



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Polyana Ramos Araújo

**Incompatibilidades em projetos de construção civil de edificações verticais
residenciais multifamiliares: uma hierarquização de relevância**

Florianópolis

2024

Polyana Ramos Araújo

**Incompatibilidades em projetos de construção civil de edificações verticais
residenciais multifamiliares: uma hierarquização de relevância**

Trabalho de conclusão de curso submetido ao curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Fernanda Fernandes
Marchiori

Coorientador: Prof. Msc. João Paulo Maciel Abreu

Florianópolis

2024

Ficha catalográfica gerada por meio de sistema automatizado gerenciado pela BU/UFSC.
Dados inseridos pelo próprio autor.

Araújo, Polyana Ramos

Incompatibilidades em projetos de construção civil de edificações verticais residenciais multifamiliares : uma hierarquização de relevância / Polyana Ramos Araújo ; orientadora, Fernanda Fernandes Marchiori, coorientador, João Paulo Maciel Abreu, 2024.

64 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Construção Civil. 3. Projetos. 4. Compatibilização. 5. Hierarquização. I. Marchiori, Fernanda Fernandes. II. Abreu, João Paulo Maciel. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. IV. Título.

Polyana Ramos Araújo

**Incompatibilidades em projetos de construção civil de edificações verticais
residenciais multifamiliares: uma hierarquização de relevância**

O presente trabalho em nível de Bacharel foi avaliado e aprovado, em 09 de dezembro de 2024, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.^a Cristine do Nascimento Mutti, Ph.D.
Universidade Federal de Santa Catarina

Eng. Felipe Scotti Alves Tonin Simoni
Otus Engenharia

Eng.^a Caroline Bettini Frison
Grupo Gestão da Construção – Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Coordenação do Curso de Graduação



Documento assinado digitalmente
Fernanda Fernandes Marchiori
Data: 17/12/2024 08:54:35-0300
CPF: ***.157.720-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof.^a Fernanda Fernandes, Dr.^a
Orientadora



Documento assinado digitalmente
JOAO PAULO MACIEL DE ABREU
Data: 17/12/2024 08:17:34-0300
CPF: ***.583.140-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Msc. João Paulo Maciel Abreu
Coorientador

Florianópolis, 2024.

Este trabalho é dedicado ao meu sobrinho e
afilhado Lucas Junior que está prestes a nascer.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por Suas incontáveis bênçãos, por me acompanhar em cada etapa da minha vida, me dando a coragem necessária para enfrentar os desafios e a alegria para celebrar as vitórias. Ao meu pai e mestre, Alexandre Teixeira Araújo, que sempre esteve ao meu lado, oferecendo as condições para viver com conforto, uma educação de qualidade e a oportunidade de me dedicar à minha trajetória profissional com seu total apoio. Seu suporte foi essencial para que eu chegasse até aqui. À minha mãe, Reizielle Rogéria Ramos, pelo apoio emocional, pelas conversas tranquilizadoras e pelos momentos de lazer que me proporcionaram leveza e serenidade para superar os obstáculos. Aos meus irmãos Nathália Araújo, Rafaela Ramos, Paulo Neto, Miguel Ramos e Arthur Araújo, por se fazerem presentes na minha vida, por sempre torcerem por mim e por gerarem momentos de descontração e risadas. À Fabíola Cardoso Guasco, por ter aceitado o desafio de me criar quando eu ainda era uma menina. À minha avó Ivone, pelas tardes de conversa que me ajudaram a relaxar e refletir. À minha bisavó Cary e ao meu pequeno companheiro Thor, que, embora já estejam em outro plano, continuam a me enviar boas energias e torcem pelo meu sucesso. Ao meu irmão do coração, Teddy, que sempre me enche de alegria e amor no coração ao me ver. Aos meus amigos, que estiveram ao meu lado tanto nos momentos fáceis quanto nos difíceis, tornando essa jornada acadêmica mais leve, especialmente Nathália Carolina, Letícia Alves, Rafaela Scotto, Leonardo Thomas e Maria Vitória. Aos meus orientadores, João e Fernanda, por aceitarem participar desta pesquisa, pelo apoio acadêmico, orientação valiosa e paciência durante todo o processo de desenvolvimento deste trabalho. Suas contribuições, conselhos e incentivo foram fundamentais para a realização deste trabalho de conclusão de curso. Ao meu chefe, Felipe Simoni, pela dedicação em acompanhar meu desenvolvimento profissional, garantindo que eu alcançasse meu potencial máximo no trabalho, e por sua compreensão e flexibilidade que me permitiram conciliar minha jornada acadêmica com minhas responsabilidades profissionais. Ao Escritório Piloto de Engenharia Civil e à Otus Engenharia, pela contribuição significativa no meu crescimento pessoal e profissional ao longo da graduação. À Maremoto Cheerleading, pelos desafios que me ensinaram a importância do trabalho em equipe. Por fim, a todos que fizeram parte desse meu processo, a minha mais sincera gratidão.

RESUMO

Este estudo aborda o problema da existência de conflitos em projetos de construção civil, os quais são encontrados durante o serviço de compatibilização de projetos, destacando a sua importância para reduzir custos e melhorar a qualidade da execução. Observou-se uma lacuna de pesquisa quanto à existência de estudos que hierarquizassem e permitissem entender quais as incompatibilidades mais relevantes, ou mesmo disciplinas onde mais ocorrem, e os estudos existentes se basearam em dados de entrevistas e questionários. O objetivo geral foi preencher essa lacuna ao classificar e hierarquizar as principais incompatibilidades encontradas nos projetos de uma empresa especialista em compatibilização, com base em uma análise de informações extraídas de uma plataforma de coordenação de projetos a fim de entender suas diferentes naturezas e possibilitar, em projetos futuros, a identificação precoce de conflitos e, conseqüentemente, a economia com desperdícios e manutenções. O método adotado incluiu a coleta, o tratamento e a classificação de dados de apontamentos de 96 projetos, segundo o padrão construtivo, a fase de projeto, as disciplinas envolvidas e os tipos de incompatibilidades, seguidos de análises estatísticas para identificar padrões e associações. Os resultados mostraram que os tipos mais frequentes de incompatibilidade estavam relacionados a inconsistências do modelo e erros de geometria, com destaque para as disciplinas de arquitetura e hidrossanitário. Ao final, conclui-se que, apesar de haver associação entre as disciplinas e os tipos de incompatibilidade, a relação observada não é suficientemente forte para permitir previsões precisas, sugerindo a necessidade de aperfeiçoar as abordagens para a previsão e prevenção de conflitos nos projetos.

Palavras-chave: Construção civil; Projetos; Compatibilização; Hierarquização.

ABSTRACT

This study addresses the issue of conflicts in construction projects, which are identified during the project coordination process, highlighting their importance in reducing costs and improving execution quality. A research gap was observed regarding the lack of studies that hierarchize and allow for an understanding of which incompatibilities are most relevant, or even the disciplines where they most occur. Existing studies have been based on interview and questionnaire data. The general objective was to fill this gap by classifying and hierarchizing the main incompatibilities found in the projects of a specialized coordination company, based on an analysis of information extracted from a project coordination platform to understand their different natures and enable early conflict identification in future projects, thereby saving on waste and maintenance costs. The adopted method included the collection, processing, and classification of data from 96 project records, according to construction standards, project phases, involved disciplines, and types of incompatibilities, followed by statistical analysis to identify patterns and associations. The results showed that the most frequent kinds of incompatibilities were related to model inconsistencies and geometry errors, with a focus on architecture and sanitary engineering disciplines. In the end, it was concluded that, although there is an association between the disciplines and the types of incompatibility, the observed relationship is not strong enough to allow accurate predictions, suggesting the need to improve approaches for predicting and preventing conflicts in projects.

Keywords: Civil construction; Projects; Compatibility; Hierarchy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo do processo de projeto de edificações	23
Figura 2 – A chance de reduzir o custo de falhas do edifício conforme o tempo	24
Figura 3 - Curva de MacLeamy	27
Figura 4 - Etapas da pesquisa.....	33
Figura 5 - Porcentagem de projetos por região brasileira	41
Figura 6 - Porcentagem de projetos por estado brasileiro.....	42
Figura 7 - Quantidade e porcentagem de apontamentos por padrão construtivo	43
Figura 8 - Média de apontamentos por projeto de cada padrão construtivo	44
Figura 9 - Quantidade de apontamentos criados em cada fase de projeto	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Definições do termo “compatibilização de projetos” por cada autor	22
Quadro 2 - Classificações por cada autor	29
Quadro 3 - Resultados obtidos das entrevistas feitas por Algayer (2014).....	30
Quadro 4 – Descrição de cada tipo de conflito.....	30
Quadro 5 - Resultados obtidos por Akponeware e Adamu (2017)	31
Quadro 6 - Classificação desta pesquisa	34
Quadro 7 - Exemplos de apontamentos descartados do banco de dados da pesquisa	37
Quadro 8 - Quantidade e porcentagem de projetos e de apontamentos por padrão construtivo	42
Quadro 9 - Quantidade e porcentagem de apontamentos de cada grupo de disciplina	46
Quadro 10 – Comparação da frequência dos grupos de disciplina nas incompatibilidades na presente análise e na de Algayer (2014)	47
Quadro 11 - Comparação das quantidades e porcentagens de amostras repetidas nos resultados das pesquisas	48
Quadro 12 - Quantidade e porcentagem de apontamentos por categoria de tipo de incompatibilidade.....	49
Quadro 13 - Valores observados no banco de dados	50
Quadro 14 - Valores esperados assumindo a hipótese nula.....	51
Quadro 15 - Valores de contribuições unitárias de qui-quadrado.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	<i>Application Programming Interface</i>
AVAC	Aquecimento, ventilação e ar-condicionado
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BR	Brasil
CE-BIM	Comitê Estratégico de Implementação do BIM
EUA	Estados Unidos da América
NBR	Norma Brasileira
PIB	Produto interno Bruto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
1.1	JUSTIFICATIVA.....	18
1.2	OBJETIVOS.....	20
1.2.1	Objetivo geral.....	20
1.2.2	Objetivos específicos.....	20
1.3	DELIMITAÇÃO.....	21
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	21
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	22
2.1	COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS.....	22
2.2	<i>BUILDING INFORMATION MODELING</i> NA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS.....	25
2.3	CLASSIFICAÇÃO DE CONFLITOS.....	28
3	MÉTODO.....	33
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	34
3.2	REFERENCIAL TEÓRICO E IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA.....	34
3.3	FONTE DOS DADOS.....	35
3.4	COLETA DOS DADOS.....	35
3.5	TRATAMENTO DOS DADOS.....	36
3.6	CLASSIFICAÇÕES DOS APONTAMENTOS.....	37
3.7	ANÁLISE DOS DADOS.....	38
4	RESULTADOS.....	41
4.1	LOCALIZAÇÃO DOS PROJETOS.....	41
4.2	PADRÃO CONSTRUTIVO DOS PROJETOS.....	42
4.3	FASE DE CRIAÇÃO DOS APONTAMENTOS.....	44
4.4	DISCIPLINAS ENVOLVIDAS NOS APONTAMENTOS.....	45
4.5	TIPOS DE INCOMPATIBILIDADES NOS APONTAMENTOS.....	49
4.6	RELAÇÃO ENTRE OS GRUPOS DE DISCIPLINA E OS TIPOS DE INCOMPATIBILIDADE.....	50
5	CONCLUSÃO.....	53
6	REFERÊNCIAS.....	55
	APÊNDICE A – CÓDIGO UTILIZADO NA COLETA DOS DADOS.....	62
	APÊNDICE B – INFORMAÇÕES DA BASE DE DADOS DE PROJETOS.....	65

APÊNDICE C – INFORMAÇÕES DE PARTE DA BASE DADOS DE APONTAMENTOS.....68

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, serão abordados os aspectos gerais que fundamentam a pesquisa, incluindo sua justificativa e objetivos. Por fim, serão apresentadas a delimitação e a estrutura do trabalho.

1.1 JUSTIFICATIVA

Ao longo da história da construção civil, a busca por garantir que as obras sejam executadas conforme o planejado nos projetos sempre foi um objetivo primordial (Lima, Paixão; Ferreira, 2022). Contudo, na prática, é comum ocorrerem desalinhamentos entre o que foi projetado e o que é construído. De acordo com Paula *et al.* (2020), o desalinhamento entre o projeto e a construção é algo muito vivenciado na construção civil. Essa segregação é reflexo do desenvolvimento do setor da construção civil conforme o histórico a seguir:

Os colonos europeus estabeleceram a indústria da construção nos Estados Unidos da América (EUA), com os primeiros projetos datando do início do século XVII. A partir de então, no começo do século XVIII, foi fundada, na Filadélfia, a *Carpenters' Company*, conhecida por formalizar o conceito de "*master builder*" no país (Condit, 1968), que, segundo Yates e Battersby (2003), eram os profissionais responsáveis pelo projeto, planejamento e gestão de empreendimentos de construção. Trazendo para a realidade atual, um *master builder* era o arquiteto, engenheiro e superintendente da obra.

De acordo com Konchar e Sanvido (1998), entre o final do século XIX e o início do século XX, a função de *master builder* foi fragmentada nas especialidades de projetista e construtor, o que levou a uma redução no uso do sistema *master builder* para projetos de construção.

Já na segunda metade do século XX, de acordo com os estudos de Mikaldo Jr e Scheer (2008), com o aumento da demanda imobiliária, surgiram escritórios técnicos especializados em arquitetura, estrutura e instalações. Esses profissionais, que antes atuavam de forma integrada em empresas que projetavam e construíam, passaram a coordenar o desenvolvimento de seus trabalhos de maneira isolada.

Mikaldo Jr e Scheer (2008) complementam que, inicialmente, esse modelo de trabalho trouxe bons resultados, pois as equipes de projeto tinham experiência direta

com a construção e compreendiam as necessidades relacionadas à construtibilidade e aos requisitos das outras especialidades do projeto. Porém, segundo Mikaldo Jr e Scheer (2008), com o decorrer do tempo, os construtores se distanciaram do processo de projeto, e os projetistas ficaram mais afastados da execução dos sistemas que criavam, o que resultou em elevados níveis de desperdício na construção, projetos inexecutáveis e planejamentos falhos.

Nesse contexto, com o passar dos anos, notou-se a importância de um bom processo de projeto como fator essencial para garantir a qualidade na execução das obras e, no final do século XX, portanto, observou-se um aumento na conscientização sobre o assunto (Maciel, Souza; Melhado, 1997).

