças na arquitetura encerradas.

As mudanças no projetos estrutural aconteceram desde a as espessuras dos pilares onde os mesmos apresentavam seções (20x20) cm, alterando para seções (14x26) cm atendendo as normas **NBR 6118:2104** (que estabelece um área de seção transversal mínima de 360cm²) atendendo a arquitetura e facilitando a execução juntamente com os blocos de vedação com espessura de 14 cm. As vigas estruturais que estavam confrontando com estética do ambiente tinham 50 cm de altura restringindo a altura do pé direito do pavimento térreo a uma altura de 2,70m assim foi decidido em diminuir a altura da viga para 40 cm de altura elevasse o pé direito em mais 10 cm atendendo assim a arquitetura do empreendimento. Na parte da fachada principal foi identificado uma interferência de uma viga estrutural em concreto armado na fachada principal com uma peça de painel ripado feita em pré-moldado que fazia parte da arquitetura, houve mudança na espessura da viga para atender a arquitetura mais sempre mantendo a segurança em primeiro lugar. Por fim tiveram mudanças tanto na parte estrutural como na parte arquitetônica mais que foram solucionados com o consentimento de ambos os profissionais para conseguir atingir todos os objetivos proposto nesta construção.

Logo após as reuniões os ajustes foram executados possibilitando assim iniciar uma revisão dos projetos em seu novo modelo.

5.5 Resultados

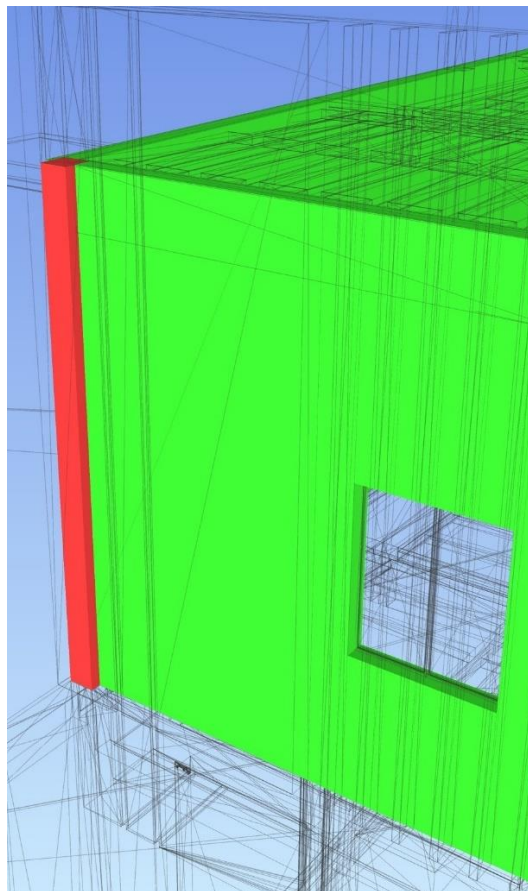
Com a compatibilização foi possível ajustar os projetos analisados permitindo fazer ajustes ainda na fase de planejamento da obra, a compatibilização conseguiu identificar vários conflitos existentes que proporcionaram mudanças na arquitetura e estrutura enviando assim para execução dois projetos compatíveis que deram celeridade nas etapas construtivas evitando desperdício de materiais e mão de obra.

Agilidade na identificação dos conflitos através da ferramenta *clash detection* possibilita obter respostas mais rápidas e seguras identificando cada elemento encontrado mostrando todos os confrontos existentes para os projetos analisados, neste projeto foi possível identificar algumas interferências como mostrado na figura 4 onde podemos ver conflitos nas

cores verdes e vermelhas que demonstram as interferências existentes entre os pilares que sobrepõe a alvenaria também como viga acima do nível do piso como também podemos observar o conflito de uma viga com um painel ripado em concreto.

A figura 07 apresenta uma captura de imagem do software *Naviworks*, na imagem visualizamos um conflito encontrado com o uso da ferramenta *Clash detection* onde é possível ver na imagem a representação do confronto existente em cores vivas vermelho e verde, neste confronto é possível identifica o pilar sobrepondo a alvenaria.

