

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**GABRIEL JACQUES PEREIRA  
LUIZ HENRIQUE PEREIRA DE SOUZA**

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM BIM:  
estudo de caso em uma escola em Palhoça**

**FLORIANÓPOLIS, 2023.**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**GABRIEL JACQUES PEREIRA  
LUIZ HENRIQUE PEREIRA DE SOUZA**

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM BIM:  
estudo de caso em uma escola em Palhoça**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador:  
Prof. Me. Miguel Correia de Moraes

**FLORIANÓPOLIS, 2023.**

CDD 624  
S436c

Pereira, Gabriel Jacques

Compatibilização de projetos em BIM: estudo de caso em uma escola em Palhoça – [Monografia] / Gabriel Jacques Pereira; Luiz Henrique Pereira de Souza; orientação de Miguel Correia de Moraes – Florianópolis, 2023.

144 f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, câmpus Florianópolis. Bacharelado em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico de Construção Civil.

Inclui referências.

1. Compatibilização de projetos. 2. Modelagem BIM. 3. Construção escolar.  
I. Souza, Luiz Henrique Pereira de. II. Moraes, Miguel Correia de. III. Título.

Sistema de Bibliotecas Integradas do IFSC  
Biblioteca Dr. Hercílio Luz – Campus Florianópolis  
Catalogado por: Raphael Vieira Gomes Costa - CRB 14/1341

# **COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM BIM**

**GABRIEL JACQUES PEREIRA  
LUIZ HENRIQUE PEREIRA DE SOUZA**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 15 de junho de 2023.

Banca Examinadora:

---

Miguel Correia de Moraes, Mestre  
Instituto Federal de Santa Catarina

---

Samuel João da Silveira, Doutor  
Instituto Federal de Santa Catarina

---

Luciana Rosa Espindola, Doutora  
Instituto Federal de Santa Catarina

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaríamos de agradecer a todos que contribuíram para a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso. Em primeiro lugar, agradecemos ao nosso orientador, Miguel Correia de Moraes pela orientação dedicada, apoio constante e valiosas sugestões ao longo de todo o processo.

Expressamos nossa gratidão aos professores Samuel João da Silveira e Luciana Rosa Espindola, cujos conhecimentos compartilhados foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Não podemos deixar de mencionar nossos familiares e amigos, que nos apoiaram incondicionalmente durante essa jornada acadêmica. Seu encorajamento e suporte foram essenciais para nossa motivação e perseverança.

Por fim, agradecemos à instituição de ensino Instituto Federal de Santa Catarina por proporcionar os recursos necessários para a realização deste estudo e por investir em nossa formação acadêmica.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para o sucesso deste trabalho, nossos mais sinceros agradecimentos. Sua contribuição foi fundamental para nossa jornada acadêmica e profissional.

## RESUMO

A compatibilização de projetos é uma atividade crucial para prever problemas que surgiriam durante a execução de uma obra, o que na maioria das vezes resulta em altos custos para sua correção. O presente trabalho tem como objetivo a compatibilização dos projetos arquitetônico, hidrossanitário, elétrico, preventivo e estrutural de uma escola na cidade de Palhoça, partindo de arquivos fornecidos por sua prefeitura. A plataforma BIM utilizada para a modelagem 3D foi o Revit e a compatibilização entre estes modelos foi realizada no Navisworks, ambos da Autodesk. Este trabalho identificou 314 incompatibilidades e propôs soluções para a compatibilização dos projetos envolvidos na execução do empreendimento em questão. A maior quantidade de incompatibilidades foi observada entre os projetos hidrossanitário e estrutural, totalizando 211 conflitos. Esses conflitos, em sua maioria, estão relacionados à passagem de tubulações através das vigas e lajes.

**Palavras-chave:** Compatibilização de projetos. Modelagem BIM. Construção escolar.

## **ABSTRACT**

Project coordination is a crucial activity to anticipate problems that would arise during the execution of a construction project, which often results in high costs for their resolution. The objective of this work is to coordinate the architectural, plumbing, electrical, fire prevention, and structural projects of a school in the city of Palhoça, based on files provided by the municipality. The BIM platform used for 3D modeling was Revit, and the coordination between these models was carried out in Navisworks, both from Autodesk. This work identified 314 incompatibilities and proposed solutions to coordinate the projects involved in the execution of the project. The highest number of incompatibilities was observed between the plumbing and structural projects, totaling 211 conflicts. These conflicts are mostly related to the passage of pipes through beams and slabs.

**Keywords:** Project coordination. BIM modeling. School construction.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação custo/esforço na possibilidade de modificações do projeto.....	20.
Figura 2 – Comitê técnico para implantação de estratégia BIM.....	21.
Figura 3 - Evolução dos dados em um modelo BIM. ....	24.
Figura 4 - Representação LOD. ....	25.
Figura 5 - Estágios de maturidade. ....	28.
Figura 6 - Interface do software Revit. ....	30.
Figura 7- Interface do software ArchiCAD. ....	31.
Figura 8 - Interface do software Tekla Structures. ....	32.
Figura 9 - Interface do software Navisworks Manage.....	33.
Figura 10 - Projeto Arquitetônico. ....	35.
Figura 11 - Projeto Estrutural.....	36.
Figura 12 - Projeto Hidrossanitário. ....	37.
Figura 13 - Projeto Elétrico.....	38.
Figura 14 - PPCI - Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio.....	39.
Figura 15 - Sobreposição de projetos em 2D (ex: estrutura x hidráulica).....	41.
Figura 16 - Compatibilização BIM AltoQi. ....	42.
Figura 17 - Análise automatizada clash detection através de regras de verificação.....	43.
Figura 18 - Colisão entre tubulações. ....	43.
Figura 19 - Interferência leve: Pequenos tubos de diferentes diâmetros.....	44.
Figura 20 - Fluxograma TCC1. ....	45.
Figura 21 - Renderização Projeto Arquitetônico.....	47.
Figura 22 - Localização do terreno da escola.....	46.
Figura 23 – Pavimento 1.....	47.
Figura 24 - Pavimento 2.....	47.

<b>Figura 25 – Pavimento 3.....</b>	<b>48.</b>
<b>Figura 26 - Software BIM mais utilizados pelos usuários em 2020.....</b>	<b>49.</b>
<b>Figura 27 - Fluxograma TCC2. ....</b>	<b>50.</b>
<b>Figura 27 - Quadra poliesportiva. ....</b>	<b>58.</b>
<b>Figura 29 - Rampa de acesso para o segundo pavimento.....</b>	<b>59.</b>
<b>Figura 30 - Detalhe de região - Projeto sanitário.....</b>	<b>60.</b>
<b>Figura 31 - Região do 2º pavimento. ....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 32 - Projeto Estrutural.....</b>	<b>61.</b>
<b>Figura 33 - Modelagem projeto arquitetônico. ....</b>	<b>62.</b>
<b>Figura 34 - Modelagem projeto hidrossanitário. ....</b>	<b>63.</b>
<b>Figura 35 - Isométrico BWC Pavimento 3. ....</b>	<b>64.</b>
<b>Figura 36 - Isométrico BWCs Pavimento 1. ....</b>	<b>64.</b>
<b>Figura 37 - Planta Reservatório. ....</b>	<b>65.</b>
<b>Figura 38 - Diferença de localização de paredes entre projeto arquitetônico e projeto elétrico. ....</b>	<b>67.</b>
<b>Figura 39 - Modelagem projeto PPCI.....</b>	<b>67.</b>
<b>Figura 40 - Altura tubulação. ....</b>	<b>69.</b>
<b>Figura 41 - Vista da porta x pilar (Pavimento 2) ....</b>	<b>72.</b>
<b>Figura 42 - Porta x pilar (Pavimento 3). ....</b>	<b>72.</b>
<b>Figura 43 - Solução conflito porta x pilar.....</b>	<b>73.</b>
<b>Figura 44 - Solução conflito janela x viga. ....</b>	<b>74.</b>
<b>Figura 45 - Conflito Janela x pilar (Pavimento 2) ....</b>	<b>74.</b>
<b>Figura 46 - Solução conflito janela x pilar.....</b>	<b>75.</b>
<b>Figura 47 - Conflito entre janela x viga (Pavimento 2) ....</b>	<b>76.</b>
<b>Figura 48 - Solução conflito janela x viga. ....</b>	<b>77.</b>
<b>Figura 49 - Conflito entre porta-janela x pilar (Pavimento 3) ....</b>	<b>77.</b>
<b>Figura 50 - Solução conflito porta-janela x pilar.....</b>	<b>78.</b>

<b>Figura 51 - Tubulação x Viga (Pavimento 3) .....</b>	<b>79.</b>
<b>Figura 52 - Tubo de queda x Laje (Barrilete) .....</b>	<b>79.</b>
<b>Figura 53 - Tubulação x Pilar (Pavimento 1) .....</b>	<b>81.</b>
<b>Figura 54 - Desvio da tubulação. ....</b>	<b>81.</b>
<b>Figura 55 - Tubulação x Blocos de Fundação (Pavimento 1).....</b>	<b>82.</b>
<b>Figura 56 - Solução: Tubulação x Bloco Estrutural.....</b>	<b>82.</b>
<b>Figura 57 - Tubo de queda x Viga (Cobertura) .....</b>	<b>83.</b>
<b>Figura 58 - desvio de tubo de queda com enchimento.....</b>	<b>83.</b>
<b>Figura 59 - Tubulação x viga - caso 2 (Pavimento 1) .....</b>	<b>84.</b>
<b>Figura 60 - Desvio e espera de passagem (Pavimento 1) .....</b>	<b>85.</b>
<b>Figura 61 - Quadro de distribuição conflitando com pilar (Pavimento 2).....</b>	<b>86.</b>
<b>Figura 62 - Tomada conflitando com pilar (Pavimento 2) .....</b>	<b>86.</b>
<b>Figura 63 - Solução quadro de distribuição conflitando com pilar.....</b>	<b>87.</b>
<b>Figura 64 - Solução da tomada conflitando com pilar.....</b>	<b>88.</b>
<b>Figura 65 - Ponto de força conflitando com a viga (Pavimento 2) .....</b>	<b>89.</b>
<b>Figura 66 - Solução ponto de força conflitando com a viga. ....</b>	<b>89.</b>
<b>Figura 67 - Interruptor conflitando com o pilar (Pavimento 2) .....</b>	<b>90.</b>
<b>Figura 68 - Solução interruptor conflitando com o pilar.....</b>	<b>90.</b>
<b>Figura 69 - Conflito tubulação com viga (Pavimento 1) .....</b>	<b>91.</b>
<b>Figura 70 - Solução conflito tubulação com viga. ....</b>	<b>92.</b>
<b>Figura 71 - Conflito tubulação com viga (Pavimento 1) .....</b>	<b>93.</b>
<b>Figura 72 - Solução conflito tubulação com viga.....</b>	<b>94.</b>