O processo de projeto, segundo Lima, Paixão e Ferreira (2022), deve conter uma compatibilização global, onde os projetos das diferentes disciplinas, normalmente executadas por diferentes profissionais, possam ser sobrepostos, garantindo uma versão unificada sem divergências de informação. Essa compatibilização pode utilizar a metodologia BIM (*Building Information Modeling*) que tem se destacado como uma solução essencial na construção civil, integrando disciplinas e melhorando o controle no processo de compatibilização de projetos.

Assim, de acordo com Mikaldo Jr e Scheer (2008), em meados de 1980, algumas empresas começaram a perceber esta necessidade de compatibilizar os projetos, surgindo os cargos específicos para os profissionais dessa área e, conseqüentemente, aumentando os custos das construtoras e dos projetistas, pois o trabalho de compatibilização exige uma dedicação maior de ambas as partes.

Apesar dos novos custos com os profissionais de compatibilização, esse investimento é essencial e tende a ser rapidamente compensado ao longo do processo da obra. Isso ocorre porque a ausência desse serviço pode resultar em problemas como retrabalho, atrasos, ajustes no cronograma e comprometimento da qualidade da construção, o que acaba aumentando o custo total da obra (Calegari, 2007). Segundo Horostecki (2014), apesar de o serviço de compatibilização de projetos requerer investimentos de 1 % a 1,5 % do custo da obra, este gera uma diminuição de despesas de 5 % a 10 %.

Após a aceitação da importância da compatibilização dos projetos, com o passar do tempo, foi-se percebendo grandes dificuldades nesta área, de acordo com Jaime e Blumenschein (2023): “Um dos maiores desafios em projetos de construção é a identificação precoce de conflitos”. Os autores apontam que o processo de

aprendizagem com as incompatibilidades passadas ainda é falho visto que, numa abordagem geral, os profissionais da área não trabalham de forma proativa para evitar os conflitos já conhecidos, mas sim de forma reativa de curto prazo. Assim, encontrar padrões nos problemas passados se torna útil para priorização dos esforços futuros na resolução dos conflitos, direcionando os recursos aos mais críticos.

Diante desse cenário, percebe-se que a literatura existente frequentemente aborda a compatibilização de projetos de construção civil a partir de perspectivas qualitativas, baseadas em opiniões de profissionais e análises subjetivas, como, por exemplo, Algayer (2014) e Akponeware e Adamu (2017). No entanto, há uma lacuna quanto à análise baseada em dados objetivos e mensuráveis, que considerem as incompatibilidades identificadas durante o processo de compatibilização. A presente pesquisa se propõe a preencher essa lacuna ao oferecer uma análise detalhada e hierarquizada das principais incompatibilidades encontradas em projetos de engenharia civil, utilizando informações advindas de um banco de dados de atividades de compatibilização, a fim de proporcionar uma compreensão fundamentada sobre os desafios enfrentados nessa área. Esses dados consistem em registros textuais das atividades de compatibilização de projetos, chamados de apontamentos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Hierarquizar as principais incompatibilidades encontradas nos dados gerados durante o serviço de compatibilização de projetos de construção civil de edificações verticais residenciais multifamiliares.

1.2.2 Objetivos específicos

São propostos os seguintes objetivos específicos:

- a. Desenvolver ferramenta de extração e organização das informações em um banco de dados de apontamentos de incompatibilidade.
- b. Categorizar os apontamentos de incompatibilidades.
- c. Estabelecer hierarquia das principais categorias de apontamentos.

1.3 DELIMITAÇÃO

O foco do presente trabalho é a análise de incompatibilidade de projetos de construção civil voltados exclusivamente para edificações verticais residenciais multifamiliares, não abrangendo obras de edificações horizontais, unifamiliares e/ou comerciais ou de infraestrutura. Além disso, o estudo se limita a projetos brasileiros.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado da seguinte forma:

Capítulo 1: Introdução

Neste capítulo, são apresentados os fundamentos iniciais da pesquisa, tais quais a justificativa e os objetivos, além das delimitações e da estrutura geral do trabalho.

Capítulo 2: Fundamentação teórica

Este capítulo revisa a literatura relevante para o tema, abordando os principais conceitos, teorias e estudos que sustentam a pesquisa.

Capítulo 3: Método

Descreve-se o método utilizado na pesquisa, incluindo o tipo de estudo, as técnicas de coleta e tratamento de dados, o processo de análise e as considerações éticas.

Capítulo 4: Resultados e discussão

Neste capítulo, os resultados da pesquisa são expostos e analisados, sendo discutidos em relação à fundamentação teórica apresentada e aos objetivos estabelecidos.

Capítulo 5: Conclusão

São feitas as considerações finais, destacando as principais conclusões do estudo e sugestões para futuras pesquisas.

Na sequência, são listadas as **referências** e os **apêndices** deste trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, serão discutidos três temas relacionados ao desenvolvimento de projetos de construção civil. Primeiramente, será abordada a compatibilização de projetos, destacando sua definição, importância e o papel central na redução de desperdícios na obra. Em seguida, o foco será no *Building Information Modeling* (BIM) aplicado à compatibilização de projetos. Por fim, serão apresentadas as classificações de conflitos encontradas em bibliografias pré-existentes, um aspecto crucial para compreender as diferentes naturezas de interferências e suas causas, permitindo a priorização e resolução eficaz dos problemas.

2.1 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

A definição de projeto a ser utilizada neste trabalho é a da Norma Brasileira (NBR) 16636-1 (ABNT, 2017):

Representação do conjunto dos elementos conceituais, desenvolvida e elaborada por profissional habilitado, necessária à materialização de uma ideia, realizada por meio de princípios técnicos e científicos, visando à consecução de um objetivo ou meta, adequando-se aos recursos disponíveis, leis, regramentos locais e às alternativas que conduzam à viabilidade da decisão.

Já a definição de compatibilização de projetos varia de acordo com os autores, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Definições do termo “compatibilização de projetos” por cada autor

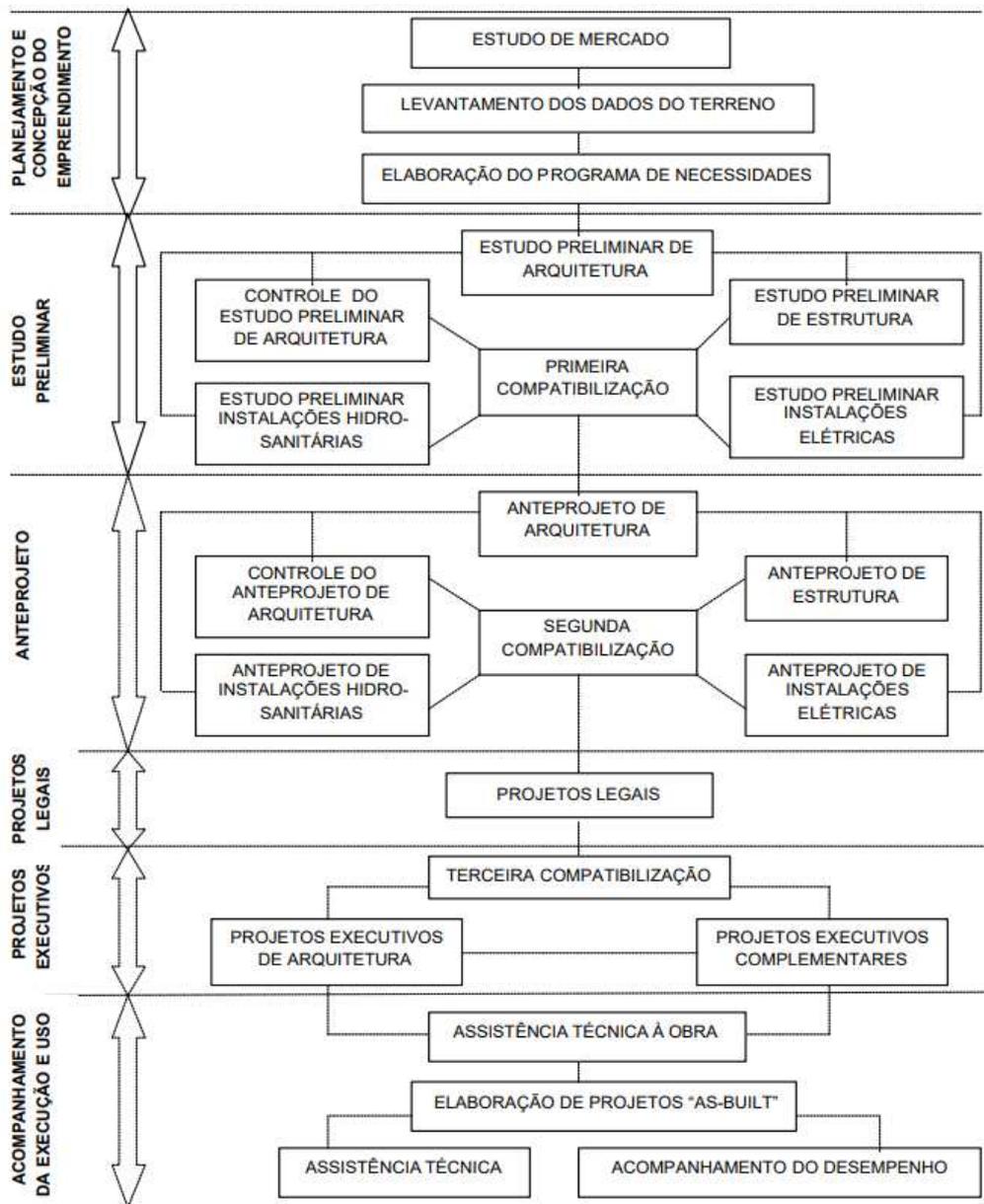
Rodriguez (2006)	Callegari (2007)	Monteiro, Sobrinho Jr, Cavalcanti e Pereira (2017)	Salomão <i>et al.</i> (2019)
"Análise, verificação e correção das interferências físicas entre as diferentes soluções de projeto de uma edificação".	"Atividade de gerenciar e integrar projetos afins, visando o perfeito ajuste entre os mesmos, conduzindo para a obtenção dos padrões de controle de qualidade de determinada obra".	"Uma forma de interação dos diversos tipos de projetos da obra, tendo, como objetivo, identificar as interferências que possam existir na etapa de execução".	"A operação de gerenciar e integrar projetos, para que modificações ocorram caso alguma incompatibilidade venha a ocorrer, guiando o projeto para o padrão de qualidade determinado pela obra".

Fonte: elaborado pela autora (2024)

A partir das definições elencadas no Quadro 1, neste trabalho, a compatibilização de projetos é definida como o serviço que analisa, de forma unificada, os diferentes projetos de uma edificação, garantindo a congruência entre eles, a qualidade da obra e a facilidade da execução.

De acordo com o modelo de processo de projeto (Rodríguez; Heineck, 2003) ilustrado na Figura 1, a compatibilização deve ocorrer em, pelo menos, cada uma das seguintes etapas do projeto: estudo preliminar, anteprojeto e projeto executivo.

Figura 1 - Modelo do processo de projeto de edificações



Fonte: Rodríguez e Heineck (2003)

Essa proposta de modelo de processo de projeto vai de encontro com o conceito ilustrado na Figura 2, de que as decisões tomadas nas fases iniciais do empreendimento são as mais importantes em seu ciclo de vida, visto que possuem a maior possibilidade de interferência na qualidade e custo da edificação, além de possuírem o menor custo de produção.

Figura 2 – A chance de reduzir o custo de falhas do edifício conforme o tempo



Fonte: Melhado e Agopyan (1995)

Assim como a Figura 2, Rodriguez (2005) afirma que a compatibilização de projetos contribui para a diminuição de custos relativos a desperdícios gerados por:

- Super ou subdimensionamento dos sistemas.
- Atrasos e retrabalhos devido a interferências entre os projetos ou por falta de informações.
- Baixa produtividade devido à falta de padronização de elementos.
- Perda de recursos materiais e de mão de obra devido à falta de construtibilidade.
- Perda de recursos materiais e de mão de obra para a operação e a manutenção.

Nesse contexto, para que os benefícios da compatibilização de projetos possam ser visíveis, é necessário que este serviço possua um processo eficiente. Neste contexto, o uso do BIM aparece como uma forma de garantir esta eficiência, visto que a identificação manual de conflitos é demorada e demanda conhecimento avançado de diversas disciplinas (Jaime; Blumenschein, 2023).

2.2 *BUILDING INFORMATION MODELING* NA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

De acordo com a NBR 19650-1 (ABNT, 2022), o BIM é definido como: “Uso de uma representação digital compartilhada de um ativo imobiliário, para facilitar os processos de projeto, construção, operação e manutenção para formar uma base confiável para decisões”.

Já Brasil (2024), a partir do Decreto Nº 11.888, de 22 de janeiro de 2024, considera o BIM como:

O conjunto integrado de processos e tecnologias que permite criar, utilizar, atualizar e compartilhar, colaborativamente, modelos digitais de uma construção, de forma a servir potencialmente a todos os participantes do empreendimento durante o ciclo de vida da construção.

Segundo Both (2019), o processo de projeto vem passando por mudanças positivas com a adoção do BIM, que, conforme destacado por Sabol (2008), apresenta-se como uma tecnologia transformadora, oferecendo uma plataforma digital compartilhada para todos os envolvidos na gestão do ciclo de vida de um edifício.

De acordo com Eastman *et al.* (2014), o uso do BIM traz melhorias em diversos aspectos do processo de projeto. Entre os benefícios estão a possibilidade de visualizações mais rápidas e precisas, a correção automática das representações do projeto sempre que alterações são feitas nos modelos, além de melhorias no desempenho e na qualidade da edificação.

Apesar dos benefícios apresentados, segundo Brasil (2018), apenas 9,2 % das empresas do setor da construção já haviam implantado o BIM na sua rotina de trabalho, em 2018.

Dessa forma, a partir da percepção do cenário do BIM no Brasil, em junho de 2017, o Governo Federal criou o Comitê Estratégico de Implementação do BIM (CE-BIM) com o objetivo de impulsionar a adoção do BIM no país e garantir um ambiente adequado para o seu uso. Para dar início a esse processo, o CE-BIM formulou a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM, conhecida como Estratégia BIM BR, que foi formalizada por meio do Decreto nº 9.377, de 2018. Este decreto, posteriormente, foi revogado pelos Decretos nº 9.983, de 2019, e nº 11.888, de 2024.