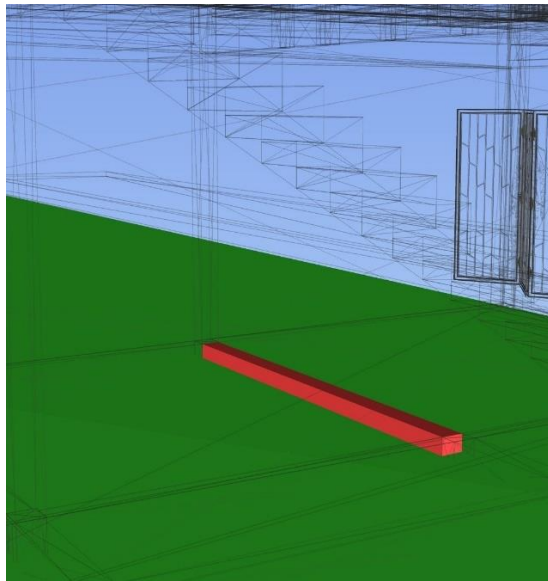
Figura 07: Conflitos detectados pilar sobrepondo alvenaria.



Fonte: Autoria própria.

A figura 08 apresenta uma captura de imagem do software *Naviworks*, na imagem visualizamos um conflito onde é possível ver na imagem a representação do confronto existente em cores vivas vermelho e verde, neste confronto é possível identifica uma viga baldrame que está confrontando com o piso do pavimento térreo na parte da sua fachada posterior, observando que existia uma diferença nos níveis do pavimento térreo onde a fachada principal apresenta uma diferença de 0,36m da fachada secundaria devido a irregularidades no solo, foi possível identificar e fazer as alterações ainda na fase de planejamento.

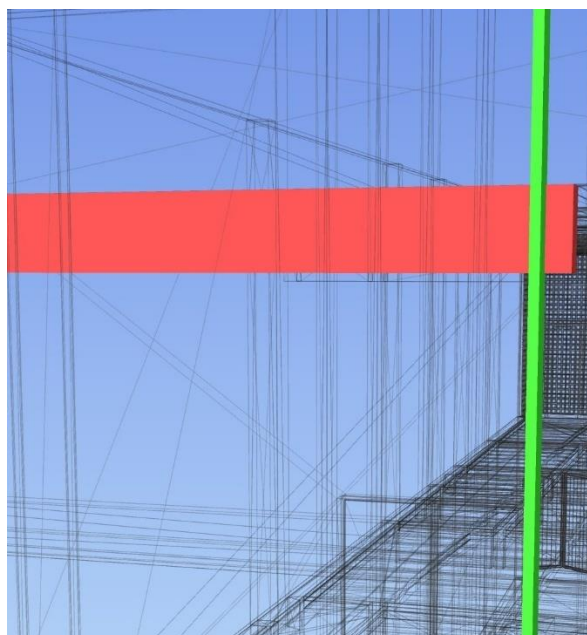
Figura 08: Conflitos detectados pilar sobrepondo alvenaria.



Fonte: Autoria própria.

A figura 09 apresenta uma captura de imagem do software *Naviworks*, na imagem visualizamos um conflito encontrado com o uso da ferramenta *Clash detection* onde é possível ver na imagem a representação do confronto existente em cores vivas vermelho e verde, nesse confronto é possível identificar a viga da fachada sobrepondo um painel ripado em pré moldado, na qual a solução para o problema foi diminuir a espessura da viga e foi alterada no projeto estrutural.

Figura 09: Conflitos detectados pilar sobrepondo alvenaria.



Fonte: Autoria própria.

Compatibilizando os projetos de arquitetura e estrutura de concreto através da ferramenta *clash detection* foi possível observar alguns erros que posteriormente foram corrigidos com o auxílio do software *sketchup* foi constatados todas as interferências detectadas, em um modelo tridimensional podemos ver alguns erros a seguir na figura 10.

Figura 10: Fachada principal confronto de pilares e vigas sobrepondo a estrutura.

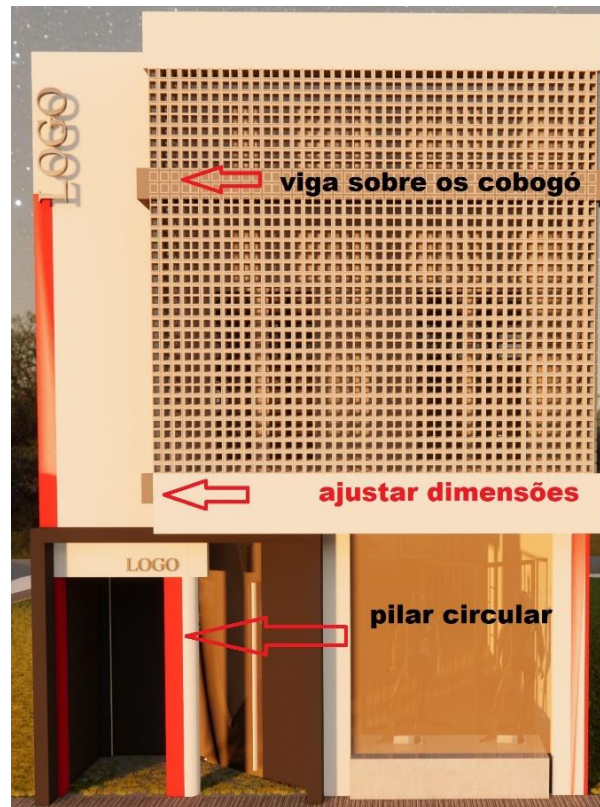


Fonte: Autoria própria.