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1 - Níveis de detalhes Arquitetura.....</b>	<b>51</b>
<b>Quadro 2 - Níveis de detalhes Hidrossanitário.....</b>	<b>52</b>
<b>Quadro 3 - Níveis de detalhes Distribuição de Água.....</b>	<b>53</b>
<b>Quadro 4 - Níveis de detalhes Elétrico.....</b>	<b>54</b>
<b>Quadro 5 - Níveis de detalhes Preventivo de Incêndio.....</b>	<b>55</b>
<b>Quadro 6 - Quantidade de itens projeto hidrossanitário.....</b>	<b>65</b>
<b>Quadro 7 - Quantidade de itens projeto elétrico.....</b>	<b>66</b>
<b>Quadro 8 - Quantidade de itens PPCI.....</b>	<b>68</b>
<b>Quadro 9 - Quantidade de incompatibilidade por disciplina.....</b>	<b>70</b>
<b>Quadro 10 - Relatório de conflitos leves e moderados.....</b>	<b>95</b>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	17
1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA .....	18
1.3 OBJETIVO GERAL .....	18
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>19</b>
2.1 BIM.....	19
2.1.1 Legislação.....	20
2.1.2 Dimensões.....	22
2.1.3 LOD .....	23
2.1.4 ISO 19650.....	26
2.1.5 Softwares.....	28
2.2 PROJETOS.....	34
2.2.1 Projeto Arquitetônico .....	34
2.2.2 Projetos Complementares .....	36
2.3 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS.....	40
<b>3 MÉTODO</b> .....	<b>45</b>
3.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA .....	45
3.2 DEFINIÇÃO DO OBJETIVO DA PESQUISA .....	45
3.3 REVISÃO DE LITERATURA.....	46
3.4 ESTUDO DE CASO .....	46
3.5 MODELAGENS.....	50
3.6 REVISÃO DO ARQUIVOS RECEBIDOS (QUALIDADE E INTEGRIDADE DOS DADOS) .....	56
3.7 COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS .....	56
3.8 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	57
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>58</b>
4.1 MODELAGEM EM BIM .....	58
4.1.1 Verificação dos Projetos Recebidos .....	58
4.1.2 Modelagem Projeto Arquitetônico.....	61
4.1.3 Modelagem Projeto Hidrossanitário.....	63
4.1.4 Modelagem Projeto Elétrico.....	66
4.1.5 Modelagem PPCI.....	67
4.2 INTERFERÊNCIAS E SOLUÇÕES PROPOSTAS .....	70
4.2.1 Conflitos Críticos.....	71
4.2.1.1 Estrutural e esquadrias .....	71
4.2.1.2 Estrutural e Hidrossanitário.....	78

4.2.1.3 Estrutural e elétrico.....	85
4.2.1.4 Estrutural e PPCI.....	91
4.2.2 Conflitos Leves e Moderados .....	94
4.3 IMPACTOS DAS INTERFERÊNCIAS.....	95
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>97</b>
<b>6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>98</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>100</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>145</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A compatibilização de projetos desempenha um papel fundamental na identificação antecipada de problemas que surgem quando os projetos de construção civil de diferentes disciplinas são integrados, na execução da obra. Dessa forma, é possível solucionar esses problemas ainda na fase de projeto, proporcionando a otimização de tempo e recursos (ARAÚJO, 2015).

Nesse contexto, destaca-se a metodologia BIM (Building Information Modeling), que apresenta propriedades essenciais para a otimização e aprimoramento dos processos e atividades relacionadas à indústria da arquitetura, engenharia e construção. O BIM é essencial para o desenvolvimento de projetos mais assertivos, proporcionando padrões que facilitam a gestão dos empreendimentos (MPDFT, 2020).

O BIM não se trata de um software específico, mas sim de um método que permite a modelagem tridimensional (3D) digital precisa do empreendimento que será executado. Por meio dessa abordagem, é possível identificar com maior precisão as incompatibilidades entre os projetos e resolvê-las ainda na fase de projeto (LEUSIN, 2018).

Para demonstrar os potenciais do BIM no desenvolvimento de edificações mais eficientes, otimizando o uso dos recursos disponíveis, o presente trabalho realizou a compatibilização e a análise de interferências dos projetos dos projetos arquitetônico, hidrossanitário, elétrico e preventivo de incêndio de uma escola no município de Palhoça que necessitaram ser modelados em BIM. O projeto estrutural foi disponibilizado já modelado em 3D, contudo será necessário inspecioná-lo para verificar se será viável sua utilização ou se será necessária nova modelagem. Após todos os projetos modelados em BIM, será realizada a compatibilização entre os mesmos e análise dos dados gerados.

A relevância deste trabalho reside na busca incessante pela excelência no mercado da construção civil, com o objetivo de desenvolver edificações mais eficientes, otimizando o uso dos recursos disponíveis. Além disso, é importante considerar o impacto social deste trabalho, uma vez que se concentra em uma construção de caráter público. Vale ressaltar que, ao realizar um levantamento no

Google Acadêmico em maio de 2023, utilizando as palavras-chave "compatibilização" e "BIM" presentes nos títulos de trabalhos acadêmicos, foram constatados apenas cerca de 150 resultados. Isso evidencia que o tema ainda não foi amplamente explorado na literatura acadêmica. Portanto, este estudo possui um potencial significativo para contribuir com a disseminação e aprofundamento do conhecimento, fornecendo percepções valiosas e impulsionando o avanço na área da compatibilização de projetos por meio do BIM.

## **1.1 JUSTIFICATIVA**

A competitividade crescente no mercado da construção civil exige a otimização das etapas de um empreendimento, o controle eficiente dos recursos empregados, a agilidade e o uso da tecnologia para garantir custo, qualidade, flexibilidade, tempo e inovação (ARAÚJO, 2015).

Tradicionalmente, nos processos de desenvolvimento de projetos de edificação, é comum a utilização de desenhos 2D separados por disciplina, o que pode gerar falhas e falta de informação, resultando em custos imprevistos, retrabalhos e atrasos na obra. Embora a utilização de ferramentas de CAD 3D e sites de compartilhamento de plantas e documentos tenha permitido avanços na troca de informações, essas medidas não foram suficientes para reduzir a frequência de erros (EASTMAN, et al, 2021).

A adoção do BIM possibilita melhorar a eficiência na gestão de projetos e na construção de obras, além de aumentar a qualidade e reduzir os custos. Seu uso também promove uma maior colaboração entre os profissionais envolvidos no projeto, facilitando a comunicação entre arquitetos, engenheiros, construtores e clientes (EASTMAN, et al, 2021).

Há também uma justificativa social para este trabalho, uma vez que o estudo de caso selecionado aspira contribuir com a prefeitura do município de Palhoça, no estado de Santa Catarina, na redução e previsão de possíveis problemas relacionados à falta de compatibilização dos projetos. Dessa forma, possibilita otimizar o tempo de obra, adiantando a entrega da escola para a sociedade e economizando

recursos públicos que poderiam ser desperdiçados com retrabalho e aquisição equivocada de materiais.

É importante destacar que a implantação do BIM (Building Information Modeling) em Santa Catarina tem sido cada vez mais promovida nos últimos anos. Isso pode ser comprovado com a publicação do decreto nº 1.370, em 2021, que prevê uma estratégia estadual para a adoção do BIM na construção civil, com investimentos em diversas iniciativas públicas e privadas.

Uma motivação adicional para a realização deste trabalho é a experiência dos autores como estagiários na elaboração de modelagem BIM de projetos de engenharia. Durante o estágio em um escritório de engenharia responsável pelo desenvolvimento de projetos arquitetônicos e complementares, os autores puderam vivenciar as incompatibilidades existentes entre as etapas subsequentes ao projeto arquitetônico. Além disso, as disciplinas de projeto arquitetônico, projeto elétrico, projeto hidrossanitário, projeto preventivo contra incêndio e projeto integrador 3, cursadas ao longo do curso de Engenharia Civil, despertaram o interesse dos autores pela área e os motivaram a aprofundar seus conhecimentos nesse assunto.

## **1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA**

A falta de compatibilização em projetos pode ser prejudicial à execução da obra.

## **1.3 OBJETIVO GERAL**

Compatibilizar os projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário, elétrico e preventivo contra incêndio de uma escola pública em Palhoça.

## **1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Realizar a modelagem em BIM necessária dos projetos;
2. Identificar interferências existentes entre os projetos;
3. Resolver os conflitos e garantir a compatibilidade dos elementos.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

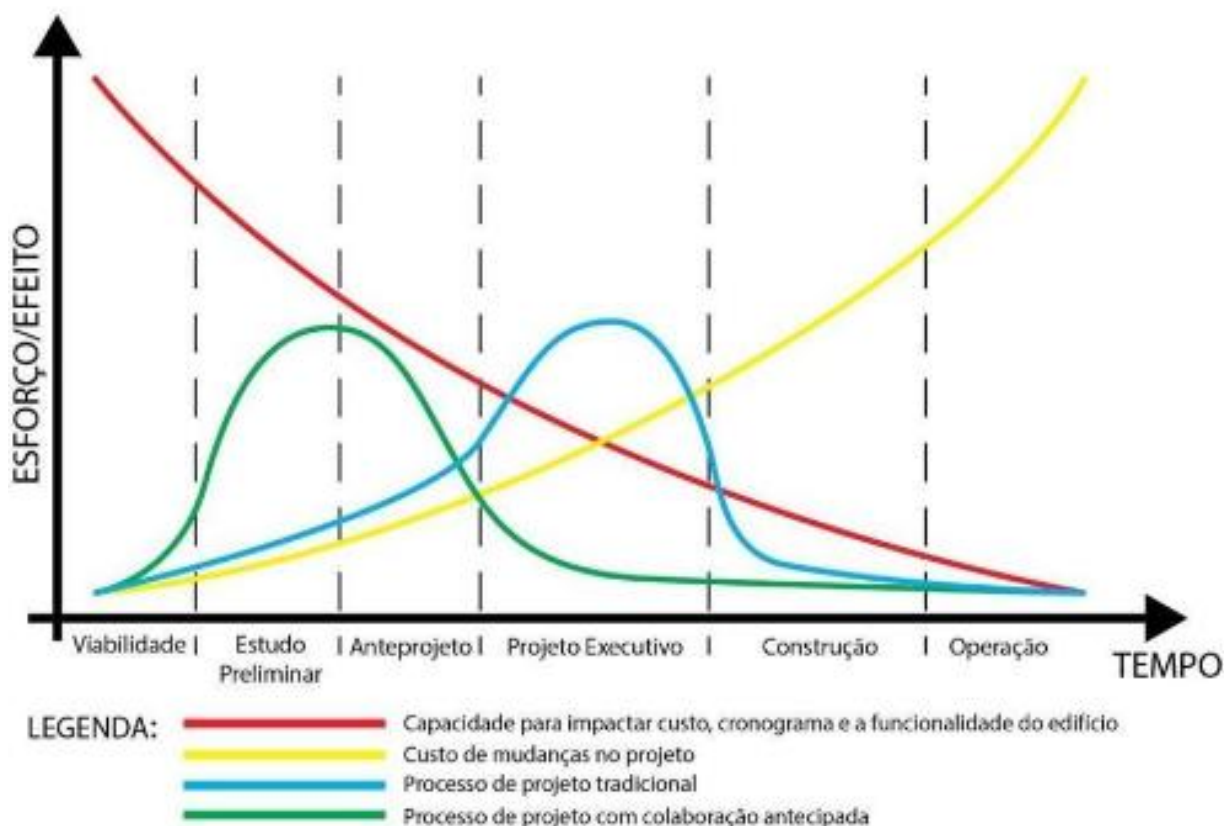
### 2.1 BIM

O primeiro contato com o termo BIM, ocorreu na University Carnegie Mellon pelo professor Charles M. “Chuck” Eastman no ano de 1975 em seu protótipo de trabalho chamado de Building Description System. Neste, o autor abordou a integração de todo um projeto entre diferentes planos e vistas, de forma que qualquer alteração feita no projeto, fosse transferida para as demais perspectivas. Além disso, seria disponibilizado um único banco de dados integrado para análises quantitativas e visuais (EASTMAN et al, 2021).

Conforme mencionado, BIM não é um software, mas sim uma metodologia de trabalho que une informações de negócios que envolvem grandes mudanças na indústria da construção civil. Caracteriza-se assim uma nova forma de reunir informações do projeto (EASTMAN et al, 2021). O seu uso possibilita atingir patamares mais elevados de produtividade e, por consequência, uma maior lucratividade (LEUSIN, 2018).

A Curva de MacLeamy, como pode ser visto na Figura 1, apresenta a relação entre o custo e o esforço ao longo do tempo. Nela pode-se observar que, independente do fluxo de trabalho, quanto mais tarde forem feitas as alterações no processo, maior será o custo e menor o impacto positivo que o projeto terá. Desta forma, um método de execução de projeto que possibilite antecipar esforços de análise e planejamento, possibilita que sejam alcançados resultados superiores. Nesse sentido, a metodologia BIM é uma ferramenta que permite realizar tal associação antecipada (SANTOS, 2012).

Figura 1 - Relação custo/esforço na possibilidade de modificações do projeto.