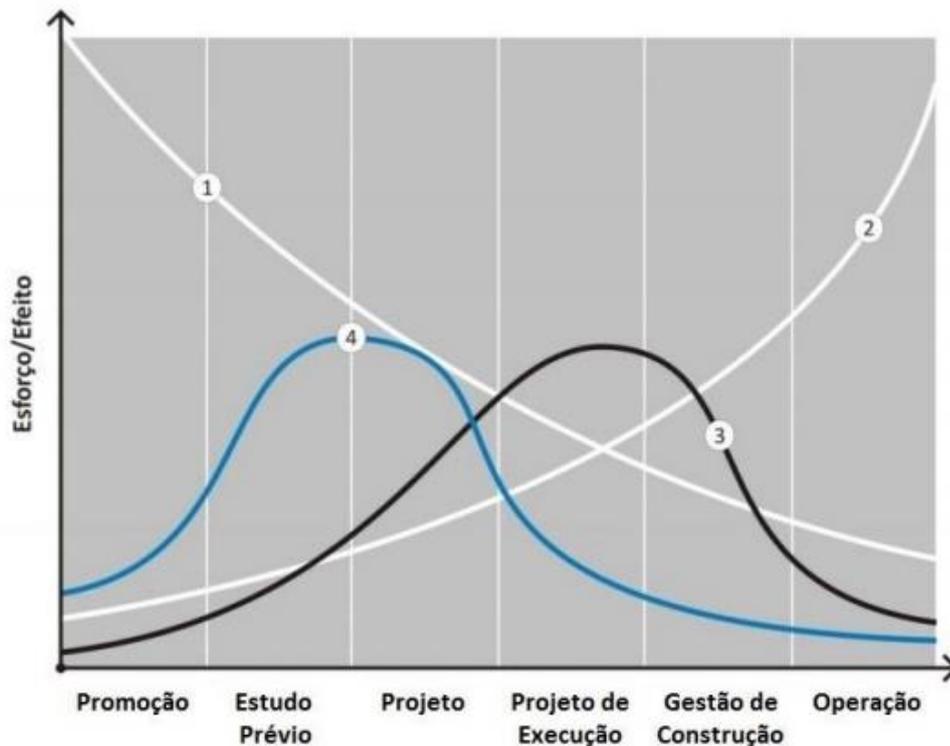
A Estratégia BIM BR foi reformulada em novembro de 2024, gerando a Nova BIM BR. Entre os objetivos estabelecidos pela Nova BIM BR, destaca-se o de alcançar o percentual de 35 % dos engenheiros e 45 % dos arquitetos com experiência em BIM até 2027 (Brasil, 2024).

De acordo com, Jaime e Blumenschein (2023), o uso do modelo BIM, especialmente para a detecção de conflitos, é fundamental para melhorar o gerenciamento de interferências, aproveitando suas vantagens na representação visual detalhada e no processamento de informações espaciais, o que facilita a identificação e resolução de problemas antes da execução da obra, permitindo que ações preventivas sejam tomadas ainda na etapa de projeto.

Este conceito é evidenciado a partir da curva de MacLeamy, ilustrada na Figura 3, onde cada linha significa (Ferreira, 2015):

- Linha 1: Capacidade de impactar custos e capacidades funcionais.
- Linha 2: Custo nas mudanças do projeto.
- Linha 3: Distribuição do esforço no processo tradicional.
- Linha 4: Nova distribuição do esforço num processo integrado (BIM).

Figura 3 - Curva de MacLeamy



Fonte: Ferreira (2015)

A partir da Curva de MacLeamy, fica evidente que a utilização do BIM permite um adiantamento, em relação ao processo tradicional, na detecção e resolução dos problemas ainda na etapa de projeto, reduzindo custos com mudanças.

No contexto do BIM na compatibilização de projetos, segundo Tommelein e Gholami (2012), desde que os objetos BIM tenham sido modelados de forma que ocupem volume no espaço, algoritmos modernos já são capazes de identificar e destacar conflitos existentes no projeto de forma automática. De acordo com Jaime e Blumenschein (2023), essa funcionalidade, chamada de *Clash Detection*, pode ser encontrada em *softwares* de compatibilização, como *Navisworks* e *Solibri*, e é, atualmente, a técnica mais utilizada para identificar e resolver conflitos entre diferentes disciplinas de projetos em BIM antes da execução da obra. Apesar disso, como destacam Jaime e Blumenschein (2023), a classificação e priorização desses conflitos continua sendo muito desafiadora, visto que, segundo Tommelein e Gholami (2012), raramente são feitos registros permanentes dos conflitos encontrados, tornando difícil tirar aprendizados com os problemas passados.

2.3 CLASSIFICAÇÃO DE CONFLITOS

Segundo Vanni (1999), a priorização dos conflitos mais significativos, durante a compatibilização de projetos, surge como uma das maneiras de padronizar e melhorar a eficiência do processo deste serviço. Assim, Jaime e Blumenschein (2023), afirmam que o conhecimento dos tipos de problemas mais encontrados no serviço de compatibilização ajuda a compreender as diferentes naturezas dos mesmos. Isto possibilita, em novos projetos, a identificação precoce dos conflitos e, conseqüentemente, a economia com desperdícios na obra e com manutenções futuras.

A partir disso, Tommelein e Gholami (2012) defendem a ideia de que devem ser desenvolvidas maneiras de melhorar, de forma construtiva ao longo do tempo, os processos de projeto para reduzir futuras ocorrências de conflitos já conhecidos. Os padrões historicamente identificados, segundo Jaime e Blumenschein (2023): “Devem ser utilizados para o desenvolvimento de perfis de probabilidade que permitem os gerentes BIM definirem e delimitarem as tolerâncias antes do processo de detecção de conflito, criando indicadores de referência que possam auxiliar no monitoramento dos erros, nas suas resoluções e mitigação”.

De acordo com a bibliografia existente consultada, foram encontradas 3 diferentes classificações de conflitos. A primeira, sugerida por Algayer (2014), consiste em pares das principais disciplinas de projeto: arquitetura, estrutural, hidrossanitário, elétrico e preventivo contra incêndio. Já a segunda e a terceira, sugeridas, respectivamente, por Jaime e Blumenschein (2023) e Akponeware e Adamu (2017), consistem nos principais fatores que causam conflitos. O Quadro 2 explicita as classes de cada classificação estudada pelos autores.

Quadro 2 - Classificações por cada autor

Algayer (2014)	Jaime e Blumenschein (2023)	Akponeware e Adamu (2017)
<ul style="list-style-type: none"> - Arquitetura x Estrutural - Arquitetura x Hidrossanitário - Arquitetura x Incêndio - Arquitetura x Elétrico - Estrutural x Hidrossanitário - Estrutural x Elétrico - Estrutural x Incêndio - Elétrico x Hidrossanitário - Elétrico x Incêndio - Incêndio x Hidrossanitário 	<ul style="list-style-type: none"> - Geometria - Atributos - Coordenação de tarefas - Construtibilidade - Padronização e normas - Especificação - Responsabilidade - Inconsistência do modelo 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de objetos de espaço reservado - Complexidade de edifícios ou seus subsistemas - Tempo inadequado do projeto à construção - Erro profissional por projetistas - Trabalhando isoladamente um do outro - Uso de nível de detalhe errado ou baixo - Uso de design 2D em vez de modelos BIM 3D - Uso de espaços reservados devido a direitos de propriedade intelectual - Designers trabalhando com diferentes formatos de arquivo - Objetos de modelo 3D excedendo a folga permitida - Inconsistência entre o design e a fabricação real - Outros

Fonte: elaborado pela autora (2024)

Algayer (2014), entrevistou 108 profissionais da área da construção civil e os questionou, dentre outros aspectos, se os mesmos já haviam presenciado problemas na compatibilização entre cada uma das classes estabelecidas. Os resultados obtidos pelo autor estão disponíveis no Quadro 3.

Já Jaime e Blumenschein (2023) não levantaram dados quantitativos sobre as classes. Os autores apenas fizeram uma vasta revisão bibliográfica e concluíram que as classes indicadas no Quadro 4 abrangem todas as incompatibilidades encontradas nos projetos de construção. O Quadro 4 elenca uma breve descrição sobre cada uma das classes de tipo de conflito pré-definidas.

Quadro 3 - Resultados obtidos das entrevistas feitas por Algayer (2014)

Grupos de duas disciplinas	Quantidade de entrevistados que já trabalharam com as incompatibilidades do grupo	Porcentagem
Arquitetura, Estrutural	88	81,48%
Arquitetura, Hidrossanitário	69	63,89%
Estrutural, Hidrossanitário	68	62,96%
Arquitetura, Elétrico	56	51,85%
Arquitetura, Incêndio	44	40,74%
Estrutural, Elétrico	43	39,81%
Elétrico, Hidrossanitário	42	38,89%
Estrutural, Incêndio	39	36,11%
Incêndio, Hidrossanitário	32	29,63%
Elétrico, Incêndio	31	28,70%
Total de pessoas entrevistadas	108	100,00%

Fonte: Algayer (2014)

Quadro 4 – Descrição de cada tipo de conflito

Tipo de conflito	Descrição
Geometria	Ocorrem quando há sobreposição, interpenetração ou colisão entre elementos geométricos, como paredes, pilares, dutos, tubulações, entre outros.
Atributos	Ocorrem quando os atributos, propriedades ou parâmetros dos elementos do modelo BIM não são consistentes ou íntegros.
Coordenação de tarefas	Decorrem da falta de coordenação entre as equipes e disciplinas envolvidas no projeto, resultando em problemas de sequenciamento e atrasos.
Construtibilidade	Surgem quando elementos do projeto não são viáveis ou possuem restrições construtivas, o que pode levar a problemas durante a execução da obra.
Padronização e normas	Ocorrem quando há divergências em relação a normas, padrões ou especificações técnicas adotadas no projeto.
Especificação	Acontecem quando há discrepâncias ou ambiguidades nas especificações técnicas dos elementos ou componentes do projeto.
Responsabilidade	Surgem quando não está claro quem é o responsável por determinada atividade ou componente do projeto, resultando em falta de ação ou atrasos.
Inconsistência do modelo	Causados por deficiências no desenvolvimento do próprio modelo BIM de cada disciplina (pode ser problemas de geometria, sobreposição, atributo, propriedades ou relações espaciais), apresentam divergências, contradições ou erros na representação de elementos e informações.

Fonte: Jaime e Blumenschein (2023)

Por fim, Akponeware e Adamu (2017), assim como Jaime e Blumenschein (2023), buscaram, na literatura publicada, padrões que regem as principais incompatibilidades encontradas em projetos de construção, quanto à tipologia do problema. Após a definição das classes de estudo, os autores realizaram entrevistas com cerca de 120 profissionais da área. Dentre outras perguntas, foi solicitado a cada um dos participantes da pesquisa que selecionassem as 5 principais razões para os conflitos em projetos de construção. Os resultados da pesquisa podem ser vistos no Quadro 5.

Quadro 5 - Resultados obtidos por Akponeware e Adamu (2017)

Causa da incompatibilidade	Quantidade de entrevistados que selecionaram a classe como uma das cinco principais causas de incompatibilidades	Porcentagem
Trabalhando isoladamente um do outro	84	72,00%
Tempo inadequado do projeto à construção	65	55,00%
Erro profissional por projetistas	64	54,00%
Inconsistência entre o design e a fabricação real	59	51,00%
Complexidade de edifícios ou seus subsistemas	51	43,00%
Uso de design 2D em vez de modelos BIM 3D	41	35,00%
Uso de objetos de espaço reservado	38	32,00%
Uso de nível de detalhe errado ou baixo	34	29,00%
Objetos de modelo 3D excedendo a folga permitida	25	22,00%
Outros	12	10,00%
Uso de espaços reservados devido a direitos de propriedade intelectual	10	9,00%
Designers trabalhando com diferentes formatos de arquivo	11	9,00%
Total de pessoas entrevistadas	120	100,00%

Fonte: Akponeware e Adamu (2017)

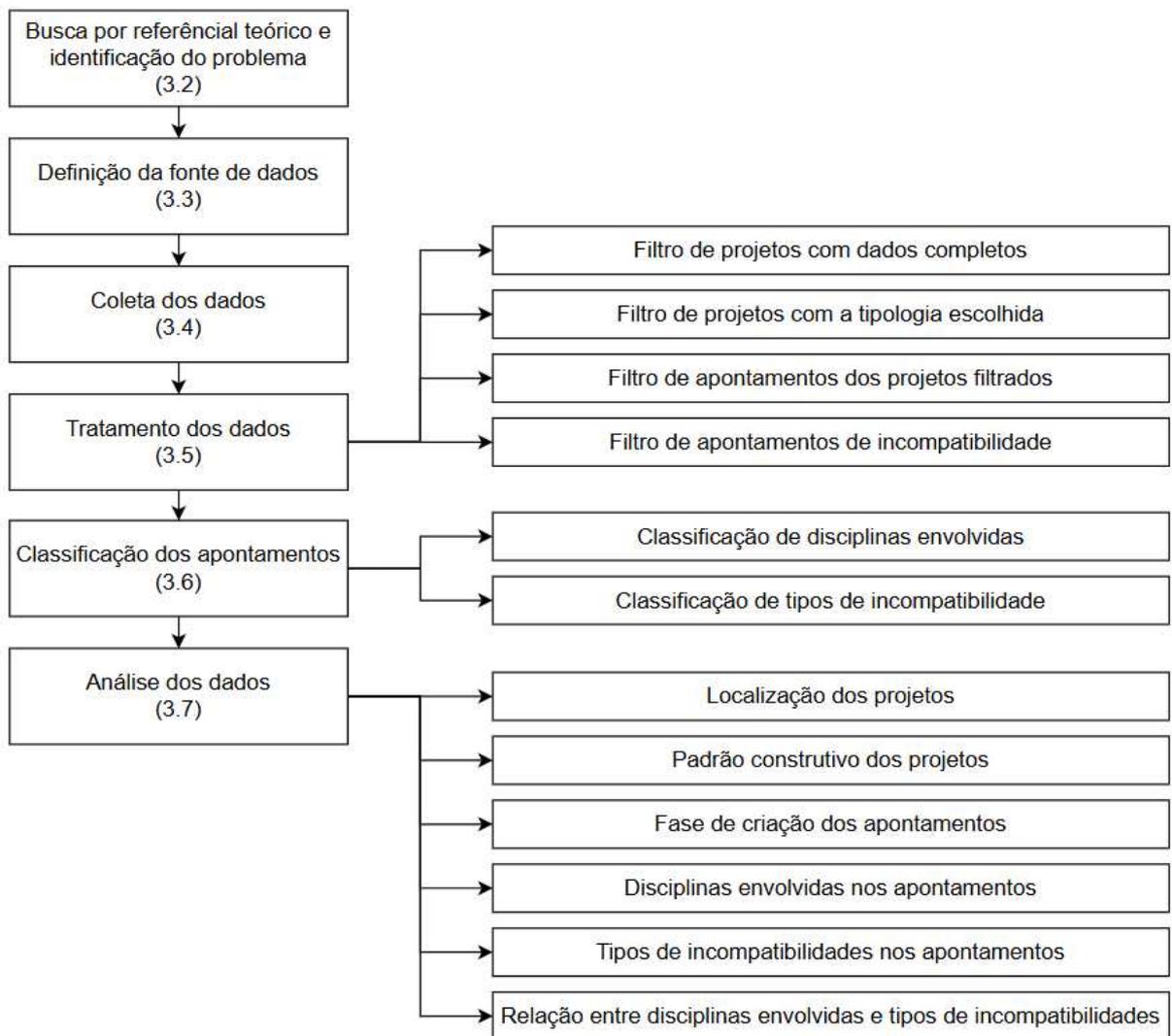
Assim, sabendo que os estudos de referência utilizaram entrevistas como fonte de dados, percebe-se a limitação quanto à confiabilidade e à validade dos resultados. Segundo Fraser e Gondim (2004), a interação social nas entrevistas pode introduzir viés, como a influência do entrevistador ou a tendência dos entrevistados em fornecer

respostas desejáveis. Além disso, a validade externa é limitada, pois os resultados dificilmente podem ser generalizados para outras populações. Por isso, segundo Santos *et al.* (2020), para garantir credibilidade e confiabilidade das pesquisas, é importante que seja utilizada a estratégia da triangulação, que refere-se à investigação de um fenômeno sob diferentes perspectivas ou abordagens metodológicas (Flick, 2011). A presente pesquisa, então, traz essa nova perspectiva.