Nota-se que os pilares tanto no projeto estrutural como no arquitetônico estão com interferências geométricas e funcionais, pois os elementos estão conflitantes. Além das incompatibilidades físicas de desenho, na obra surgiriam dúvidas para execução, o que poderia acarretar danos sérios na estética do ambiente.

A figura 11 representa o confronto da estrutura sobrepondo a arquitetura na fachada posterior, este conflito foi identificado onde podemos observar uma fica cruzando com os detalhes da arquitetura.

Figura 11: Fachada posterior divergência na estrutura sobrepondo a arquitetura.



Fonte: Autoria Própria.

A figura 12 mostra a estrutura ao lado da arquitetura, observamos que a estrutura precisa de alterações para que possa atender a arquitetura em questão, onde os elementos estruturais como viga pilar estão fora de simetria com a fachada do empreendimento.

Figura 12: Fachada posterior arquitetura e estrutura inicial



Fonte: Autoria Própria.

Observado todos os confrontos existentes, foram detectados alguns problemas como diferença de nível no piso do pavimento térreo onde o terreno está localizado em um local com irregularidades no solo fazendo com que parte do pavimento térreo esteja no nível da rua onde fica sua fachada principal e sua outra parte do pavimento térreo que fica na rua da fachada posterior ficou com 0,36m acima do nível principal. Para solucionar o problema deve haver modificações na estrutura alterando a altura das vigas baldrame para que os confrontos ali existentes sejam sanados, também podemos observar que o pé direito do pavimento superior foi alterado onde inicialmente estaria com uma altura de 6,60m do nível do solo e passou por uma alteração para que ficasse com 7,20m do nível do solo, observou-se que a edificação possuía uma cobertura como platibanda e a estrutura precisava se adequar para que recebeste a mesma.

A figura 13 representa a fachada do projeto arquitetônico ajustado após realizadas todas as alterações no projeto.

Figura 13: Fachada principal ajustada



Fonte: Autoria Própria.

A figura 14 podemos observar o projeto estrutural e o projeto arquitetônico com todos os ajustes realizados, projetos compatibilizados e prontos para seguir para as próximas etapas da construção.

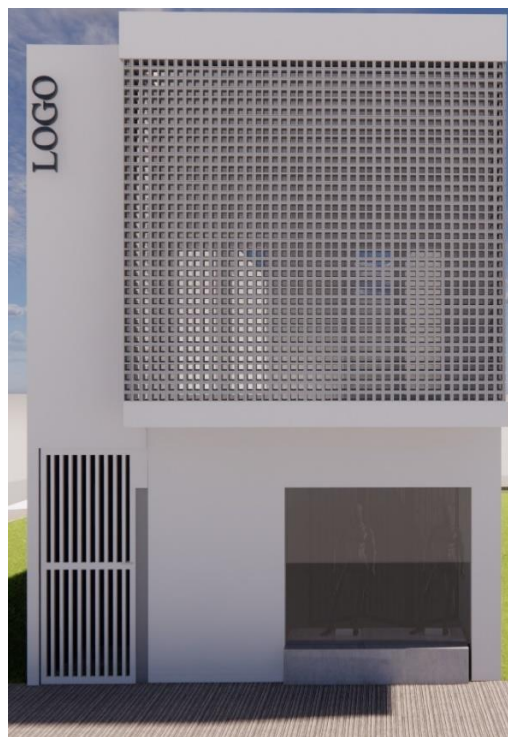
Figura 14: Arquitetura e estrutura ajustada



Fonte: Autoria Própria.

A figura 15 representa a fachada posterior do projeto arquitetônico mostrando o resultado final após serem realizadas todos os ajustes.

Figura 15: Fachada posterior ajustada



Fonte: Autoria Própria.

A figura 16 representa o projeto arquitetônico e estrutural do empreendimento com todos os ajustes realizados.

Figura 16: Fachada posterior arquitetura e estrutura ajustada



Fonte: Autoria Própria.