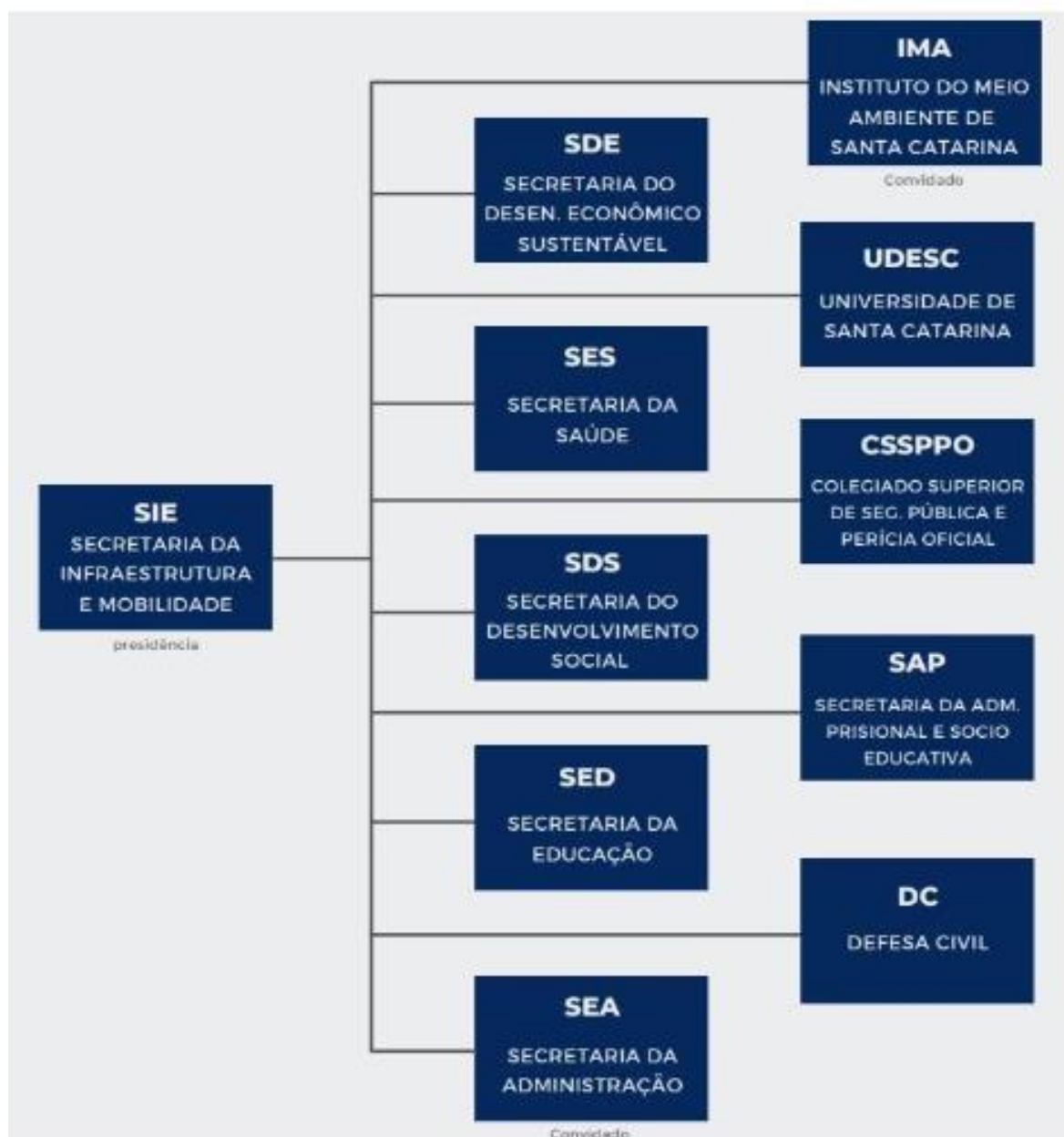
Fonte: Santos (2012).

### 2.1.1 Legislação

O decreto Nº 10.306, de 2 de abril de 2020, estabelece que deverá ser implementada gradualmente a utilização do BIM em execuções direta ou indiretamente relacionadas a obras de engenharia, geridas por órgãos ou entidades referidas a administração pública federal.

Em Santa Catarina, foi publicado o decreto nº 1.370, de 2021, no qual é previsto uma estratégia estadual para a implantação do BIM. Além de instituir um comitê técnico para essa estratégia e, para o cumprimento do decreto, foram convidados 11 entidades públicas, como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 – Comitê técnico para implantação de estratégia BIM.



Fonte: BIM SC (2022).

A estratégia BIM, que tem por propósito proporcionar um ambiente apropriado ao investimento em BIM no país, em Santa Catarina visa conseguir difundir o conceito BIM e seus possíveis benefícios, coordenando a estruturação do setor público para a adoção dessa metodologia. Por consequência, também viabilizar mudanças culturais, organizacionais e de processos nas instituições, desenvolvendo

normas técnicas, protocolos e guias específicos, além de outras metas (BIM SC, 2022).

### 2.1.2 Dimensões

Na metodologia BIM está a ideia de conexão, disponibilidade e conectividade com todas as informações em um mesmo projeto durante todo seu ciclo de vida e em todas as suas dimensões. Cada uma destas dimensões dará respeito aos diferentes níveis de informação de um modelo (MATTOS, 2014), conforme exemplo abaixo:

BIM 3D: Modelagem e criação de projetos tridimensionais;

BIM 4D: Planejamento da obra;

BIM 5D: Orçamento da obra;

BIM 6D: Análise energética da edificação, está relacionada à sustentabilidade;

BIM 7D: Gestão das instalações relacionadas ao uso e manutenção da edificação, até a demolição. Neste uso do BIM, é feito controle de garantia de equipamentos, planos de manutenção, custos de operação e até mesmo a análise de como se dará a demolição.

Ressalta-se que não há uma padronização universal para as dimensões BIM, de forma que algumas fontes podem apresentar outras dimensões ou as definir de maneira diferente. Um exemplo notório quanto a isto são as dimensões 6D (Sustentabilidade) e 7D (Gestão das Instalações), que autores invertem sua definição (MPDFT, 2020).

Alguns autores ainda incluem as dimensões 1D, 2D, 8D, 9D e 10D conhecido como Teoria de 10 dimensões BIM. Segundo Arnal (2018), essa teoria compreende o método colaborativo de ferramentas digitais utilizadas na construção civil utilizando propósitos, meios e ferramentas. O autor retrata essas dimensões com as seguintes características:

BIM 1D: Refere-se a implantação de um protocolo BIM, ou seja, corresponde a adoção da metodologia BIM, seja em nível individual, ou ao nível de política pública nacional;

BIM 2D: Adota fluxos de trabalho colaborativamente, contendo formas de contratação e procura novas formas de soluções integradas de gestão;

BIM 8D: Visa promover saúde e segurança ao longo de um projeto, trabalho e fase de manutenção;

BIM 9D: Lean Construction, é uma filosofia que tem como objetivo atingir uma maior produção com um menor custo (Deschamps, 2015);

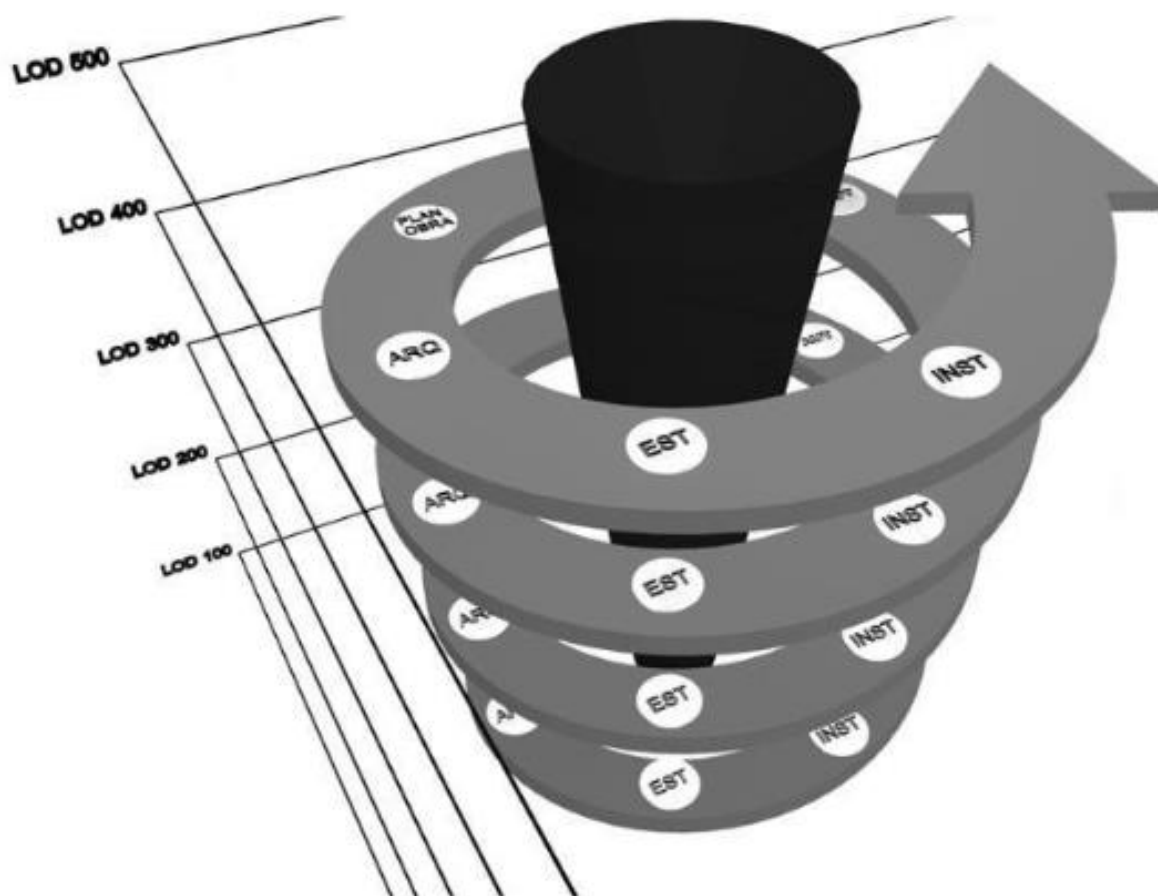
BIM 10D: Tem como meta agilizar o setor da construção utilizando tecnologias inovadoras por meio da digitalização.

Além disso, a evolução das dimensões BIM não é necessariamente linear, ou seja, nem sempre é necessário passar pela sequência de 3D, 4D, 5D e assim por diante. Dependendo do projeto e da necessidade do cliente, pode ser mais vantajoso começar em uma dimensão específica ou até mesmo pular algumas.

### 2.1.3 LOD

Os projetos em BIM são compostos por elementos de diversos níveis de detalhe. À medida que o projeto sofre uma evolução, o volume de dados inseridos no projeto aumenta, ou seja, a quantidade de dados e informações que são inseridas, é diretamente proporcional à evolução de um projeto, ao seu nível de desenvolvimento (LOD, Level of development) que em geral varia de 100 a 500, como pode ser visto na Figura 3 (LEUSIN, 2018).

Figura 3 - Evolução dos dados em um modelo BIM.



Fonte: LEUSIN ( 2018).

O LOD é de grande importância para determinar o nível apropriado de detalhes e informações que um modelo deve possuir para a implementação eficiente de um projeto. É usual que organizações que utilizam metodologia e planos de execução BIM no empreendimento determinem o LOD para o projeto em cada uma de suas fases (EASTMAN, et al, 2021).

Geralmente há uma divisão de cinco níveis de LOD, variando entre LOD 100 até LOD 500, partindo crescentemente do menor nível de detalhamento para o maior. Segundo o BIM FORUM, têm-se:

LOD 100: Representação gráfica genérica ou símbolo;

LOD 200: Sistema genérico, montagem ou objeto com quantidades aproximadas, forma, tamanho, localização e orientação;

LOD 300: Sistema, montagem ou objeto com um conjunto específico e real em forma, tamanho, localização e orientação;

LOD 350: Sistema, montagem ou objeto com um conjunto específico em forma, tamanho, localização, orientação e interfaces com outros sistemas de construção;

LOD 400: Sistema, montagem ou objeto com um conjunto específico em forma, tamanho, localização, quantidade, fabricação, orientação com detalhes e montagem e informação de instalação;

LOD 500: Representação verificada em campo em relação ao seu tamanho, localização, forma, orientação e quantidade.