3 MÉTODO

Neste capítulo serão descritas a classificação da pesquisa e as etapas nela realizadas: busca por referencial teórico, identificação do problema e fonte, coleta, tratamento, classificação e análise dos dados, conforme a Figura 4.

Figura 4 - Etapas da pesquisa



Fonte: elaborada pela autora (2024)

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

De acordo com Silva e Menezes (2005), uma pesquisa acadêmica pode ser classificada de várias formas. Assim, este trabalho de conclusão de curso se encaixa nas categorias elencadas no Quadro 6.

Quadro 6 - Classificação desta pesquisa

Classificação		Justificativa
Quanto à natureza	Pesquisa aplicada	A pesquisa busca melhorar processos existentes no serviço de compatibilização de projetos, tornando-os mais eficientes e eficazes na prática, aplicando o conhecimento teórico ao contexto real.
Quanto à forma de abordagem do problema	Pesquisa quantitativa	A pesquisa envolve a coleta, tratamento e análise de dados de forma estatística relacionados ao serviço de compatibilização de projetos.
Quanto aos objetivos	Pesquisa descritiva	O principal objetivo da pesquisa é descrever os resultados observados na busca de padrões entre os conflitos identificados durante o serviço de compatibilização de projetos utilizando o BIM.
Quanto aos procedimentos técnicos	Pesquisa documental	A pesquisa se baseia em um banco de dados de apontamentos de incompatibilidades.

Fonte: elaborado pela autora (2024)

3.2 REFERENCIAL TEÓRICO E IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Para fundamentar este trabalho, foi realizada uma revisão bibliográfica em nível internacional, utilizando diversas bases de dados acadêmicas, tais como Periódicos Capes, *Google Acadêmico* e repositórios das universidades brasileiras, utilizando palavras-chave como “engenharia civil”, “BIM”, “compatibilização”, “compatibilização de projetos”, “incompatibilidades” e “*clashes*”. A busca concentrou-se em trabalhos que abordassem a temática da compatibilização de projetos de construção civil.

Após a seleção e leitura das publicações, foi possível identificar a lacuna que este trabalho objetiva preencher. Também foi possível estabelecer aspectos relacionados às análises a serem realizadas, baseando-se nos estudos prévios.

3.3 FONTE DOS DADOS

Após a definição do problema, foi encontrada uma empresa especializada em coordenação e compatibilização de projetos de construção civil para fornecimento dos dados das incompatibilidades elencadas durante o serviço de compatibilização, a qual autorizou o acesso ao seu banco de dados de projeto, mais especificamente no que diz respeito às incompatibilidades de projeto. Todos são modelados em BIM. A empresa escolhida não executa os projetos, então aguarda o recebimento dos mesmos de cada disciplina por cada projetista externo responsável, faz uma verificação de todos eles, separadamente e em conjunto, entende as incompatibilidades encontradas, realiza propostas de solução e as envia para cada projetista visando a resolução dos problemas até a próxima entrega. Todos os passos anteriores se repetem até o projeto estar definitivamente pronto para ser colocado em prática na obra.

Essa comunicação é feita por meio da plataforma *Construflow*, uma ferramenta utilizada na indústria da construção civil, com o objetivo de otimizar a coordenação e a compatibilização de projetos entre as diferentes disciplinas envolvidas nos mesmos. Por meio desse sistema, é possível registrar e gerenciar as incompatibilidades identificadas nos projetos, facilitando a comunicação entre as equipes de projeto, o que contribui para a resolução ágil de problemas antes da execução da obra.

Os dados utilizados durante a realização deste trabalho foram obtidos do banco de dados da *Construflow* da empresa.

3.4 COLETA DOS DADOS

A plataforma *Construflow* não disponibiliza, originalmente, a funcionalidade de extração em massa dos seus dados, porém, após a autora entrar em contato com o suporte, foram fornecidas instruções para extraí-los por meio de uma requisição da Interface de Programação de Aplicação (API) da plataforma. A API é um conjunto de regras que permite a comunicação entre diferentes sistemas, aplicativos ou

plataformas e, neste caso, a comunicação foi feita entre um código escrito pela autora e o banco de dados da *Construflow*.

A requisição da API foi feita a partir de um código na linguagem de programação *JavaScript* utilizando o *login* e senha de acesso fornecido pela empresa de compatibilização de projetos escolhida, o qual garantiu o acesso autorizado às informações registradas na plataforma. O código utilizado encontra-se disponível no Apêndice A.

O processo de coleta incluiu a extração e registro dos dados em uma planilha com duas abas: uma com os projetos, contendo nome do projeto, localização da obra, tipo de edificação e padrão construtivo de cada um, e outra com os apontamentos de incompatibilidade, contendo título, descrição e projeto de cada. A primeira aba foi fornecida integralmente, apenas ocultando o nome do projeto, no Apêndice B. A segunda aba não foi fornecida de forma integral por conter muitas informações sobre os projetos e clientes da empresa e por ser uma planilha muito extensa. Dessa forma, foram disponibilizados 20 apontamentos, no Apêndice C, para exemplificar o banco de dados analisado. Foram coletados todos os dados cadastrados na plataforma *Construflow* pela empresa desde setembro de 2019 até junho de 2024, totalizando 120 projetos e 30.902 apontamentos de incompatibilidade.

3.5 TRATAMENTO DOS DADOS

Após a coleta e organização dos dados na planilha, foi necessário realizar o tratamento dos mesmos. O tratamento envolveu duas etapas de filtragem, as quais foram essenciais para assegurar a consistência e a qualidade das informações a serem analisadas:

- **Filtro de projetos com dados completos:** após a extração dos dados, foi identificado que alguns projetos apresentavam informações insuficientes para uma análise completa, como a localização da obra e o tipo de edificação. Para contornar essa limitação, foi realizada uma busca na *internet*, a fim de complementar as informações. Embora essa abordagem tenha sido bem-sucedida em alguns casos, não foi possível preencher todas as lacunas de dados. Dessa forma, os projetos cujas informações estavam incompletas foram

eliminados do banco de dados. Após este filtro, o número de projetos diminuiu de 120 para 109.

- **Filtro de projetos com a tipologia escolhida:** após a identificação das características de cada projeto, foi feito um filtro apenas com aqueles de edificações verticais residenciais multifamiliares. Dessa forma, os projetos que não se enquadram nessas características foram eliminados do banco de dados. Após esse filtro, o número de projetos diminuiu de 109 para 96.
- **Filtro de apontamentos dos projetos filtrados:** após saber quais projetos serviriam para o estudo, foram mantidos no banco de dados apenas os apontamentos correspondentes a estes. Após esse filtro, o número de apontamentos de incompatibilidade diminuiu de 30.902 para 27.117.
- **Filtro de apontamentos de incompatibilidade:** foi identificado que muitos apontamentos não eram de fato incompatibilidades, mas apenas repasses de informação, não fazendo sentido para a classificação e análise futuras. Dessa forma, esses apontamentos foram descartados e apenas os relevantes foram mantidos no banco de dados. Após esse filtro, o número de apontamentos de incompatibilidade diminuiu de 27.117 para 24.934. A exemplo dos apontamentos descartados temos os presentes no Quadro 7.

Quadro 7 - Exemplos de apontamentos descartados do banco de dados da pesquisa

Título	Descrição
Definições em relação a área de lazer	Discussão no grupo de <i>whatsapp</i> sobre as definições em relação aos espaços de lazer e vagas de garagem
Entrega do Relatório das instalações	Foram entregues os relatórios com o estudo preliminar dos projetos de instalações em relação a proposta de arquitetura da edificação

Fonte: elaborado pela autora (2024)

3.6 CLASSIFICAÇÕES DOS APONTAMENTOS

Após o tratamento dos dados, foi realizada a classificação dos apontamentos em duas categorias: disciplinas envolvidas e tipos de incompatibilidades. Para tanto, foram utilizados os títulos e as descrições dos apontamentos, os quais forneceram as

informações necessárias para associá-los de forma precisa às respectivas categorias. Essa associação foi feita de forma manual pela autora.

Na categoria de disciplinas envolvidas, diversas áreas foram identificadas, porém, foram registradas apenas as principais que contemplam o produto final de uma edificação, segundo Algayer (2014): arquitetura, estrutural, elétrico, hidrossanitário e preventivo contra incêndio. Dessa forma, o restante das disciplinas foi identificado como “outros”, como, por exemplo, as disciplinas de interiores, luminotécnico e paisagismo. Essa classificação foi feita de forma que cada apontamento de incompatibilidade pudesse ser atribuído a mais de uma disciplina, abrangendo todas as envolvidas no problema.

Já na categoria tipos de incompatibilidades, as classificações adotadas foram as apresentadas por Jaime e Blumenschein (2023): geometria, atributos, coordenação de tarefas, construtibilidade, padronização e normas, especificação, responsabilidade e inconsistência do modelo. Essa classificação foi feita de forma que cada apontamento de incompatibilidade pudesse ser atribuído a apenas um tipo de incompatibilidade.

Além das duas classificações citadas, inicialmente pretendia-se fazer uma terceira: a apresentada por Akponeware e Adamu (2017). Porém, para que esta categorização fosse feita de forma assertiva, eram necessários mais detalhes sobre o ocorrido em cada apontamento, informações as quais a empresa não conseguiu fornecer. Portanto, optou-se por seguir apenas com as duas classificações iniciais.

3.7 ANÁLISE DOS DADOS

Com os dados devidamente filtrados e classificados, a análise foi realizada para identificar padrões e tendências nas incompatibilidades. Para isso, inicialmente, foi realizada uma análise de abrangência dos projetos, entendendo de quais estados e regiões brasileiros são a maior parte destes.

Posteriormente, foram feitas algumas análises de frequência: dos padrões construtivos dos projetos, das fases de projeto de criação dos apontamentos e dos grupos de disciplina envolvidos nos apontamentos. Para isso, foram calculados os totais e percentuais de incompatibilidades para cada grupo, permitindo observar quais apresentaram maior número de conflitos.

Além da análise de frequência, foi feita uma análise comparativa com o estudo de Algayer (2014), que hierarquizou os grupos de disciplinas mais frequentes em incompatibilidades a partir de entrevistas com profissionais da área. A comparação visou verificar se as distribuições encontradas nos projetos analisados estavam alinhadas com os resultados observados no estudo de referência, ajudando a validar a consistência dos dados.

Após a análise de grupos de disciplinas, foi realizada uma análise de frequência dos tipos de incompatibilidade, com base nas categorias previamente definidas por Jaime e Blumenschein (2023). Os totais e porcentagem de cada categoria foram calculados, permitindo identificar quais tipos foram mais comuns nos projetos analisados.

É importante destacar que, ao contrário da análise das disciplinas, não foi realizada uma comparação com outros estudos na análise dos tipos de incompatibilidade, pois o autor de referência não realizou uma análise quantitativa. Portanto, a análise foi focada exclusivamente na distribuição e na frequência observada no presente conjunto de dados.

Por fim, uma última análise foi realizada para verificar a possível relação entre disciplinas e tipos de incompatibilidade. Para isso, foi utilizado o teste de qui-quadrado, que tem como objetivo determinar se existe uma associação significativa entre as duas variáveis (Moreno; Morcillo, 2020).

Inicialmente, definiu-se as hipóteses nula (H0) e alternativa (H1):

- H0: Disciplina e tipo de incompatibilidade são variáveis independentes na população em estudo.
- H1: Existe associação entre as variáveis disciplina e tipo de incompatibilidade, na população em estudo.

Organizou-se, então, os dados em um quadro de contingência, onde as linhas representam os tipos de incompatibilidade e as colunas correspondem às disciplinas. Cada célula do quadro contém a frequência observada (O) de ocorrências para a combinação específica das variáveis.

Com base nas frequências observadas, calculou-se, utilizando a equação 1, as frequências esperadas (E) para cada célula, assumindo a hipótese de independência entre as variáveis.

$$E_{ij} = \frac{(total\ da\ linha\ i) \times (total\ da\ coluna\ j)}{(total\ geral)} \quad (1)$$

Para avaliar a discrepância entre os valores observados e esperados, calculou-se a contribuição ($\chi^2_{unitário}$) de cada célula para a estatística qui-quadrado utilizando a equação 2. Essas contribuições indicam o quanto cada célula contribui para a estatística qui-quadrado total.

$$\chi^2_{unitário} = \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \quad (2)$$

A estatística qui-quadrado calculado (χ^2), então, foi obtida somando as contribuições de todas as células.

Após a definição do qui-quadrado calculado, foi encontrado o valor do qui-quadrado crítico (χ^2_c) a partir das etapas:

- Definição do nível de significância (P) em 5 %.
- Cálculo dos graus de liberdade (GL), usando a equação 3.

$$GL = (\text{número de linhas} - 1) \times (\text{número de colunas} - 1) \quad (3)$$

- Busca, no quadro de distribuição de qui-quadrado, do valor de qui-quadrado crítico correspondente.