A figura 17 podemos observar a fachada principal do empreendimento utilizado nesta pesquisa parcialmente concluído.

Figura 17: Fachada principal executada parcialmente



Fonte: Autoria Própria.

A figura 18 podemos observar a fachada posterior do empreendimento utilizado nesta pesquisa parcialmente concluído.

Figura 18: Fachada posterior executada parcialmente



Fonte: Autoria Própria.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada neste trabalho de conclusão de curso obteve resultados baseado em um software *naviworks* de tecnologia BIM disponibilizada gratuitamente nas plataformas digitais da *autodesk*, utilizando a ferramenta *clash detection* é capaz de verificar conflitos entre os projetos de forma automática possibilitando assim agilidade nos possíveis ajustes futuros identificando e sinalizando através de uma nuvem cada elemento confrontado. A ferramenta possui uma tecnologia BIM facilitando assim a integração e interação entre os projetos dando respostas imediatas, mediante os conflitos existentes.

Uma construção passa por diferentes etapas no seu processo de execução desde os projetos até as demais etapas construtivas, como são várias etapas que se conectam uma a outra é essencial que uma construção tenha também uma união de todas essas etapas para que seja evitado os retrabalhos e os imprevistos na sua fase de execução.

O uso da tecnologia BIM nos mostrou nessa pesquisa que para coordenação de atividades podemos gerenciar e integrar projetos afins, visando o perfeito ajuste entre os mesmos e conduzindo para a obtenção dos padrões de controle de qualidade da obra, mostrando os conflitos existentes entre os projetos antes mesmo do início da mesma possibilitando que os ajustes fossem feitos antes de gerar prejuízo de forma geral.

Nesta pesquisa foi possível identificar os conflitos através da ferramenta *clash detection* introduzida no software *naviswork* que conseguiu nos mostrar todas as interferências existentes entre os projetos de arquitetura e estrutura daquela edificação mista que ali foi analisada.

A metodologia usada nesta pesquisa foi um estudo de caso onde o mesmo foi eficaz nos mostrando resultados de uma causa específica onde podemos obter resultados isolados para aquela determinada situação.

Compatibilizar projetos é verificar se os componentes dos sistemas ocupam espaços não conflitantes entre si e, além disso, garantir que os dados compartilhados tenham consciência e confiabilidade até o final do projeto (GRAZIANO, 2003)

Conclui-se então que a metodologia BIM para compatibilização dos projetos é eficaz nos mostrando resultados através de ferramentas com inteligência suficiente para identificar e prever erros futuros, mostrando também que os profissionais estão cada vez mais adaptados e fazendo o melhor uso desta tecnologia em busca de um bem maior que busca sempre manter a segurança e qualidade da sociedade.

REFERÊNCIAS

AUTODESK, 2016. Disponível em:

<https://www.google.com/search?q=autodesk+2016+TRABALHOS+&sxsrf=ALiCzsYHy5Zpd5E1mYem6RVKVIDuRzEprw%3A>. Acesso em 21/06/2022

BIM WORKS. **O que você precisa saber?** American Institute, 2020.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC).

Estabelecimentos na Construção. Disponível em: < <https://obrasonline.com.br/construcao-civil/cenario-da-construcao-civil-em-2022/> >. Acesso em: 11/05/2022.

CHIPPARI, Patrizia. **Compatibilização de projetos economiza tempo e dinheiro.**

Disponível em: <<https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/compatibilizar-projetos-reduz-custo-da-obra-em-ate-10/>>. Acesso em: 18 mai. 2022.

CONVERGÊNCIA DIGITAL, 2020. Disponível em:

<<https://www.convergenciadigital.com.br/?UserActiveTemplate=site> > Acesso em: 21 jun. 2022.

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV).

Construção civil perde folego e deve crescer 2% no brasil em 2022. Disponível em: < <https://exame.com/economia/construcao-civil-perde-folego-e-deve-crescer-2-em-2022/> >. Acesso em: 11 Mai. 2022.

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

REVISTAEXAME, 2020. Disponível em:

<<https://www.google.com/search?q=REVISTA+EXAME&oq=REVISTA+EXAME+&aqs=cchrome..69i57j0i512l6j0i22i30l3.3921j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8>> Acesso em: 22 Jun. 2022.

TIINSIDE. Pesquisa global indica que o setor da construção civil está pronto para a transformação digital. Disponível em: <<https://tiinside.com.br/13/05/2020/pesquisa-global-indica-que-setor-de-construcao-civil-esta-pronto-para-a-transformacao-digital/>>. Acesso em 10/06/2022

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: **projeto de estruturas de concreto**: Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