Para descrever o processo de desenvolvimento de um projeto BIM, pode-se utilizar como exemplo a casa representada na figura 4. O projeto começa com um modelo no LOD 100 contendo apenas um volume primitivo com largura, comprimento e altura. Na fase de concepção, o modelo BIM tem LOD 200 para representar a forma geral da casa, com paredes e telhado. O projeto avança e entra-se na fase de projeto básico, aumentando o LOD para 300 ou 350 e adicionando elementos mais específicos, como esquadrias e escadas. Na fase de projeto executivo, podemos chegar a um LOD 400, com elementos muito detalhados como revestimentos de parede, acabamentos, mobiliário e equipamentos. Já o LOD 500 seria o “As-built”. Ou seja, o LOD evolui conforme o projeto avança, e a quantidade e complexidade dos elementos inseridos aumentam.

**Figura 4 - Representação LOD.**



Fonte: BibLus BIM ( 2022).

A padronização de LODs busca viabilizar uma melhor compreensão do conceito, ainda que não seja possível determinar uma correlação exata com as fases de desenvolvimento usualmente utilizadas no Brasil (CBIC, 2016). Em Santa Catarina, seguindo o que está previsto no Caderno de Apresentação de Projeto em BIM de Santa Catarina, utiliza-se a classificação de LOD entre LOD 100 até o LOD 500 (MPDFT, 2020).

O BEP - Bim Execution Plan ou plano de execução BIM deve estabelecer o nível de desenvolvimento desejáveis para a execução do projeto, desde as esquadrias até as instalações elétricas e hidrossanitárias. É fundamental que o BEP defina claramente o LOD desejado para cada elemento e sistema da edificação, a fim de garantir que o modelo BIM contenha informações precisas e suficientes para a execução do projeto. O projetista deve ter certeza que está modelando o edifício em um nível de detalhe adequado, levando em consideração as necessidades do projeto e os objetivos do cliente. Nem todos os componentes necessitam estar no mesmo LOD. Enquanto determinado LOD pode ser suficiente para certos modelos da edificação, para outros pode ser que surja a necessidade de um nível de detalhamento mais elevado. Portanto, o BEP deve ser elaborado de forma a permitir ajustes nos LODs à medida que o projeto avança, garantindo que o modelo BIM acompanhe a evolução do projeto e atenda às necessidades da equipe de construção e dos usuários finais (EASTMAN, Charles et al, 2021).

#### 2.1.4 ISO 19650

A ISO/DIS 19650-1.2:2017 - Organization of information about construction works / Information management using building information modelling, é uma norma internacional que visa auxiliar na gestão e produção de informações ao longo de todo ciclo de vida das edificações por meio do BIM. Ela é composta por quatro partes: ISO 19650-1 (Princípios e requisitos), ISO 19650-2 (Processos de gestão de informações), ISO 19650-3 (Gerenciamento de informações de produtos) e ISO 19650-5 (Especificação de processos de entrega de informações).

ISO 19650-1 - apresenta as diretrizes e requisitos gerais para a gestão de informações ao longo do ciclo de vida de um empreendimento, incluindo a definição

de papéis e responsabilidades dos envolvidos e o estabelecimento de protocolos para a troca de informações.

ISO 19650-2 - trata dos processos específicos de gestão de informações, incluindo a coleta, armazenamento, compartilhamento e atualização de informações ao longo do ciclo de vida de um empreendimento.

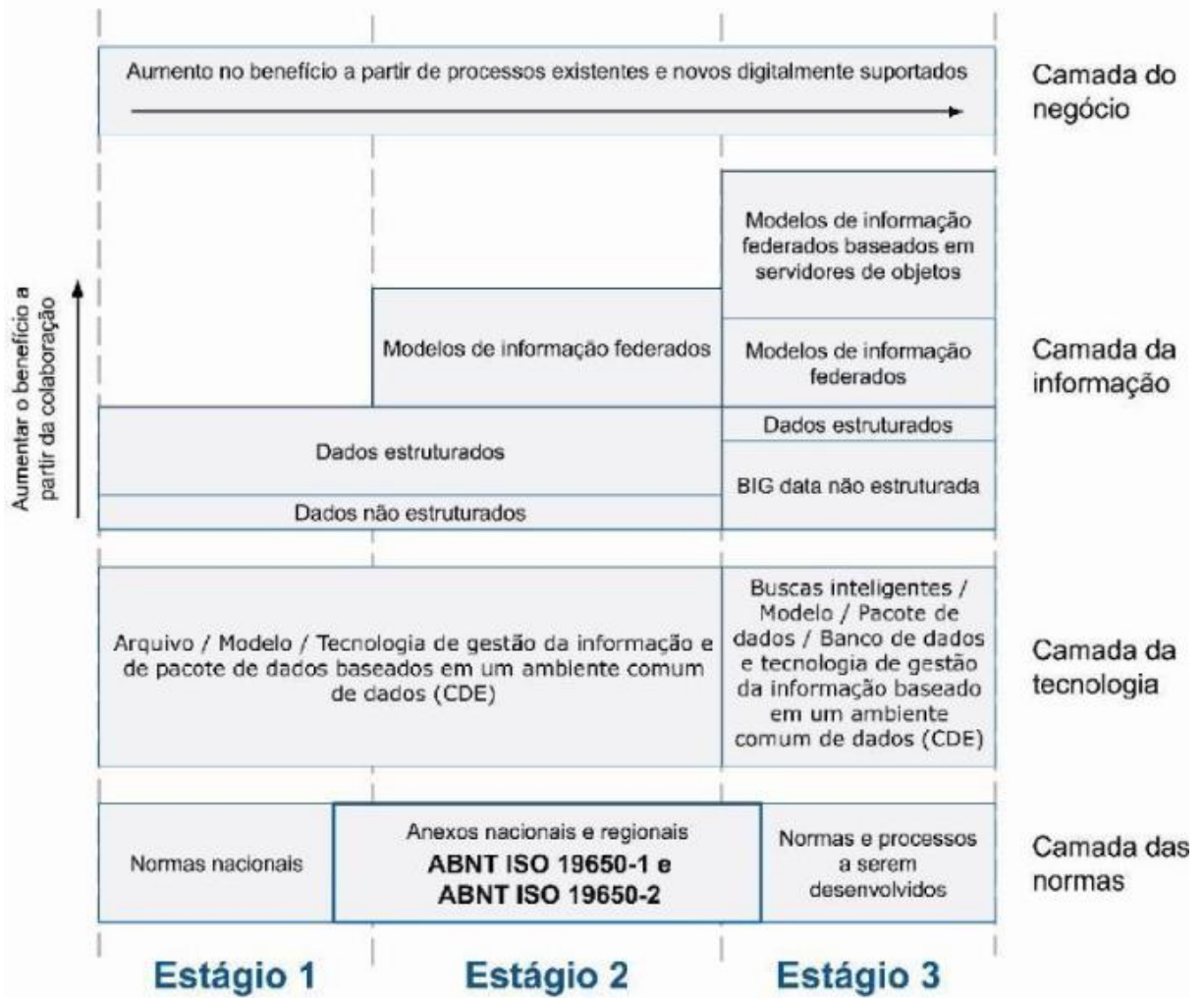
ISO 19650-3 - estabelece os requisitos para o gerenciamento de informações de produtos, ou seja, a definição de como os dados sobre os elementos construtivos - como materiais, componentes e sistemas - devem ser estruturados e gerenciados.

ISO 19650-5 - estabelece os requisitos para a entrega de informações, incluindo a definição de quais informações devem ser entregues e em que formato, para garantir que as informações estejam disponíveis e sejam úteis para as atividades de operação e manutenção do empreendimento.

A NBR ISO 19650, que é a norma brasileira baseada nessa ISO e apresenta recomendações para o gerenciamento de informações dentro de uma organização, incluindo seu arquivamento, troca e versionamento, envolvendo todos os participantes no desenvolvimento, desde gerenciadoras, proprietários e seus representantes, construtores, projetistas, fornecedores e usuários finais (CAREZZATO, 2018).

A gestão de informação pode ser apresentada em três estágios diferentes, cada um com um nível de maturidade próprio, conforme demonstrado na Figura 5. Esta figura demonstra a tecnologia da informação, o desenvolvimento de padronização e maneira que a gestão de informação pode ser combinada para dar maior retorno aos negócios.

Figura 5 - Estágios de maturidade.



Fonte: NBR ISO 19650 (2022).

Vale destacar que os requisitos de gestão e as indicações que são apresentadas na NBR ISO 19650 se baseiam no pressuposto que a contratada, a contratante e as subcontratadas trabalharão em conjunto de forma cooperante para a implantação do que está previsto na norma (NBR ISO 19650, 2022).

### 2.1.5 Softwares

A plataforma BIM, de acordo com Eastman et al.(2021), é o centro de geração de informações que hospeda o modelo base e permite a interação entre diferentes sistemas. Ela pode ser considerada a base sobre a qual todo o processo

BIM é construído, e geralmente envolve a modelagem 3D do projeto, que é a primeira dimensão do BIM.

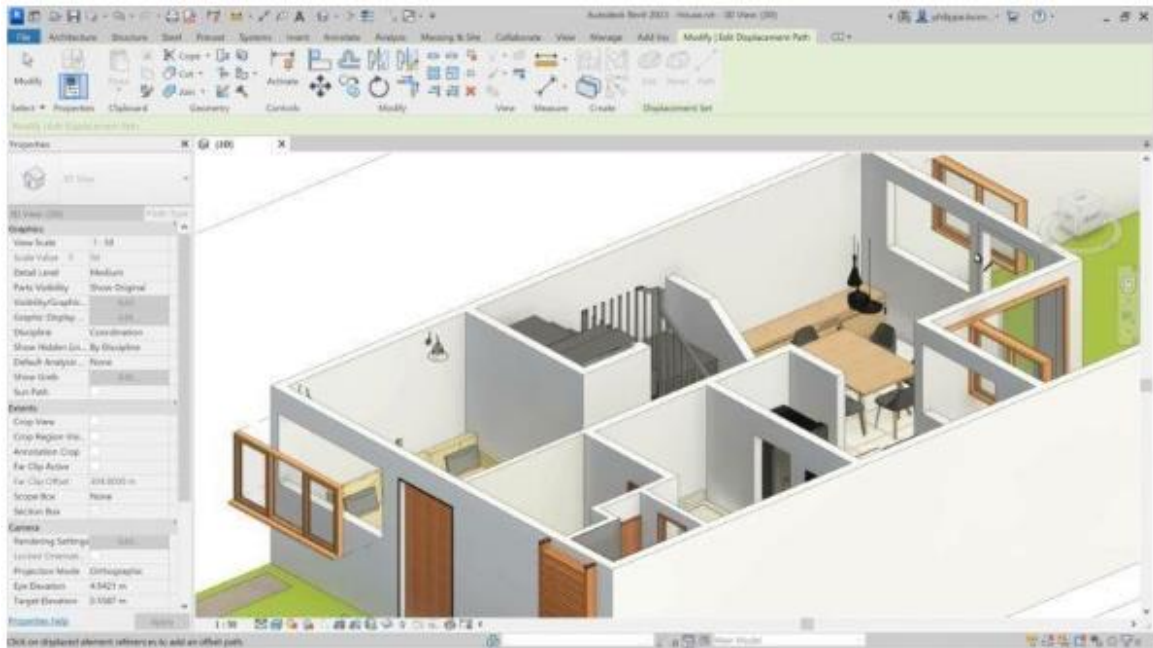
As ferramentas BIM, por outro lado, são responsáveis pelo recebimento, envio e processamento das informações associadas aos processos da plataforma BIM. Elas incluem diferentes software e aplicativos que permitem a colaboração e comunicação entre as diferentes partes envolvidas no projeto, além de automatizar várias tarefas e fluxos de trabalho. As ferramentas BIM estão associadas às outras dimensões BIM, como a 4D (tempo), 5D (custo), 6D (facilidade de manutenção e operação) e 7D (sustentabilidade).