A partir disso, foram comparados os valores de χ^2 e χ^2_c .

Além do teste qui-quadrado, foi calculado, a partir da equação 4, o coeficiente de contingência de Pearson (C), que mede, em um intervalo de 0 a 1, a força da associação entre as variáveis estudadas, onde valores próximos a 0 indicam uma associação fraca e valores próximos a 1 indicam uma associação forte.

$$C = \sqrt{\frac{k \times \chi^2}{(k-1) \times (total\ geral + \chi^2)}} \quad (4)$$

onde k é o menor valor entre o número de linhas e colunas,

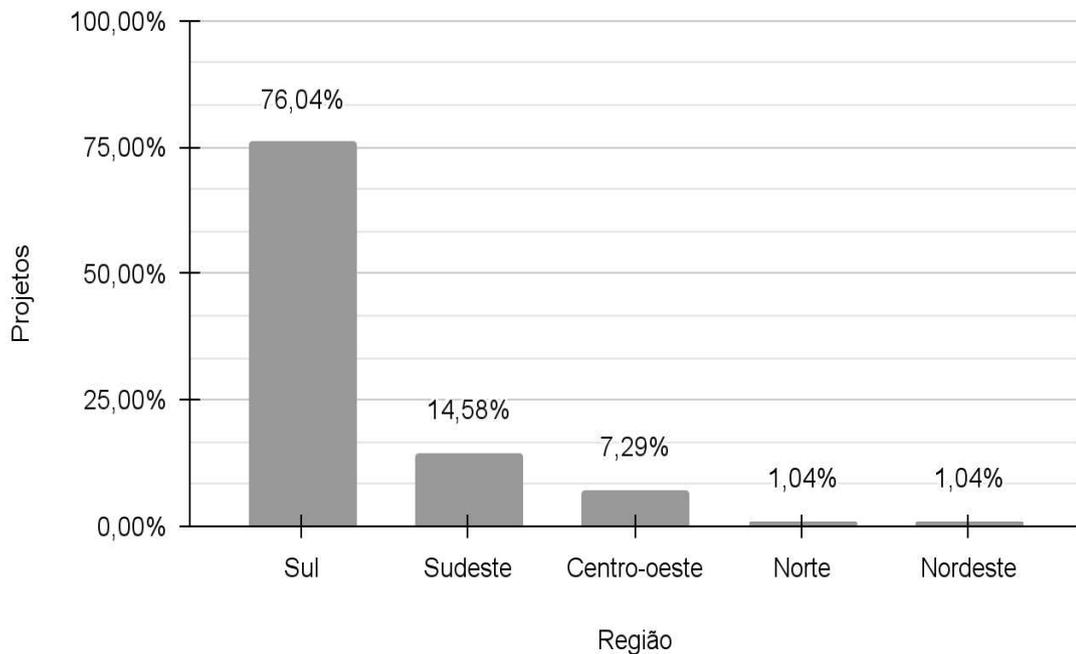
4 RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos a partir da análise dos dados extraídos da plataforma *Construflow*. A análise foi realizada com base na localização e padrão construtivo de cada projeto e com base na fase, disciplinas envolvidas e tipos de incompatibilidade de cada apontamento do banco de dados.

4.1 LOCALIZAÇÃO DOS PROJETOS

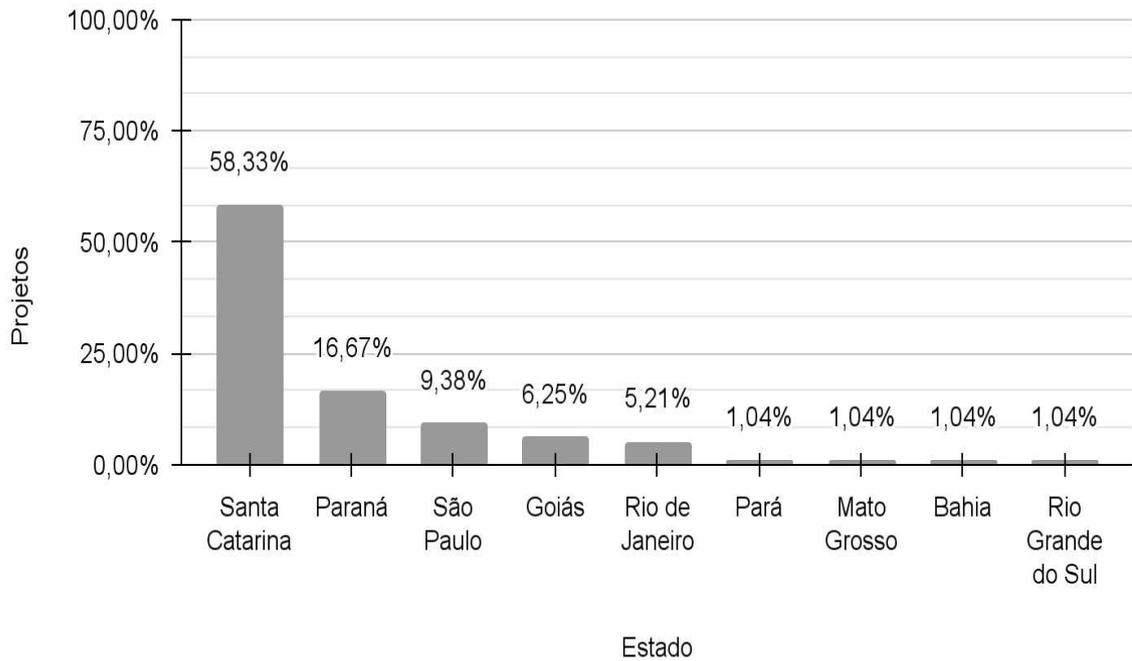
O banco de dados possui informações sobre 96 projetos de todas as regiões do Brasil, sendo a sua grande maioria (76,04 %) localizada na Região Sul do país, como mostra a Figura 5. Já, de acordo com a Figura 6, os estados com maior número de projetos são Santa Catarina (58,33 %) e Paraná (16,67 %), visto que são os dois estados onde a empresa estudada está instalada.

Figura 5 - Porcentagem de projetos por região brasileira



Fonte: elaborada pela autora (2024)

Figura 6 - Porcentagem de projetos por estado brasileiro



Fonte: elaborada pela autora (2024)

4.2 PADRÃO CONSTRUTIVO DOS PROJETOS

O banco de dados possui informações sobre projetos de diferentes padrões construtivos: baixo, médio ou alto. O Quadro 8 expõe as quantidades de projetos e de apontamentos relacionados a cada padrão.

Quadro 8 - Quantidade e porcentagem de projetos e de apontamentos por padrão construtivo

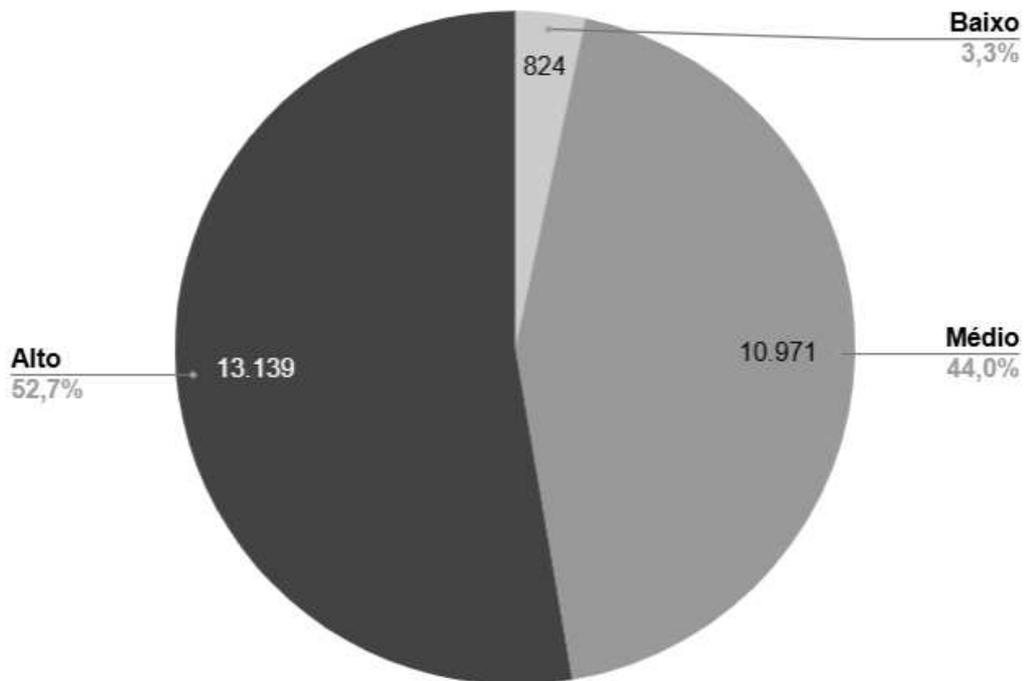
Padrão construtivo	Projetos	Porcentagem de projetos	Apontamentos	Porcentagem de apontamentos
Baixo	7	7,29%	824	3,30%
Médio	43	44,79%	10.971	44,00%
Alto	46	47,92%	13.139	52,70%
Total	96	100,00%	24.934	100,00%

Fonte: elaborado pela autora (2024)

A análise dos dados revela que a maior parte dos projetos pertence ao padrão alto (47,92%), seguido do padrão médio (44,79%) e do baixo (7,29%). Além disso, é notável uma proporcionalidade do número de projetos com o número de

apontamentos, visto que a análise dos apontamentos segue a mesma ordem da dos projetos: padrão alto (52,70%), padrão médio (44,00%) e, por fim, padrão baixo (3,30%), conforme a Figura 7.

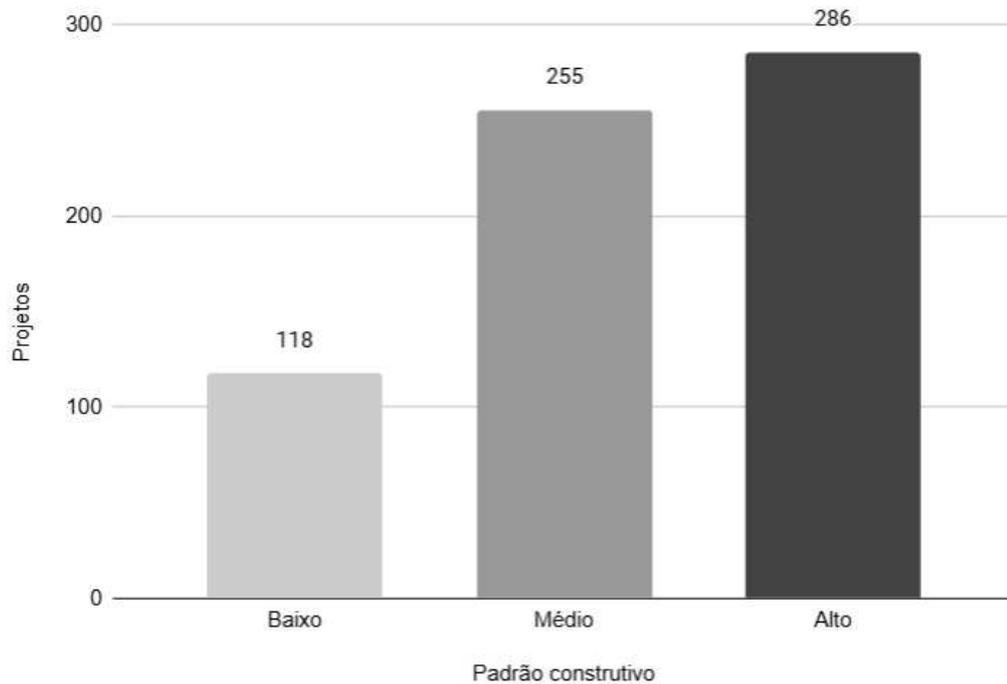
Figura 7 - Quantidade e porcentagem de apontamentos por padrão construtivo



Fonte: elaborada pela autora (2024)

Foi possível, também, compreender qual o número médio de apontamentos que são gerados durante o serviço de compatibilização para projetos de cada padrão construtivo. De acordo com a Figura 8, nota-se que projetos de médio ou alto padrão possuem, em média, mais que o dobro de apontamentos que projetos de padrão baixo, o que pode ser justificado pela maior complexidade envolvida em projetos de maior padrão construtivo e pela maior exigência de construtoras que idealizam edificações com essa característica.

Figura 8 - Média de apontamentos por projeto de cada padrão construtivo



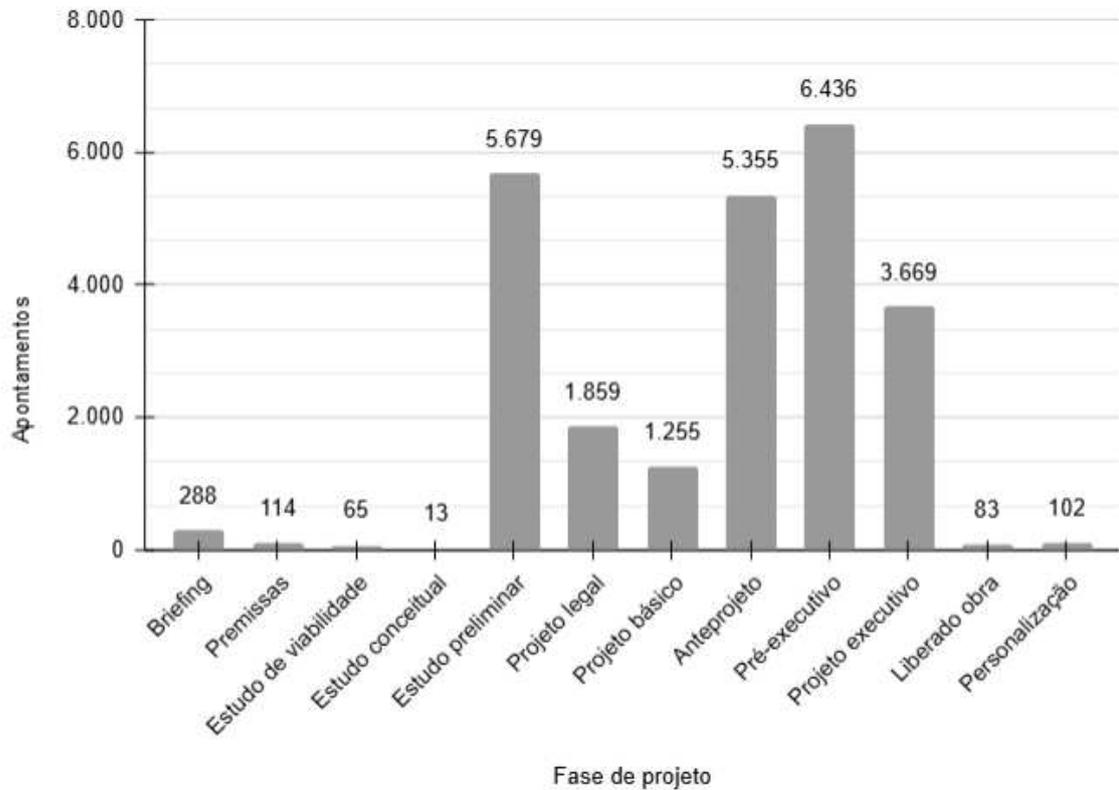
Fonte: elaborada pela autora (2024)

4.3 FASE DE CRIAÇÃO DOS APONTAMENTOS

O banco de dados de apontamentos de incompatibilidade contém informação sobre a fase de projeto na qual o apontamento foi criado. A empresa que forneceu os dados utiliza, como padrão interno, as fases de projeto elencadas a seguir, em ordem cronológica de execução: briefing, premissas, estudo de viabilidade, estudo conceitual, estudo preliminar, projeto legal, projeto básico, anteprojeto, pré-executivo, projeto executivo, liberado obra e personalização.

Percebe-se, a partir da Figura 9, que o maior esforço despendido com o serviço de compatibilização de projetos se encontra durante as fases de estudo preliminar, anteprojeto e pré-executivo. Percebe-se, também, uma semelhança com a curva de MacLeamy ilustrada anteriormente na Figura 3. Comprova-se, então, que o serviço de compatibilização de projetos atrelado ao BIM permite a maior parte dos problemas seja resolvida até a fase pré-executiva, visto que o número de apontamentos caiu pela metade desta fase até a fase executiva e se tornou praticamente nulo a partir do momento que o projeto foi liberado para obra.

Figura 9 - Quantidade de apontamentos criados em cada fase de projeto



Fonte: elaborada pela autora (2024)

4.4 DISCIPLINAS ENVOLVIDAS NOS APONTAMENTOS

Uma análise foi realizada para verificar a distribuição dos apontamentos de acordo com as disciplinas dos projetos. Os dados coletados e classificados revelaram uma variação significativa no número de apontamentos entre os diferentes grupos de disciplina, como mostra o Quadro 9.

Quadro 9 - Quantidade e porcentagem de apontamentos de cada grupo de disciplina

Grupo de disciplina	Apontamentos	Porcentagem
Arquitetura	5.176	20,76%
Hidrossanitário	2.817	11,30%
Arquitetura, Estrutural	2.679	10,74%
Outros	2.441	9,79%
Arquitetura, Hidrossanitário	1.796	7,20%
Estrutural	1.747	7,01%
Elétrico	1.738	6,97%
Arquitetura, Incêndio	1.221	4,90%
Incêndio	831	3,33%
Arquitetura, Estrutural, Hidrossanitário	754	3,02%
Arquitetura, Elétrico	684	2,74%
Estrutural, Hidrossanitário	543	2,18%
Arquitetura, Estrutural, Incêndio	269	1,08%
Elétrico, Hidrossanitário	254	1,02%
Incêndio, Hidrossanitário	209	0,84%
Arquitetura, Elétrico, Hidrossanitário	192	0,77%
Arquitetura, Incêndio, Hidrossanitário	190	0,76%
Arquitetura, Elétrico, Incêndio, Hidrossanitário	170	0,68%
Arquitetura, Estrutural, Elétrico, Incêndio, Hidrossanitário	169	0,68%
Elétrico, Incêndio	155	0,62%
Elétrico, Incêndio, Hidrossanitário	138	0,55%
Estrutural, Elétrico	97	0,39%
Arquitetura, Estrutural, Elétrico	97	0,39%
Arquitetura, Estrutural, Incêndio, Hidrossanitário	94	0,38%
Estrutural, Incêndio	93	0,37%
Arquitetura, Elétrico, Incêndio	92	0,37%
Arquitetura, Estrutural, Elétrico, Hidrossanitário	90	0,36%
Estrutural, Elétrico, Hidrossanitário	75	0,30%
Estrutural, Elétrico, Incêndio, Hidrossanitário	54	0,22%
Estrutural, Incêndio, Hidrossanitário	34	0,14%
Arquitetura, Estrutural, Elétrico, Incêndio	23	0,09%
Estrutural, Elétrico, Incêndio	12	0,05%
Total	24.934	100,00%

Fonte: elaborado pela autora (2024)

A partir disso, nota-se que o destaque vai para problemas envolvendo a disciplina isolada de arquitetura, a disciplina isolada de hidrossanitário e a combinação entre arquitetura e estrutural, os quais, juntos, totalizam mais de 40% de todos os apontamentos da base de dados.

Para uma possível análise comparativa, não foram considerados os apontamentos classificados apenas como “Outros” ou como uma disciplina isolada, restando 10.184 apontamentos. Isso foi feito para que todos os apontamentos restantes pudessem ser comparados com pelo menos um grupo de duas disciplinas estabelecido por Algayer (2014) no Quadro 3, como mostra o Quadro 10.

Quadro 10 – Comparação da frequência dos grupos de disciplina nas incompatibilidades na presente análise e na de Algayer (2014)

Grupos de duas disciplinas	Presente TCC		Algayer (2014)	
	Quantidade de apontamentos	Porcentagem	Quantidade de entrevistados que já trabalharam com as incompatibilidades do grupo	Porcentagem
Arquitetura, Estrutural	4.175	41,00%	88	81,48%
Arquitetura, Hidrossanitário	3.455	33,93%	69	63,89%
Arquitetura, Incêndio	2.228	21,88%	44	40,74%
Estrutural, Hidrossanitário	1.813	17,80%	68	62,96%
Arquitetura, Elétrico	1.517	14,90%	56	51,85%
Elétrico, Hidrossanitário	1.142	11,21%	42	38,89%
Incêndio, Hidrossanitário	1.058	10,39%	32	29,63%
Elétrico, Incêndio	813	7,98%	31	28,70%
Estrutural, Incêndio	748	7,34%	39	36,11%
Estrutural, Elétrico	617	6,06%	43	39,81%
Total	Apontamentos considerados: 10.184		Pessoas entrevistadas: 108	

Fonte: elaborado pela autora (2024)

Ao comparar os resultados das duas pesquisas, é possível perceber que ambas corroboram sobre os grupos de disciplinas mais frequentes em apontamentos

de incompatibilidade serem: arquitetura e estrutural, seguido de arquitetura e hidrossanitário. Porém, apesar da convergência da ordem dos primeiros dois grupos, as porcentagens possuem grande discrepância, sendo as de Algayer (2014) quase o dobro das da presente autora.

Ao analisar os dados com mais profundidade, encontrou-se uma possível justificativa para tão grande diferença: a repetição da amostragem de dados. Ambas as pesquisas permitem que um mesmo elemento da amostra (um apontamento ou uma entrevista) possa ser contabilizado em mais de um grupo de disciplina. Porém, ao comparar o percentual de dados repetidos entre as pesquisas, como mostra o Quadro 11, nota-se que Algayer (2014) possui quase o dobro da quantidade de dados repetidos, se comparado com a presente pesquisa. Podendo, então, concluir que ambas pesquisas seguem alinhadas em resultados e que os dois grupos de disciplina em destaque realmente são os mais preocupantes em questão de compatibilização de projetos.

Quadro 11 - Comparação das quantidades e porcentagens de amostras repetidas nos resultados das pesquisas

Dados	Presente TCC	Algayer (2014)
Unitários	10.184	108
Repetidos	7.382	404
Totais (unitários + repetidos)	17.566	512
% dos repetidos	42,02%	78,91%

Fonte: elaborado pela autora (2024)

Após a análise comparativa entre as pesquisas, observa-se que, embora a pesquisa da presente autora apresente uma maior diversidade de classes de incompatibilidade, isso pode ser interpretado com base no princípio de Pareto 80-20. Esse princípio sugere que, em muitas situações, 80 % dos efeitos vêm de apenas 20 % das causas (Pozo, 2004). Se aplicado ao contexto desta pesquisa, isso implicaria que, apesar de o estudo abranger uma maior quantidade de categorias, as incompatibilidades mais impactantes podem ser atribuídas a um número reduzido de classes, como as que envolvem as disciplinas de arquitetura e estrutural. Nesse sentido, poderia ser mais eficiente priorizar a resolução das incompatibilidades mais

recorrentes e com maior impacto nos projetos, já que estas representam a maior parte dos problemas.

4.5 TIPOS DE INCOMPATIBILIDADES NOS APONTAMENTOS

A análise foi realizada para verificar a distribuição dos apontamentos de acordo com os tipos de incompatibilidades definidos por Jaime e Blumenschein (2023). O Quadro 12 mostra a porcentagem de apontamentos em cada uma dessas categorias.

Quadro 12 - Quantidade e porcentagem de apontamentos por categoria de tipo de incompatibilidade

Tipo de incompatibilidade	Apontamentos	Porcentagem
Inconsistência do modelo	8.122	32,57%
Geometria	6.297	25,25%
Construtibilidade	4.441	17,81%
Padronização e normas	1.932	7,75%
Atributos	1.661	6,66%
Especificação	1.456	5,84%
Responsabilidade	551	2,21%
Coordenação de tarefas	474	1,90%
Total	24.934	100,00%

Fonte: elaborado pela autora (2024)

Os resultados revelaram que as categorias “Inconsistência do modelo” e “Geometria” foram as mais frequentes, totalizando mais de 50 % de todos os apontamentos da base de dados. A categoria “Construtibilidade” apresentou menor frequência, mas ainda assim foi identificada como uma das causas mais relevantes de incompatibilidades.

De forma qualitativa, outros autores reafirmam a importância das categorias mais relevantes. Segundo Volpato (2015), o grande número de interferências entre os projetos demonstra o descuido nas atividades de lançamento dos elementos de cada disciplina no modelo. Já Barros e Melo (2020), afirmam sobre a grande quantidade de casos de incoerências entre os projetos de construção, justificados pela falta de interação entre os responsáveis envolvidos e pela deficiência nos processos gerenciais. Abreu (2020), por sua vez, ao avaliar níveis de construtibilidade,

pontua a realização da coordenação de projetos como fator favorável à melhoria de tal variável.

4.6 RELAÇÃO ENTRE OS GRUPOS DE DISCIPLINA E OS TIPOS DE INCOMPATIBILIDADE

A análise da relação entre as disciplinas envolvidas e os tipos de incompatibilidades identificadas foi conduzida por meio do teste qui-quadrado de independência, o qual permitiu verificar se existe uma associação significativa entre as duas variáveis categóricas, conforme descrito no capítulo de método.

Os resultados do quadro de contingência com os valores observados para a combinação específica das variáveis são mostrados no Quadro 13.

Quadro 13 - Valores observados no banco de dados

Valores observados							
Tipo / Disciplina	Arquitetura	Elétrico	Estrutural	Hidrossanitário	Incêndio	Outros	Total
Responsabilidade	346	98	131	183	102	466	1326
Geometria	3545	1118	2895	2436	985	2979	13958
Construtibilidade	2309	604	1021	1373	477	2457	8241
Padronização e normas	1364	183	525	433	533	883	3921
Atributos	942	247	432	338	146	759	2864
Especificação	780	277	309	370	199	829	2764
Inconsistência do modelo	4145	1410	1379	2286	1207	4829	15256
Coordenação de tarefas	265	103	138	160	105	386	1157
Total	13696	4040	6830	7579	3754	13588	49487

Fonte: elaborado pela autora (2024)

Já os resultados dos cálculos das frequências esperadas de cada célula, utilizando a Equação 1 estão presentes no Quadro 14.

Quadro 14 - Valores esperados assumindo a hipótese nula

Valores esperados							
Tipo / Disciplina	Arquitetura	Elétrico	Estrutural	Hidrossanitário	Incêndio	Outros	Total
Responsabilidade	367,0	108,3	183,0	203,1	100,6	364,1	1326
Geometria	3863,0	1139,5	1926,4	2137,7	1058,8	3832,5	13958
Construtibilidade	2280,8	672,8	1137,4	1262,1	625,1	2262,8	8241
Padronização e normas	1085,2	320,1	541,2	600,5	297,4	1076,6	3921
Atributos	792,6	233,8	395,3	438,6	217,3	786,4	2864
Especificação	765,0	225,6	381,5	423,3	209,7	758,9	2764
Inconsistência do modelo	4222,2	1245,5	2105,6	2336,5	1157,3	4188,9	15256
Coordenação de tarefas	320,2	94,5	159,7	177,2	87,8	317,7	1157
Total	13696	4040	6830	7579	3754	13588	49487

Fonte: elaborado pela autora (2024)

As contribuições para a estatística qui-quadrado total de cada célula, calculadas a partir da Equação 2, são mostradas no Quadro 15.

Quadro 15 - Valores de contribuições unitárias de qui-quadrado

Contribuições de qui-quadrado						
Tipo / Disciplina	Arquitetura	Elétrico	Estrutural	Hidrossanitário	Incêndio	Outros
Responsabilidade	1,20	0,97	14,78	1,99	0,02	28,53
Geometria	26,18	0,41	486,98	41,63	5,15	190,09
Construtibilidade	0,35	7,03	11,91	9,74	35,11	16,67
Padronização e normas	71,64	58,72	0,48	46,72	186,55	34,82
Atributos	28,14	0,74	3,41	23,08	23,37	0,95
Especificação	0,30	11,69	13,77	6,71	0,54	6,47
Inconsistência do modelo	1,41	21,74	250,72	1,09	2,13	97,80
Coordenação de tarefas	9,52	0,77	2,94	1,67	3,38	14,69

Fonte: elaborado pela autora (2024)

A estatística qui-quadrado calculado (χ^2), então, obtida somando as contribuições de todas as células, resultou em 1.804,73.

Após a definição do qui-quadrado calculado, foi encontrado o valor do qui-quadrado crítico (χ^2_c), utilizando um nível de significância de 5 % e um grau de liberdade de 35, calculado a partir da Equação 3. O valor final da distribuição qui-quadrado nessas condições resultou em 49,80.

Os resultados obtidos indicaram que o valor calculado de qui-quadrado foi superior ao valor crítico, levando à rejeição da hipótese nula de independência entre as variáveis. Isso sugere que existe uma associação entre as disciplinas e os tipos de incompatibilidades nos projetos analisados.