Por fim, o ambiente BIM é o conjunto de procedimentos e normas que regem a utilização da metodologia BIM em um projeto ou organização. Ele inclui não apenas a plataforma e as ferramentas BIM, mas também a equipe de projeto e os processos que garantem a integração e coordenação de todas as partes envolvidas. O ambiente BIM está associado à dimensão 8D, que é a dimensão da colaboração e coordenação entre as partes envolvidas no projeto.

No mercado atual, existem diversas plataformas e ferramentas BIM amplamente utilizadas para projetos de construção civil, como as apresentadas por Eastman et al. (2021):

- Revit: ferramenta introduzida pela empresa Autodesk no ano de 2002, oferecendo uma interface de uso fácil (ver figura 6), permitindo que seja realizado a modelagem da edificação em 3D. Baseia-se em seções horizontais e verticais 2D como forma de detalhar grande parte dos conjuntos, além disso, suporta o desenvolvimento de novos objetos paramétricos customizados e a customização de objetos predefinidos.

Figura 6 - Interface do software Revit.



Fonte: INSTITUTO BRAMANTE (2022).

- ArchiCAD: plataforma BIM para projetos de construção civil mais antiga, começou a ser comercializada no início dos anos 1980. É uma ferramenta de modelagem paramétrica em que todas as elevações, plantas, seções e documentos 3D podem ser editados bidirecionalmente. Na figura 7 é possível verificar sua interface.

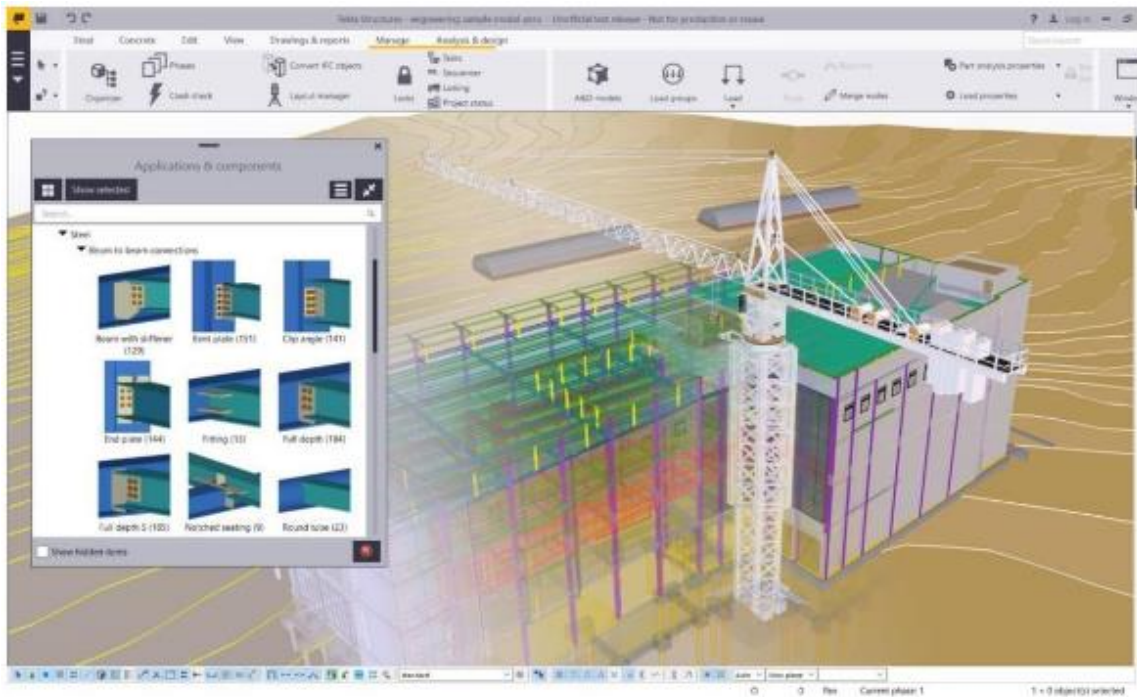
Figura 7- Interface do software ArchiCAD.



Fonte: AECMAGAZINE (2022).

- Tekla Structures: É uma plataforma de suporte para uma grande variedade de produtos amplamente utilizados no mundo. A Tekla Structures, Figura 8, permite o detalhamento de aço, concreto pré-moldado, madeira, concreto armado e para engenharia estrutural.

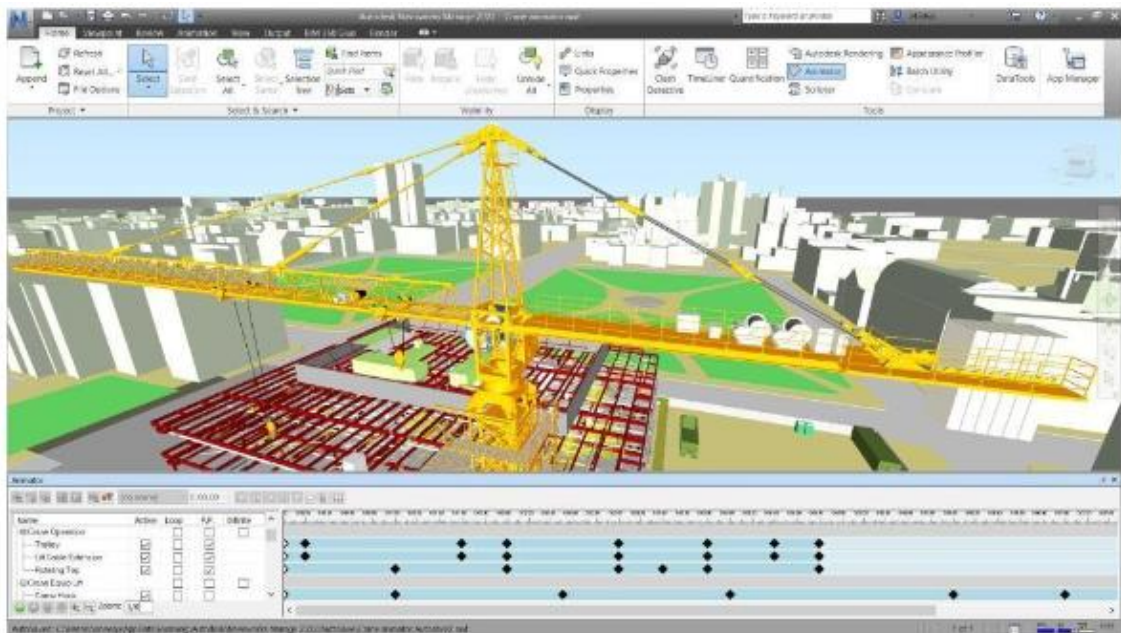
Figura 8 - Interface do software Tekla Structures.



Fonte: TEKLA (2022).

- Navisworks Manage: Caracteriza-se por ser uma ferramenta que permite a administração de obras, incluindo ferramentas que servem para realizar a revisão de modelos, identificação de conflitos, simulações e animações 4D. O Navisworks, Figura 9, permite importar modelos BIM e geometrias 3D em uma abundância de formatos, e esse ainda é seu grande diferencial.

Figura 9 - Interface do software Navisworks Manage.



Fonte: AUTODESK (2022).

## 2.2 PROJETOS

Na construção civil, é fundamental que obras residenciais, comerciais ou industriais apresentem características que garantam segurança, credibilidade, economia e durabilidade. Por isso, o projeto é essencial para que uma obra não fracasse na etapa de construção ou utilização (NASCIMENTO, 2014). O projeto é uma etapa pré-executiva e deve ser elaborado de forma a atender às expectativas do contratante, satisfazendo sempre os limites de segurança do empreendimento (RAUBER, 2005). Além disso, exerce uma grande e importante função no desenvolvimento da execução de uma obra, possibilitando atingir menores custos de produção e melhores técnicas construtivas (OLIVEIRA, 2013).

Sua etapa de realização é um procedimento primordial no ramo da construção civil. Nesta, ocorre a representação de ideias, a concepção e a apresentação real do elemento construtivo (OHASHI, 2001). Ele tem um papel estratégico para que ocorra um bom desenvolvimento de uma edificação, tanto para o empreendimento quanto para as organizações, influenciando nas demais fases e processos de desenvolvimento (BERTEZINI, 2006). Usualmente, para a execução de um edifício, um projeto é subdividido pelos projetos arquitetônico e complementares, que incluem os projetos estrutural e de instalações elétricas, hidráulicas, sanitárias e de prevenção de incêndio (RAUBER, 2005).

### 2.2.1 Projeto Arquitetônico

O projeto arquitetônico é o centro para os demais projetos da edificação, visto que os projetos complementares são desenvolvidos a partir dele. Assim, é importante que seja bem desenvolvido, pois um projeto mal elaborado pode provocar efeitos prejudiciais para a edificação como um todo, podemos ver um projeto arquitetônico de uma residência na Figura 10. Durante essa etapa são definidos aspectos técnicos para a execução da obra, como o método construtivo, dimensões dos ambientes, características do empreendimento, além de tamanho e posição de esquadrias (RAUBER, 2005).

Figura 10 - Projeto Arquitetônico



Fonte: Elaboração própria (2022).

De acordo com a norma NBR 16636-2 de 2017, existem várias etapas no projeto arquitetônico, que incluem desde o levantamento de dados e informações técnicas específicas até o projeto executivo completo da edificação.

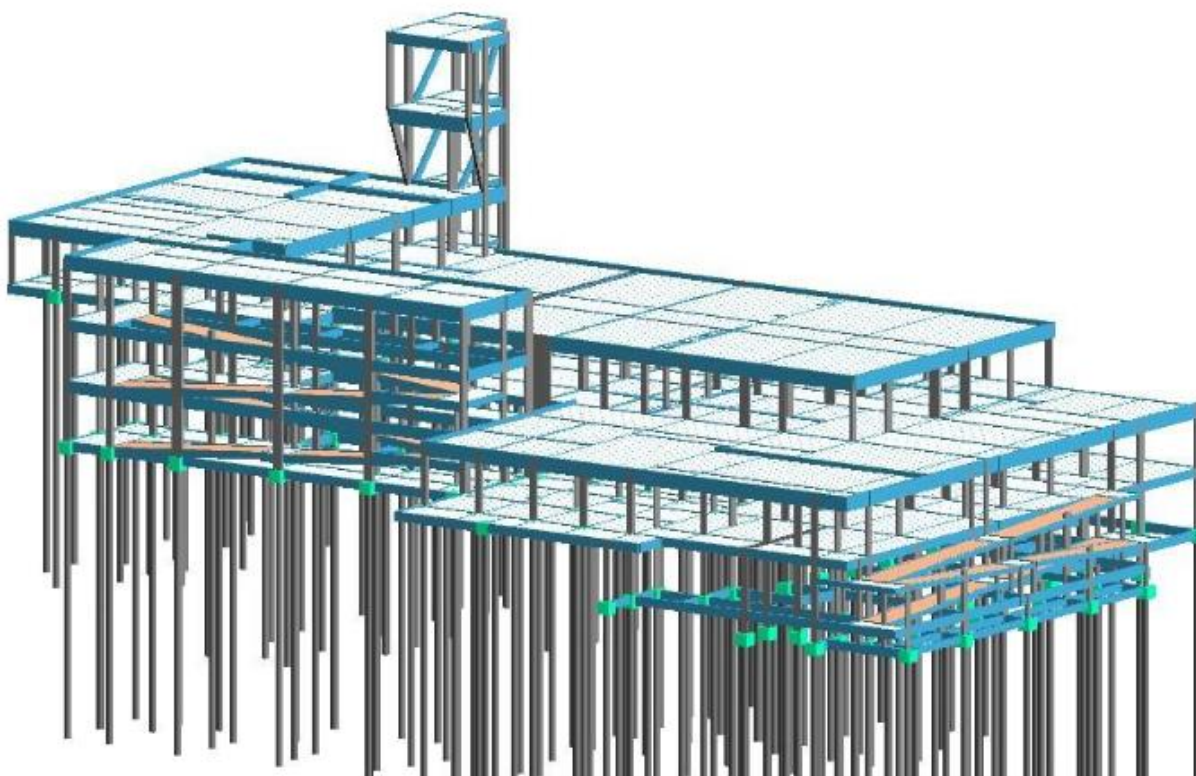
Para Oscar (2016, p. 3), é de extrema importância que esse projeto seja liberado para a construção apenas em sua fase final, tendo em consideração que “[...] a partir desta, além do custo acumulado, o prazo necessário para sua concepção irá superar as fases já definidas da construção [...]. Qualquer interferência nesse momento já é causa de impacto”.

## 2.2.2 Projetos Complementares

Os projetos complementares são aqueles que complementam o projeto arquitetônico de uma edificação, como o projeto estrutural e os de instalações. O projeto estrutural é responsável pela estrutura da edificação, incluindo as fundações e superestruturas. Já os projetos de instalações são compostos pelas instalações hidráulicas, elétricas, sanitárias, telefônicas e de prevenção contra incêndio, entre outras (RAUBER, 2005).

Segundo a NBR 6118 de 2014, o projeto estrutural, Figura 11, atenderá as informações necessárias para ser possível a execução de uma estrutura. O resultado de um projeto estrutural é composto por desenhos, critérios de projeto e especificações, devendo sempre concordar com o previsto nas normas técnicas vigentes.

**Figura 11 - Projeto Estrutural**

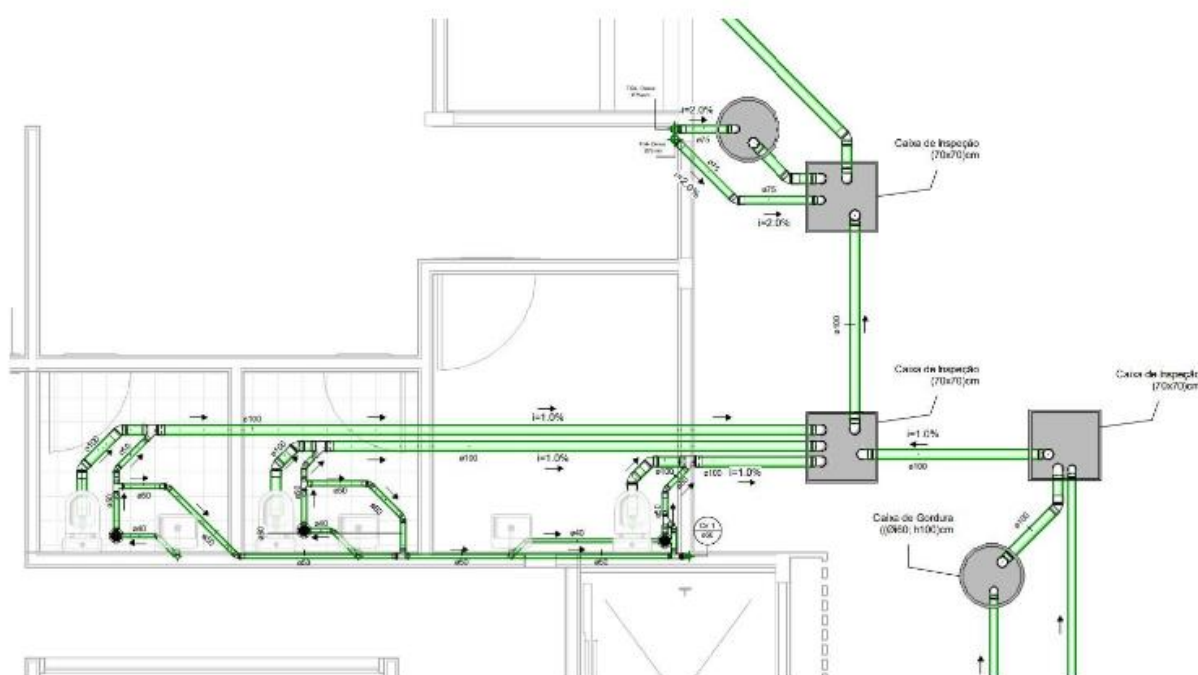


Fonte: Prefeitura de Palhoça (2022).

Os projetos de instalações hidrossanitárias, como pode ser visto na Figura 12 um projeto de esgoto de uma edificação, dividem-se em instalações hidráulicas e

instalações sanitárias. O sistema hidráulico é composto pelo conjunto de canalizações, aparelhos e conexões que buscam prover o abastecimento de água para uma edificação. O sistema sanitário visa garantir que o descarte de água utilizada na edificação seja levado até o seu destino e a eliminação dos gases na tubulação (Melo e Netto, 1988).

**Figura 12 - Projeto Hidrossanitário.**

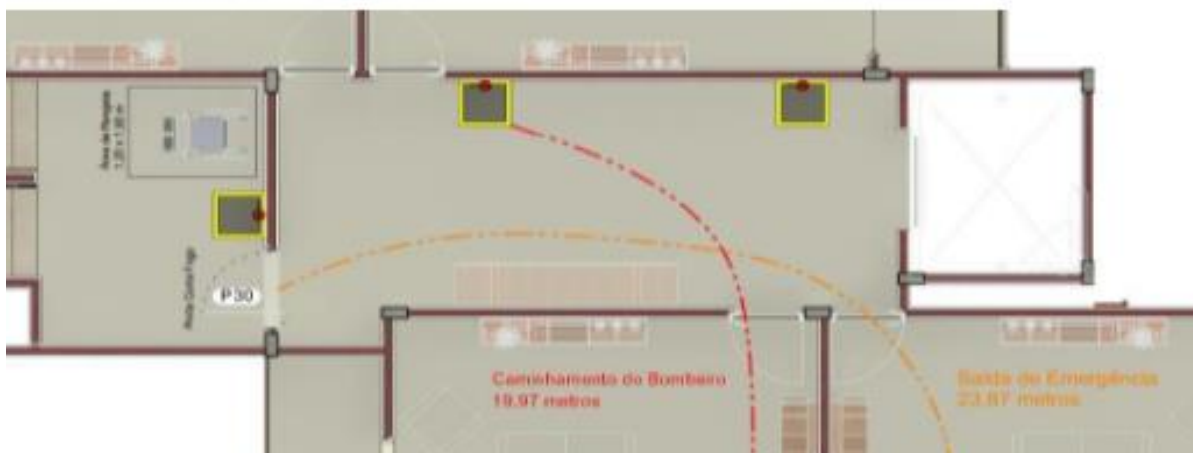


Fonte: Elaboração própria (2022).

O projeto elétrico, Figura 13, tem como objetivo atender às demandas dos profissionais projetistas, clientes e entidades reguladoras, como os órgãos públicos concessionários. Esse projeto deve apresentar detalhes minuciosos, como as características elétricas da edificação, as posições de dutos e condutores e a localização dos pontos elétricos (como iluminação e tomadas) (FILHO, 2015), para garantir que a instalação elétrica seja segura e eficiente. Também é importante que esse projeto esteja em conformidade com as normas técnicas vigentes.



Figura 14 - PPCI - Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio



Fonte: Elaboração própria (2022).

Dessa forma, é imprescindível que esses projetos complementares sejam desenvolvidos de maneira integrada e alinhada com o projeto arquitetônico, a fim de garantir a eficiência, segurança e qualidade da edificação como um todo.

## 2.3 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

A compatibilização de projetos é uma das etapas mais importantes no processo de construção civil, pois é nessa fase que são identificados possíveis conflitos entre os projetos arquitetônicos e complementares, evitando assim problemas durante a execução da obra.

Para garantir a efetividade da compatibilização de projetos, é comum que sejam necessários ajustes em cada etapa de concepção, visto que nem sempre as soluções propostas serão compatíveis com as demais disciplinas. Caso a coordenação não seja bem realizada, pode haver diversas rodadas de análise em uma mesma etapa, o que pode prolongar o tempo necessário para conclusão da compatibilização. Além disso, é importante considerar que cada disciplina depende do término das outras para que possam ser avaliadas em relação a possíveis conflitos e requisitos, o que demanda um sequenciamento adequado da produção (LEUSIN, 2018).

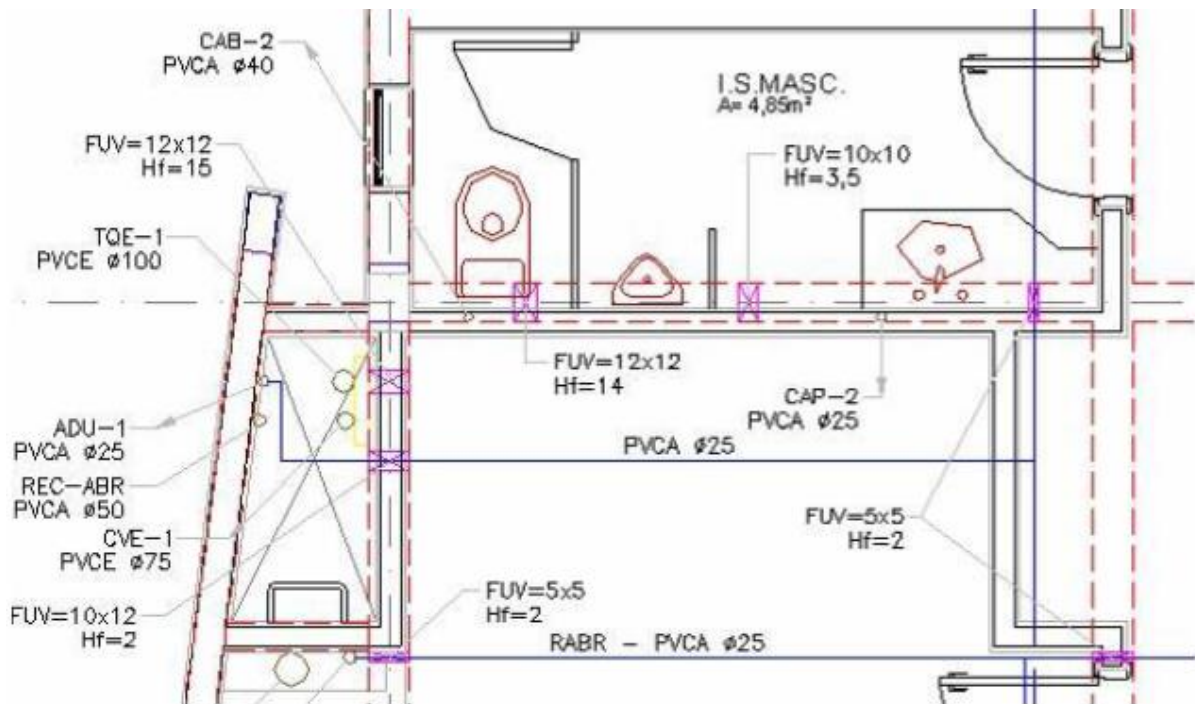
Segundo Callegari (2007), a compatibilização de projetos pode ser entendida como o gerenciamento e integração dos projetos existentes, buscando um conjunto sem conflitos, simplificando os processos de execução e manutenção, e buscando a otimização de materiais, tempo e mão de obra. Com a compatibilização, falhas e incompatibilidades geométricas que podem ocorrer entre os modelos podem ser detectadas e as devidas ações podem ser tomadas para a adequação e aperfeiçoamento do sistema projetual e construtivo. Para melhorar o cenário onde há muita ineficiência no setor da construção, é preciso que as mudanças ocorram não apenas na fase de concepção, mas também durante a execução, implementando a compatibilização durante todo o processo.

Por fim, Mikaldo (2008) enfatiza que a compatibilização de projetos é crucial para a transformação de um projeto em uma obra real, pois possibilita a integração das diversas áreas que compõem o empreendimento.

A compatibilização pode ser feita de várias formas, podendo ser de métodos mais atuais como mais arcaicos. A forma mais simples de ser feita é pela sobreposição de desenhos, como mostrado na Figura 15 abaixo, de maneira manual ou com a utilização de desenhos em CAD 2D. Apesar de ser uma prática muito usada,

é improvável que sejam analisadas todas as interferências precisamente (MONTEIRO, et al, 2017).