Já o valor obtido do coeficiente de contingência de Pearson, calculado a partir da Equação 4, foi de 0,21. Portanto o coeficiente indica que, embora as disciplinas e os tipos de incompatibilidade estejam associados estatisticamente, a força dessa associação não é forte. Isso sugere que, embora exista uma dependência entre as variáveis, a relação não é suficientemente robusta para prever um tipo de incompatibilidade com base na disciplina envolvida.

5 CONCLUSÃO

O objetivo geral deste trabalho foi alcançado uma vez que foram analisadas e hierarquizadas as incompatibilidades presentes nos projetos de construção civil selecionados. A hierarquização foi feita a partir de alguns pontos de vista:

- Padrões construtivos dos projetos.
- Fases de criação dos apontamentos.
- Disciplinas envolvidas.
- Tipos de incompatibilidades.

Os objetivos específicos, por sua vez, também foram atendidos. Primeiramente, realizou-se uma revisão abrangente da literatura sobre compatibilização de projetos, permitindo compreender o estado da arte e identificar lacunas existentes. Em seguida, estabeleceu-se parceria com uma empresa especializada, garantindo acesso às informações geradas durante o processo de compatibilização. Com esses dados, desenvolveu-se uma ferramenta para extrair e organizar as informações em um banco de dados de apontamentos de incompatibilidade. Esses apontamentos foram então categorizados, e uma hierarquia das principais categorias foi estabelecida, facilitando a análise e compreensão das incompatibilidades nos projetos de construção civil.

Em relação aos padrões construtivos, concluiu-se que quanto maior o padrão da obra, mais personalizado será o serviço e, portanto, menor será a possibilidade de padronização. Isso demanda mais tempo de toda a equipe de projeto, visto o maior número de incompatibilidades encontradas.

Quanto às fases do projeto, percebeu-se que as que são encontrados mais erros correspondem às de pré-executivo, estudo preliminar e anteprojeto, respectivamente. Este fato confirmou o proposto na curva de MacLeamy, de que o processo de projeto, utilizando maior integração, adianta a percepção das incompatibilidades das etapas de execução da obra para as de projeto, permitindo menos desperdícios e maior economia.

Já, sobre os grupos de disciplinas, as que mais apresentam problemas são as disciplinas isoladas de arquitetura e de hidrossanitário. Posteriormente, ao analisar as disciplinas aos pares, foi possível concluir que os principais conflitos acontecem entre as disciplinas de arquitetura e estrutura e as de arquitetura e hidrossanitário. Além

disso, vale ressaltar o grande número de incompatibilidades classificadas como “outros”.

Por fim, ao analisar os resultados da classificação quanto aos tipos de incompatibilidades, notou-se que os principais são aqueles que possuem inconsistências do modelo, erros de geometria entre os projetos e problemas com a construtibilidade da obra, respectivamente.

Após as hierarquizações, foi levantada a hipótese de que as variáveis de disciplinas envolvidas e tipos de incompatibilidade teriam associação direta entre si. A hipótese foi confirmada a partir do teste de qui-quadrado, porém o cálculo do coeficiente de contingência de Pearson deferiu que, apesar de existir associação entre as variáveis, a mesma é fraca, não sendo possível prever os resultados de uma variável a partir da outra.

Durante a elaboração desta pesquisa, algumas dificuldades foram enfrentadas, principalmente devido à falta de padronização dos dados emitidos durante o serviço de compatibilização de projetos. Isso impediu que a autora, em tempo hábil, pudesse explorar as incompatibilidades de forma mais detalhada.

Apesar das dificuldades, esta pesquisa levou o processo da compatibilização de projetos um passo mais próximo da eficiência. Porém se torna necessário, ainda, a identificação de outros padrões que possibilitem a previsão e prevenção de conflitos, ao invés da detecção e correção deles. Nesse contexto, recomenda-se para futuros trabalhos:

- A implementação de um método mais detalhada para o registro e classificação dos conflitos, permitindo uma análise mais precisa e a identificação de causas raízes dos problemas encontrados.
- A análise de frequências de incompatibilidades quanto às características construtivas da edificação, como tipologia de estrutura.
- A ampliação da base de dados com mais projetos e apontamentos, incluindo outras regiões e tipos de obras, para que os resultados sejam mais representativos.
- A realização de estudos que comparem os padrões de incompatibilidades ao longo dos anos.
- A análise de padrões das categorias nesta pesquisa classificadas como “outros”.

6 REFERÊNCIAS

ABREU, João Paulo Maciel de. **Desenvolvimento de um sistema de indicadores de construtibilidade para empreendimentos residenciais multifamiliares de padrão popular**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/216464>. Acesso em: 2 dez. 2024.

AKPONEWARE, Anderson O; ADAMU, Zulfikar A. **Clash detection or clash avoidance? An investigation into coordination problems in 3D BIM. Buildings**, v. 7, n. 3, p. 75, 2017. DOI: 10.3390/buildings7030075. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-5309/7/3/75>. Acesso em: 2 dez. 2024.

ALGAYER, Thiago. **Compatibilização de projetos na construção civil: um estudo do panorama atual e das interferências entre os principais tipos de projetos**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2014. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/127394>. Acesso em: 2 dez. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 16636-1: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados em projeto arquitetônico e urbanístico – Terminologias – Parte 1: Termos gerais**. 1. ed. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://www2.uesb.br/biblioteca/wp-content/uploads/2022/07/Norma-ABNT-Elabora%C3%A7%C3%A3o-e-desenv-servi%C3%A7os-t%C3%A9cnicos-especializados-proj-arquitet%C3%B4nico-e-Urban%C3%ADstico-Terminologias-Parte-1-NBR16636-1.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR ISO 19650-1: Organização da informação acerca de trabalhos da construção: gestão da informação usando a modelagem da informação da construção – Parte 1: Conceitos e princípios**. 1. ed. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/45984/nbriso19650-1->

[organizacao-da-informacao-acerca-de-trabalhos-da-construcao-gestao-da-informacao-usando-a-modelagem-da-informacao-da-construcao-parte-1-conceitos-e-principios](#). Acesso em: 02 dez. 2024.

BARROS, Fernando da Costa; MELO, Humberto Coelho de. Estudo sobre os benefícios do BIM na interoperabilidade de projetos. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 5, n. 1, p. 74-91, jan. 2020. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/interoperabilidade-de-projetos>. Acesso em: 2 dez. 2024.

BOTH, Tayse. **Estimativa de custos de um empreendimento nas fases iniciais de projeto: contribuição do processo BIM**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/202837>. Acesso em: 2 dez. 2024.

BRASIL. **Decreto nº 11.888**, de 22 de janeiro de 2024: Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling no Brasil (Estratégia BIM BR) e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 22 jan. 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/d11888.htm. Acesso em: 2 dez. 2024.

BRASIL. **Estratégia nacional de disseminação do Building Information Modelling**. Brasília: Ministério da Indústria, Comércio e Serviços, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/building-information-modelling-bim/26-11-2018-estrategia-BIM-BR-2.pdf>. Acesso em: 2 dez. 2024.

BRASIL. **Plano de trabalho: nova Estratégia BIM BR**. 1. ed. Brasília: Ministério da Indústria, Comércio e Serviços, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/building-information-modelling-bim/plano-de-trabalho-nova-bim-br-2.pdf>. Acesso em: 2 dez. 2024.

CALLEGARI, Simara. **Análise da compatibilização de projetos em três edifícios residenciais multifamiliares**. 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2007. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/89863>. Acesso em: 2 dez. 2024.

CONDIT, Carl W. **American building: materials and techniques from the first colonial settlements to the present**. Chicago: University of Chicago Press, 1968. Disponível em: <https://archive.org/details/americanbuilding0000cond/mode/2up>. Acesso em: 2 dez. 2024.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LORIA, Kathleen. BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors. 2. ed. **Hoboken: John Wiley & Sons**, 2014. Disponível em: <https://pdfcoffee.com/manual-bim-chuck-eastman-ed-2014-pdf-free.html>. Acesso em: 02 dez. 2024.

FLICK, Uwe. **Triangulation**. In: FLICK, Uwe (Org.). Handbuch qualitative Sozialforschung: Grundlagen, Konzepte, Methoden und Anwendungen. München: Beltz - Psychologie Verl. Union, 1991. p. 432-434. Disponível em: https://www.ewi-psy.fu-berlin.de/erziehungswissenschaft/arbeitsbereiche/qualitative_sozial-bildungsforschung/Medien/1991-flick-triangulation.pdf. Acesso em: 2 dez. 2024.

FRASER, Márcia Tourinho Dantas; GONDIM, Sônia Maria Guedes. **Da fala do outro ao texto negociado: discussões sobre a entrevista na pesquisa qualitativa**. Paidéia, v. 14, n. 28, p. 139-152, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/paideia/a/MmkPXF5fCngVP9MX75q6Rrd/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 2 dez. 2024.

HOROSTECKI, Alecsandro Rodrigo Nunes. **Compatibilização de projetos de engenharia/arquitetura em empresas de pequeno porte**. 2014.

JAIME, Iasmin de Sousa Jaimw; BLUMENSCHHEIN, Raquel Naves. **Gerenciamento da informação BIM: processos de compatibilização de projetos e matriz de**

priorização. WORKSHOP DE TECNOLOGIA DE PROCESSOS E SISTEMAS CONSTRUTIVOS, v. 4, p. 1-10, 2023. DOI: 10.46421/tecsic.v4.2704. Disponível em: <https://doi.org/10.46421/tecsic.v4.2704>. Acesso em: 2 dez. 2024.

KONCHAR, Mark; SANVIDO, Victor. **Comparison of U.S. project delivery systems.** *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 124, n. 6, p. 435-444, 1998. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9364(1998)124:6(435). Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(1998\)124:6\(435\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1998)124:6(435)). Acesso em: 2 dez. 2024.

LIMA, Jardel Santos; PAIXÃO, Mariana Gonçalves da; FERREIRA, Diego Silva. **The problems caused by the lack of project compatibility in the executive process of a metallic structure.** *Research, Society and Development*, [S.l.], v. 11, n. 8, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i8.31130. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/31130>. Acesso em: 2 dez. 2024.

MACIEL, Luciana Leone; SOUZA, Ana Lúcia Rocha de; MELHADO, Sílvio Burrattino. O processo de projeto de edifícios. 1997. **Anais.** São Paulo: Epusp/PCC, 1997. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/7925fd78-80e4-48f6-bcf3-eb61d35b665d/Melhado-1997-processo.pdf>. Acesso em: 2 dez. 2024.

MELHADO, Sílvio Burrattino; AGOPYAN, Vahan. **Conceito de projeto na construção de edifícios: diretrizes para sua elaboração e controle.** São Paulo: Epusp, 1995. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/000883534>. Acesso em: 2 dez. 2024.

MIKALDO JR, Jorge; SCHEER, Sergio. Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual é a melhor solução? **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 3, n. 1, p. 79-99, 2008. DOI: 10.4237/gtp.v3i1.63. Disponível em: <https://doi.org/10.4237/gtp.v3i1.63>. Acesso em: 2 dez. 2024.

MONTEIRO, Ana Caroline Nogueira; SOBRINHO JÚNIOR, Antônio da Silva; CAVALCANTI, David Stewart Crispim; PEREIRA, Evelyne Emanuelle. Compatibilização de projetos na construção civil: importância, métodos e ferramentas. **Revista Campo do Saber**, v. 3, n. 1, 2017. Disponível em:

<https://periodicos.iesp.edu.br/campodosaber/article/view/62>. Acesso em: 2 dez. 2024.

MORENO, Luisa Zanolli; MORCILLO, André Moreno. **Teste do qui-quadrado**. 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/338294452 Testes do Qui-Quadrado](https://www.researchgate.net/publication/338294452_Testes_do_Qui-Quadrado). Acesso em: 2 dez. 2024.

PAULA, Juliane Aparecida de Antunes; ANTUNES, Ludimila Gomes; FIGUEIREDO, Aline Santana Peixoto; FIOROTTI, Ricardo André. Fatores de incompatibilidade entre projeto e execução na construção civil. **Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções – CBPAT 2020**. [S.l.]: [s.n.], 2020. p. 1762-1770. DOI: 10.4322/CBPAT.2020.172. Disponível em: <https://doi.editoracubo.com.br/10.4322/CBPAT.2020.172>. Acesso em: 2 dez. 2024.

POZO, Hamilton. **Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais: Uma abordagem logística**. São Paulo: Atlas, 2004.

RODRIGUEZ, Marco Antonio Arancibia; HEINECK, Luiz Fernando Mählmann. A construtibilidade no processo de projeto de edificações. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO**, 3., 2003, São Carlos. Anais... São Carlos: SIBRAGEQ, 2003. p. 355-366. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/8100>. Acesso em: 2 dez. 2024.

RODRIGUEZ, Marco Antonio Arancibia; HEINECK, Luiz Fernando Mählmann. Coordenação técnica de projetos: caracterização e diretrizes para sua implementação. In: **ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, XI**, 23 a 25 ago. 2006, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. Anais... Florianópolis, SC: [s.n.], 2006. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/58092>. Acesso em: 2 dez. 2024.

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

Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/102898>. Acesso em: 2 dez. 2024.

SABOL, Louise. **Challenges in cost estimating with Building Information**

Modeling. 2008. Disponível em:

https://www.academia.edu/3879014/2_sabol_cost_estimating. Acesso em 28 nov. 2024.

SALOMÃO, Pedro Emílio Amador; COSTA, Naiene Cardoso; GOUVÊA, Débora Lopes; OLIVEIRA, Aclly Ney Santiago de; SILVA, Altamiro Junio Mendes. Modelagem e compatibilização de projetos de uma residência Minha Casa Minha Vida em software de plataforma BIM. **Research, Society and Development, volume 8**. 2019. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5606/560662199034/html/>. Acesso em 16 dez. 2024.

SANTOS, Karine da Silva; RIBEIRO, Mara Cristina; QUEIROGA, Danlyne Eduarda Ulisses de; SILVA, Ivissou Alexandre Pereira da; FERREIRA, Sonia Maria Soares. O uso de triangulação múltipla como estratégia de validação em um estudo qualitativo.

Ciência & Saúde Coletiva, v. 25, n. 2, p. 471-481, fev. 2020. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/csc/a/kvr3D7Q3vsYjrFGLNprpttS>. Acesso em: 2 dez. 2024.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001. Disponível em:

<https://cursos.unipampa.edu.br/cursos/ppgcb/files/2011/03/Metodologia-da-Pesquisa-3a-edicao.pdf>. Acesso em: 2 dez. 2024.