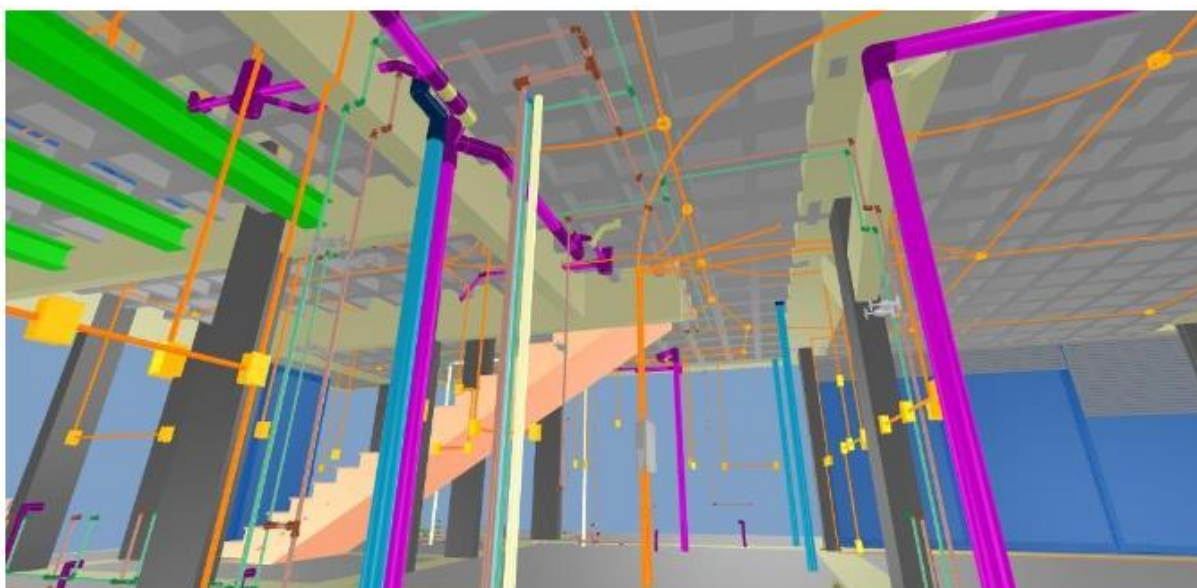
Figura 15 - Sobreposição de projetos em 2D (ex: estrutura x hidráulica)



Fonte: MIKALDO (2008).

A compatibilização BIM surge como solução para o grande desafio de harmonizar os modelos dos diversos projetistas envolvidos na construção civil, uma vez que essa é uma área com grande dispersão de participantes (LEUSIN, 2018). Como mostrado na Figura 16 podemos analisar os projetos estrutural, elétrico e hidrossanitário modelados e mostrados de forma 3D, e assim os softwares de compatibilização podem verificar automaticamente a ocorrência de interferências.

**Figura 16 - Compatibilização BIM AltoQi.**



Fonte: ALTOQI (2018).

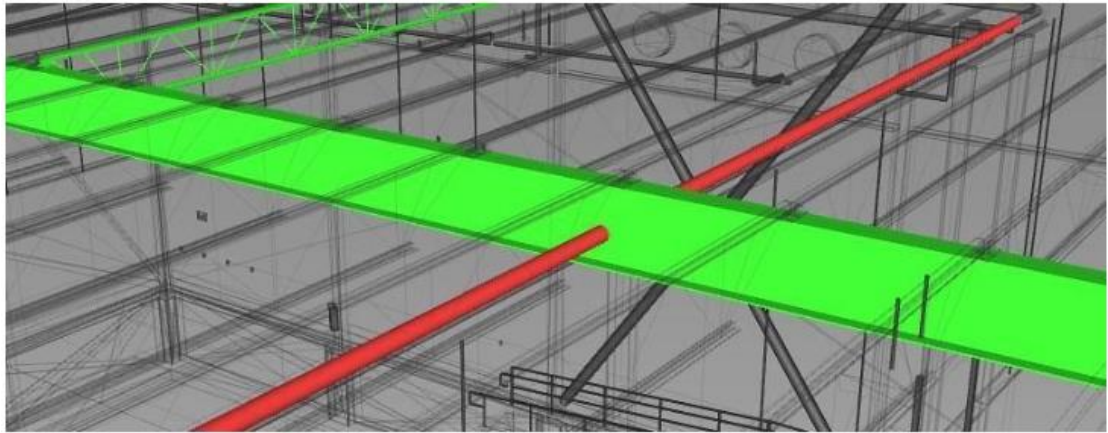
Os conflitos podem ter diferentes origens e proporções, como soft clash (componentes que não respeitam a distância mínima em relação a outro elemento ou sistema), hard clash (componentes que se sobrepõem) e time clash (elementos que podem colidir ao longo do tempo, durante a construção ou uso do edifício) (MPDFT, 2020). Embora os softwares possam gerar relatórios de conflitos automaticamente, ainda podem existir interferências não identificadas devido a sua baixa relevância ou problemas e incoerências de projeto que o software não detecta.

A análise das incompatibilidades pode seguir a classificação em conflitos físicos, conflitos entre entidades da mesma disciplina ou de diferentes disciplinas, e conflitos funcionais, como posicionamento inadequado de equipamentos ou conflitos legais e normativos (IBIDEM).

Os conflitos físicos podem ser classificados em:

- Críticos - interferências que envolvam a disciplina de estrutura, como mostrado na figura 17;

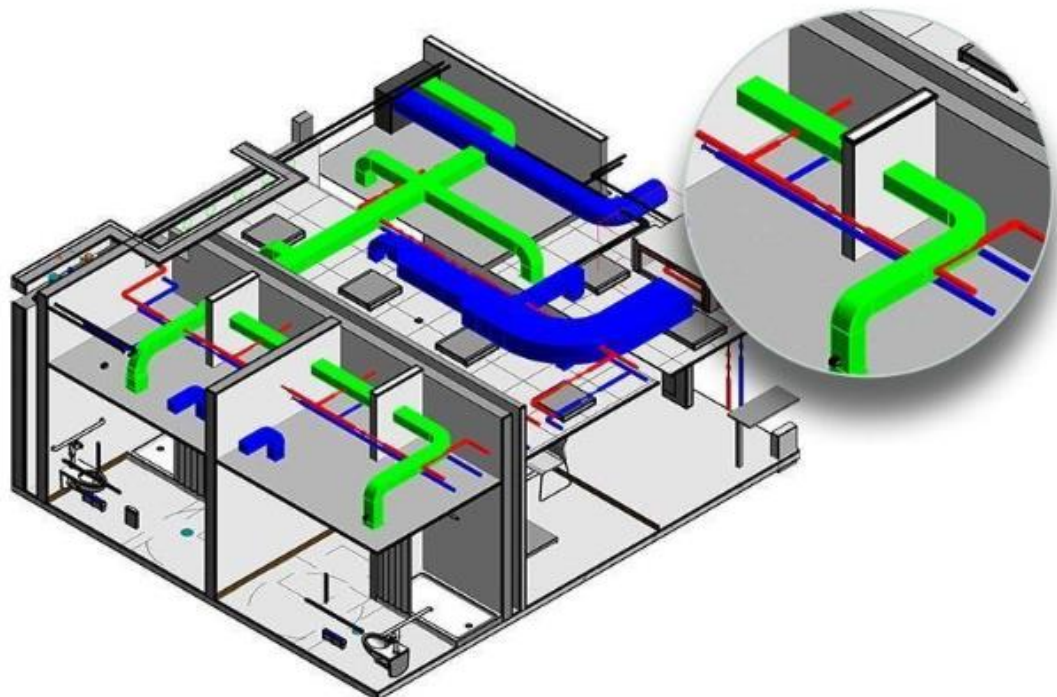
**Figura 17 - Análise automatizada clash detection através de regras de verificação.**



Fonte: THÓRUS (2020).

- Moderado - interferências a disciplina de mecânica, como uma interferência de tubulação água-fria e esquadrias, ou como mostrado na figura 18, entre uma tubulação de água-fria e ar condicionado;

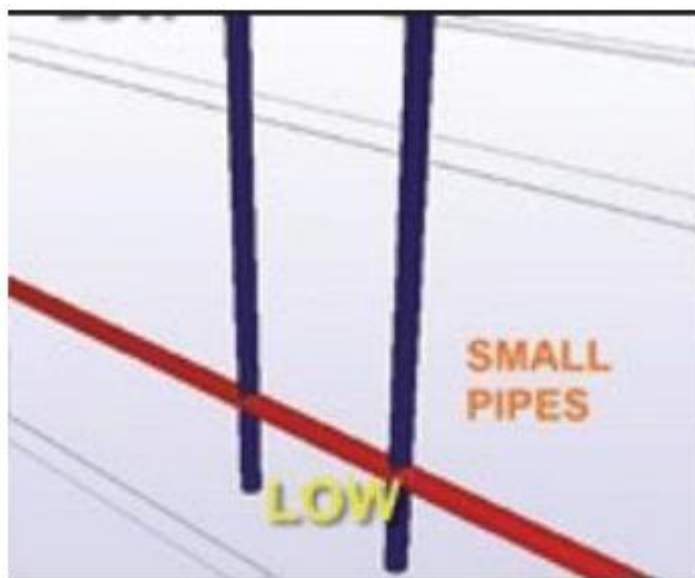
**Figura 18 - Colisão entre tubulações**



Fonte: BIM UNITED (2022).

- Leve - que não envolvem disciplinas de estrutura e mecânica ou não constem na matriz de compatibilização, como uma interferência entre duas tubulações de pequeno diâmetro, como mostrado na figura 19.

**Figura 19 - Interferência leve: Pequenos tubos de diferentes diâmetros**

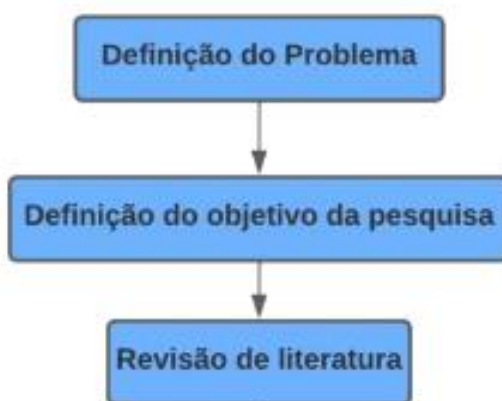


Fonte: HJELSETH (2015).

### 3 MÉTODO

O método utilizado neste trabalho compreende duas etapas distintas: uma pesquisa exploratória e uma pesquisa aplicada. A pesquisa exploratória teve como objetivo fornecer embasamento teórico para o trabalho prático, abordando temas relevantes no campo da construção civil, como BIM, projetos e compatibilização de projetos. A pesquisa aplicada foi conduzida por meio de um estudo de caso de uma escola pública que está sendo construída na cidade de Palhoça no estado de Santa Catarina. Para o desenvolvimento da pesquisa, inicialmente, realizaram-se as etapas apresentadas na Figura 20.

Figura 20 - Fluxograma TCC1.



Fonte: Elaboração própria (2022)

#### 3.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Nesta etapa, foi realizada uma pesquisa inicial sobre o tema e identificar os principais desafios que a compatibilização de projetos em BIM apresenta. A metodologia utilizada incluiu a revisão de documentos e normas técnicas e análise de casos reais de projetos em BIM que apresentaram problemas de compatibilização.

#### 3.2 DEFINIÇÃO DO OBJETIVO DA PESQUISA

Após a definição do problema, foi estabelecido qual é o objetivo da pesquisa. Nesta etapa, foi definido com clareza qual é a contribuição que o trabalho de TCC irá trazer para o campo da compatibilização de projetos em BIM.

### **3.3 REVISÃO DE LITERATURA**

Nesta etapa, foram realizadas buscas por artigos científicos, livros, normas técnicas e outros materiais relevantes que pudessem contribuir para o desenvolvimento do trabalho. A revisão de literatura permitiu embasar teoricamente o estudo, fornecendo fundamentos e referências para a análise e discussão dos resultados obtidos.