TOMMELEIN, Iris D.; GHOLAMI, Sepide. **Root causes of clashes in building information models**. Proceedings of the 20th Annual Conference of the

International Group for Lean Construction, San Diego, CA, USA, 18-20 jul. 2012. p. 121-130. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/288287756_Root_causes_of_clashes_in_building_information_models. Acesso em: 2 dez. 2024.

VANNI, Claudia Maria Kattah. **Análise de falhas aplicada à compatibilidade de projetos na construção de edifícios**. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.

Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/AMCN-8A8HRU>. Acesso em: 2 dez. 2024.

VOLPATO, Mateus Pereira. **Modelagem, compatibilização de projetos e orçamentação de um edifício residencial através da metodologia BIM**. 2015.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2015. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/157034>. Acesso em: 2 dez. 2024.

YATES, J. K.; BATTERSBY, Leslie C. **Master builder project delivery system and designer construction knowledge**. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 129, n. 6, p. 635-643, 2003. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-

9364(2003)129:6(635). Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2003\)129:6\(635\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2003)129:6(635)). Acesso em: 2 dez. 2024.

APÊNDICE A – CÓDIGO UTILIZADO NA COLETA DOS DADOS

```

const connectorVersion = "3.0.0";
const apiBaseUrl = "https://api.construflow.com.br";
const base64Auth = Utilities.base64Encode(`${LOGIN}:${SENHA}`);

const maxRetries = 3;
const retryDelay = 1000;
const pageSize = 500;

const abaProjetos = SpreadsheetApp.getActive().getSheetByName('Projetos')
const abaApontamentos =
SpreadsheetApp.getActive().getSheetByName('Apontamentos')

function getFromAPI(relativePath = "", after = 0, templateVersion = "5.0.0", retries =
0){

  let includeHeader = after === 0 ? "true" : "false";
  let apiUrl = `${apiBaseUrl}/data-
lake/${relativePath}?templateVersion=${templateVersion}&connectorVersion=${conn
ectorVersion}&page[size]=${pageSize}&page[after]=${after}&page[include_header]=
${includeHeader}`;

  let options = {
    "method": "get",
    "headers": {
      "Content-Type": "application/json",
      "Authorization": `Basic ${base64Auth}`
    },
    "muteHttpExceptions": true
  };

  try {
    let response = UrlFetchApp.fetch(apiUrl, options);
    let responseCode = response.getResponseCode();
    let responseBody = response.getContentText();

    if (responseCode === 504 && retries < maxRetries) {
      Utilities.sleep(retryDelay);
      return getFromAPI(relativePath, after, templateVersion, retries + 1);
    }

    if (responseCode !== 200) {
      throw new Error(`HTTP Error: ${responseCode} - ${responseBody}`);
    }

    let jsonResponse;
    try {

```

```

    jsonResponse = JSON.parse(responseBody);
  } catch (e) {
    throw new Error(`Failed to parse JSON response: ${responseBody}`);
  }

  let hasMore = jsonResponse.meta && jsonResponse.meta.has_more;
  let data = jsonResponse.data;

  if (hasMore) {
    let nextAfter = jsonResponse.meta.after_cursor;
    let additionalData = getFromAPI(relativePath, nextAfter, templateVersion);
    data = data.concat(additionalData);
  }
  return data;
}
catch (error) {
  throw new Error(`Request failed after ${retries} retries: ${error.message}`);
}
}

function getData(content = ""){
  Logger.log('Início da requisição de dados')
  const templateVersion = "7.0.0";
  Logger.log('Fim da requisição de dados')
  return getFromAPI(content, 0, templateVersion);
}

function getProjects(){
  Logger.log('INÍCIO DA FUNÇÃO GET PROJECTS')

  abaProjetos.getRange(2,1,abaProjetos.getLastRow(),abaProjetos.getLastColumn()).
  clear()

  let projetos = getData("projects")

  let dadosFinais = []

  for(let i=1; i<projetos.length; i++){
    let projetoDados = projetos[i]
    let projetold = projetoDados.id
    let nome = projetoDados.name
    let status = projetoDados.status

    let dadosFinaisProjeto = [projetold,nome,status]

    dadosFinais.push(dadosFinaisProjeto)
  }
}

```

```
abaProjetos.getRange(2,1,dadosFinais.length,dadosFinais[0].length).setValues(dadosFinais)
```

```
    Logger.log('FIM DA FUNÇÃO GET PROJECTS')
  }
```

```
function getIssues(){
  Logger.log('INÍCIO DA FUNÇÃO GET ISSUES')
```

```
abaApontamentos.getRange(2,1,abaApontamentos.getLastRow(),abaApontamentos.getLastColumn()).clear()
```

```
let apontamentos = getData("issues")
```

```
let dadosFinais = []
```

```
for(let i=1; i<apontamentos.length; i++){
  let apontamentoDados = apontamentos[i]
  let apontamentold = apontamentoDados.id
  let titulo = apontamentoDados.title
  let status = apontamentoDados.status
  let codigo = apontamentoDados.code
  let descricao = apontamentoDados.description
  let prioridade = apontamentoDados.priority
  let dataCriacao = apontamentoDados.createdAt
  let dataDeadline = apontamentoDados.deadline
  let faseCriacao = apontamentoDados.creationPhase
  let faseResolucao = apontamentoDados.resolutionPhase
  let dataAtualizacao = apontamentoDados.updatedAt
  let dataAtualizacaoStatus = apontamentoDados.statusUpdatedAt
  let dataEdicao = apontamentoDados.editedAt
  let projetold = apontamentoDados.projectId
  let url =
```

```
`https://app.construflow.com.br/workspace/project/${projetold}/issues?issueId=${apontamentold}`
```

```
  let dadosFinaisApontamento =
  [apontamentold,titulo,status,codigo,descricao,prioridade,url,dataCriacao,dataDeadline,faseCriacao,faseResolucao,dataAtualizacao,dataAtualizacaoStatus,dataEdicao,projetold]
```

```
  dadosFinais.push(dadosFinaisApontamento)
}
```

```
abaApontamentos.getRange(2,1,dadosFinais.length,dadosFinais[0].length).setValues(dadosFinais)
```

```
    Logger.log('FIM DA FUNÇÃO GET ISSUES')
  }
```

APÊNDICE B – INFORMAÇÕES DA BASE DE DADOS DE PROJETOS

Projeto	Cidade	Estado	Região	Tipo de edificação		Padrão construtivo
1	Florianópolis	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Médio
2	Florianópolis	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Médio
3	Itajaí	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Médio
4	Itajaí	Santa Catarina	Sul	Misto	Vertical	Médio
5	Itapema	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Médio
6	Joinville	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Médio
7	Sorocaba	São Paulo	Sudeste	Residencial	Vertical	Alto
8	Itajaí	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Alto
9	Goiânia	Goiás	Centro-oeste	Residencial	Vertical	Alto
10	Goiânia	Goiás	Centro-oeste	Residencial	Vertical	Alto
11	Goiânia	Goiás	Centro-oeste	Residencial	Vertical	Alto
12	Porto Belo	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Alto
13	Florianópolis	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Alto
14	Governador Celso Ramos	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Alto
15	Governador Celso Ramos	Santa Catarina	Sul	Misto	Vertical	Alto
16	Governador Celso Ramos	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Alto
17	Goiânia	Goiás	Centro-oeste	Residencial	Vertical	Alto
18	Maringá	Paraná	Sul	Residencial	Vertical	Alto
19	São Paulo	São Paulo	Sudeste	Residencial	Vertical	Alto
20	Balneário Piçarras	Santa Catarina	Sul	Misto	Vertical	Alto
21	Curitiba	Paraná	Sul	Residencial	Vertical	Alto
22	Balneário Piçarras	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Alto
23	Florianópolis	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Alto
24	Florianópolis	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Alto
25	Florianópolis	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Alto
26	Florianópolis	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Alto
27	Florianópolis	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Alto
28	Porto Belo	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Alto
29	Barra Velha	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Alto

30	São José dos Campos	São Paulo	Sudeste	Residencial	Vertical	Alto
31	Florianópolis	Santa Catarina	Sul	Misto	Vertical	Alto
32	Florianópolis	Santa Catarina	Sul	Misto	Vertical	Alto
33	Itapema	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Alto
34	Palhoça	Santa Catarina	Sul	Misto	Vertical	Alto
35	Palhoça	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Alto
36	Curitiba	Paraná	Sul	Residencial	Vertical	Alto
37	Curitiba	Paraná	Sul	Residencial	Vertical	Alto
38	Curitiba	Paraná	Sul	Residencial	Vertical	Alto
39	Florianópolis	Santa Catarina	Sul	Misto	Vertical	Alto
40	Palhoça	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Alto
41	Sorocaba	São Paulo	Sudeste	Misto	Vertical	Alto
42	Sinop	Mato Grosso	Centro-oeste	Misto	Vertical	Alto
43	Santos	São Paulo	Sudeste	Residencial	Vertical	Alto
44	Itapema	Santa Catarina	Sul	Misto	Vertical	Alto
45	São José do Rio Preto	São Paulo	Sudeste	Misto	Vertical	Alto
46	São José do Rio Preto	São Paulo	Sudeste	Residencial	Vertical	Alto
47	Camboriú	Santa Catarina	Sul	Misto	Vertical	Alto
48	Niterói	Rio de Janeiro	Sudeste	Residencial	Vertical	Alto
49	São José	Santa Catarina	Sul	Misto	Vertical	Alto
50	Curitiba	Paraná	Sul	Misto	Vertical	Alto
51	Porto Alegre	Rio Grande do Sul	Sul	Misto	Vertical	Alto
52	Bombinhas	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Alto
53	Jundiaí	São Paulo	Sudeste	Misto	Vertical	Baixo
54	Nova Iguaçu	Rio de Janeiro	Sudeste	Misto	Vertical	Baixo
55	Curitiba	Paraná	Sul	Residencial	Vertical	Baixo
56	São José do Rio Preto	São Paulo	Sudeste	Residencial	Vertical	Baixo
57	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	Sudeste	Residencial	Vertical	Baixo
58	Itajaí	Santa Catarina	Sul	Misto	Vertical	Baixo
59	Ananindeua	Pará	Norte	Residencial	Vertical	Baixo
60	Maringá	Paraná	Sul	Residencial	Vertical	Médio
61	Florianópolis	Santa Catarina	Sul	Misto	Vertical	Médio
62	Itajaí	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Médio

63	Goiânia	Goiás	Centro-oeste	Residencial	Vertical	Médio
64	Curitiba	Paraná	Sul	Residencial	Vertical	Médio
65	Curitiba	Paraná	Sul	Residencial	Vertical	Médio
66	Curitiba	Paraná	Sul	Residencial	Vertical	Médio
67	Goiânia	Goiás	Centro-oeste	Residencial	Vertical	Médio
68	Curitiba	Paraná	Sul	Residencial	Vertical	Médio
69	Florianópolis	Santa Catarina	Sul	Misto	Vertical	Médio
70	Florianópolis	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Médio
71	Florianópolis	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Médio
72	Florianópolis	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Médio
73	Florianópolis	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Médio
74	Florianópolis	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Médio
75	Florianópolis	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Médio
76	Florianópolis	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Médio
77	Florianópolis	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Médio
78	Itapema	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Médio
79	Florianópolis	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Médio
80	Maringá	Paraná	Sul	Misto	Vertical	Médio
81	Balneário Piçarras	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Médio
82	Barra Velha	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Médio
83	Curitiba	Paraná	Sul	Residencial	Vertical	Médio
84	Itajaí	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Médio
85	Joinville	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Médio
86	Joinville	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Médio
87	Joinville	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Médio
88	Curitiba	Paraná	Sul	Residencial	Vertical	Médio
89	Joinville	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Médio
90	Itapema	Santa Catarina	Sul	Misto	Vertical	Médio
91	Florianópolis	Santa Catarina	Sul	Residencial	Vertical	Médio
92	Maringá	Paraná	Sul	Residencial	Vertical	Médio
93	Niterói	Rio de Janeiro	Sudeste	Residencial	Vertical	Médio
94	Niterói	Rio de Janeiro	Sudeste	Residencial	Vertical	Médio
95	Ilhéus	Bahia	Nordeste	Residencial	Vertical	Médio
96	Itapema	Santa Catarina	Sul	Misto	Vertical	Médio

APÊNDICE C – INFORMAÇÕES DE PARTE DA BASE DADOS DE APONTAMENTOS

Título	Descrição	Projeto
Itens não associados a nenhum nível	Algumas partes da parede diafragma não estão associadas a nenhum nível.	76
Pilar ático (Vestiário)	Verificar possibilidade de alinhamento do pilar com a parede demarcadas.	76
Pilar no meio dos ambientes	Pilar localizado no meio da academia. Pilar localizado no meio da sala.	6
Shaft principal	Readequar shaft. Fazer o fechamento no pilar pois precisamos do espaço.	47
Tubulação hidro passando no vazio do muro e descendo na frente do pilar	Tubulação hidro passando no vazio do muro e descendo na frente do pilar	76
Alinhar tubulação de elétrico	Tubulação passando na frente da esquadria na cozinha do salão de festas.	59
Altura da caixa da tubulação	Faltando a altura e afastamento para instalação das caixas da tubulação.	24
Altura de muretas diferentes entre projeto e render	As alturas indicadas no projeto arquitetônico não condizem com o render.	71
Altura do forro das áreas de serviço	Por favor considerar a altura de 2,60m nos ambientes de área de serviço.	24
ARQ - 3º pvto gardem – paredes sobrepostas	No 3º pvto garden as paredes estão sobrepostas na esquadria no modelo 3D	76
Clash com as bombas do reservatório superior	Conflito entre as tubulações de climatização com as bombas do hidráulico	76
Conflito HID x PCI	Subidas chocando com o duto de entrada de ar.	27
Indicar posição das condensadoras nos pavimentos térreo, subsolo e ático	Indicar posição das condensadoras nos pavimentos térreo, subsolo e ático.	76
Medidores de gás em local pequeno	Medidores de gás em local pequeno, verificar e aumentar um pouco o local.	76
Nível vigas térreo	As vigas da frente estão no nível -90cm, conforme arquitetônico, ajustar.	76
Conflito entre pilar P31 e Janelas	Foi identificado conflito entre este pilar e a janela dos aptos final 04.	71
Deslocar janela	Deslocar janela do banheiro para que ambas fiquem dentro do box.	34
Laje prevista pela estrutura mais espessa que o previsto pela arquitetura	A laje prevista pela estrutura tem 25cm, enquanto a arquitetura tem 20cm.	72
Locais sem forro para posicionar sistema de climatização	Tanto no pavimento de Lazer como térreo os forros não foram posicionados.	76