Essas etapas foram fundamentais para o planejamento e desenvolvimento da pesquisa, visando a obtenção de resultados significativos no campo da compatibilização de projetos em BIM.

### **3.4 ESTUDO DE CASO**

Para a modelagem e compatibilização do projeto da escola, utilizou-se a metodologia BIM, que além de proporcionar maior eficiência e precisão ao processo, permitiu a compatibilização entre todas as disciplinas envolvidas na construção.

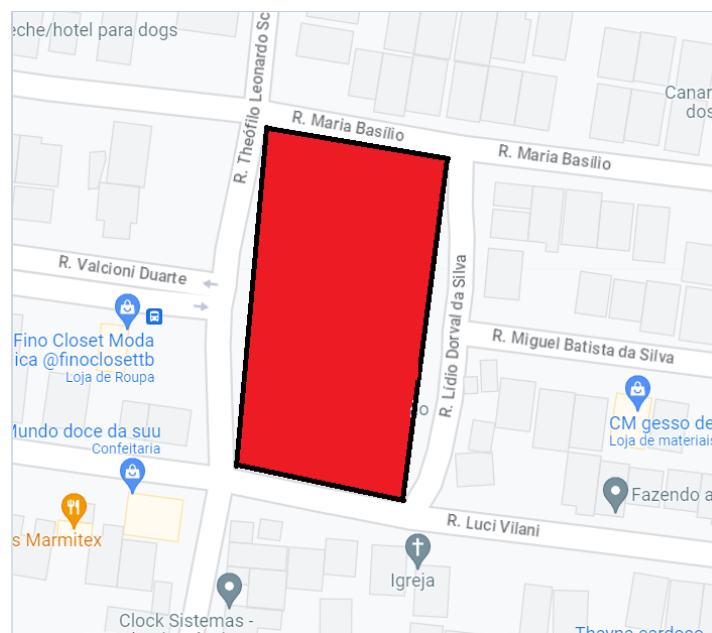
O projeto selecionado para o estudo de caso, que está demonstrado no Anexo 01, possui área construída de 1.069,45 m<sup>2</sup> e uma área institucional total de 4.328,96 m<sup>2</sup>, conforme apresentado na Figura 21. A escola está localizada na rua Lídio Dorval da Silva, no loteamento Jardins, em Palhoça/SC, visto na Figura 22. A pesquisa aplicada teve como objetivo avaliar a eficiência da metodologia BIM na compatibilização de projetos de edificações públicas, bem como sua aplicabilidade em projetos de grande porte.

**Figura 21 - Renderização Projeto Arquitetônico**



Fonte: Elaboração própria (2023).

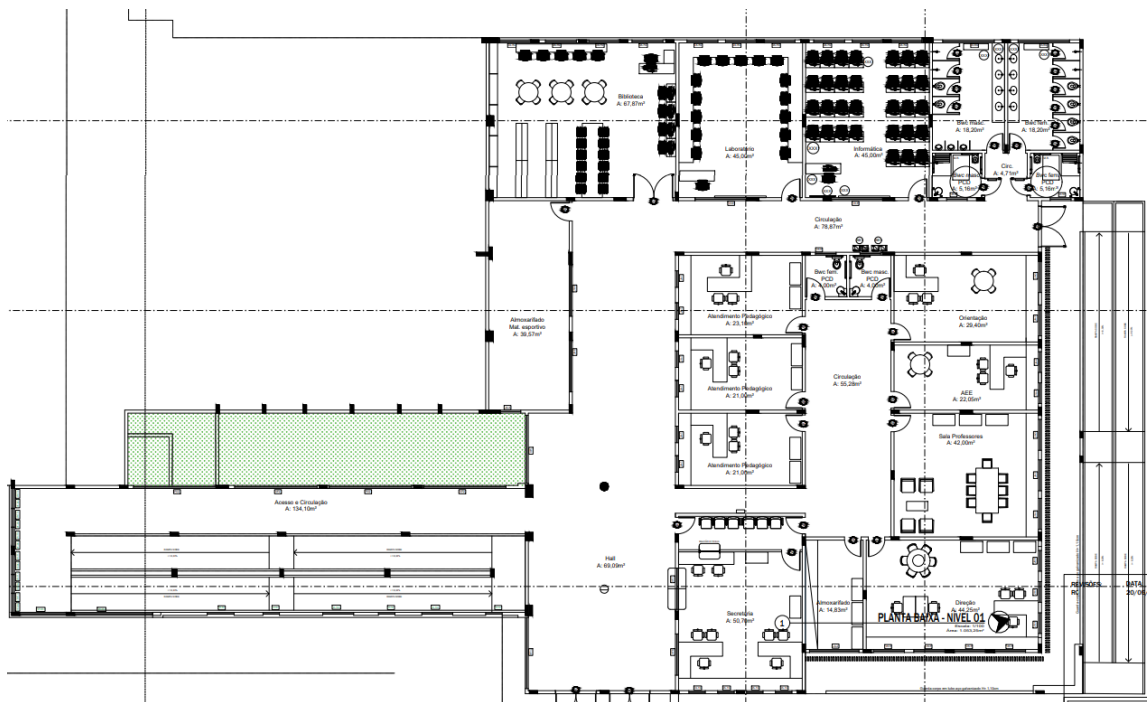
**Figura 22 - Localização do terreno da escola**



Fonte: Google Maps (2023).

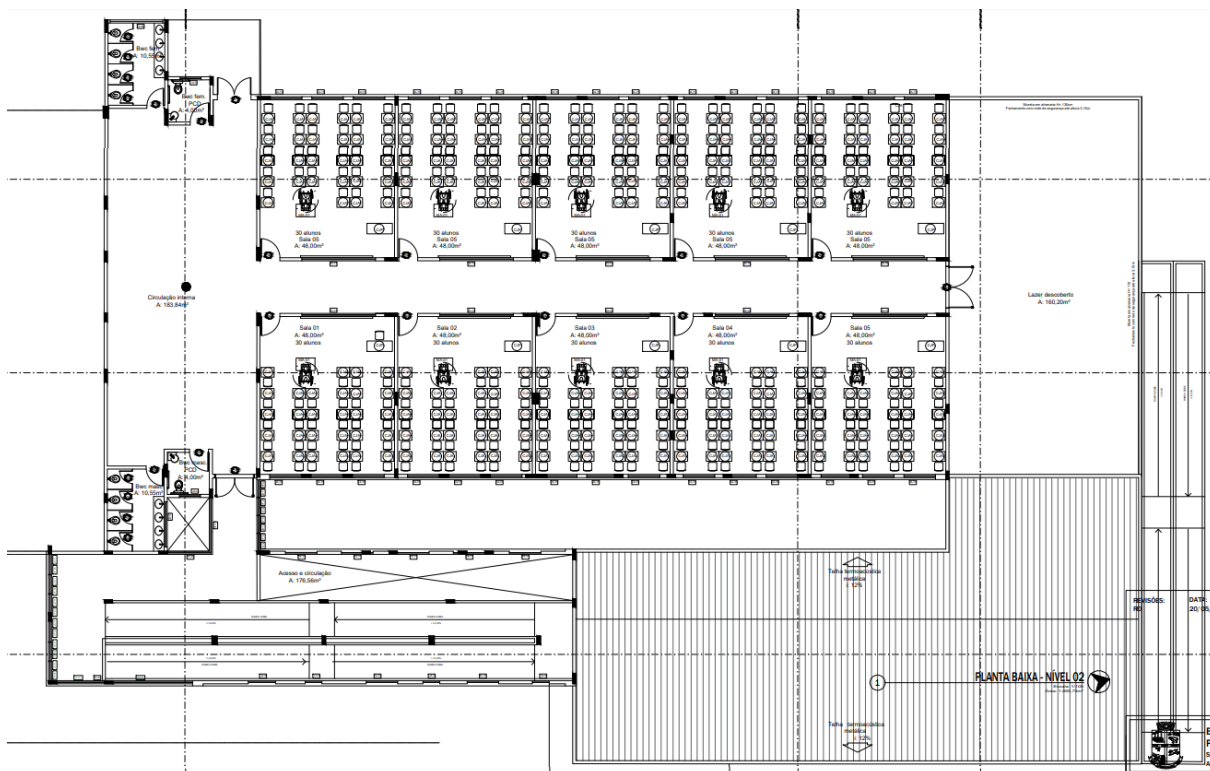
Nas Figuras 23, 24 e 25 pode-se observar as plantas dos projetos arquitetônicos da escola.

Figura 23 – Pavimento 1



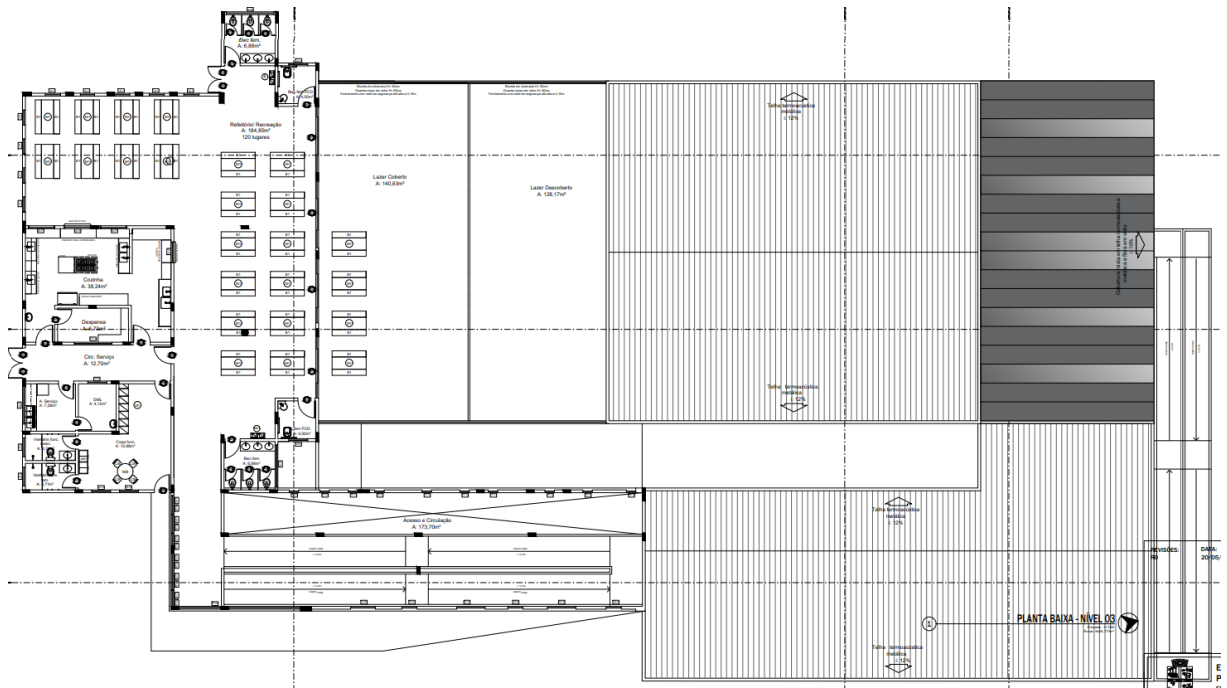
Fonte: Prefeitura de Palhoça (2022).

Figura 24 – Pavimento 2



Fonte: Prefeitura de Palhoça (2022).

Figura 25 – Pavimento 3



Fonte: Prefeitura de Palhoça (2022).

Além disso, no Anexo 1, pode-se observar as plantas do projeto arquitetônico para uma melhor compreensão da escola.

Os dados foram coletados junto à Prefeitura, que disponibilizou os projetos arquitetônico, elétrico, hidrossanitário e de prevenção contra incêndio em formato 2D, elaborados no AutoCAD, além do projeto estrutural, já fornecido modelado em formato IFC, elaborado no Eberick. Com o objetivo de adequar todos os projetos à metodologia BIM, os arquivos em DWG foram modelados em BIM 3D, utilizando o Revit. Essa escolha baseou-se em uma pesquisa realizada pela NBS - National BIM Library em 2020, que apontou o Revit como o software BIM mais utilizado pelos usuários, como pode ser observado na Figura 26.

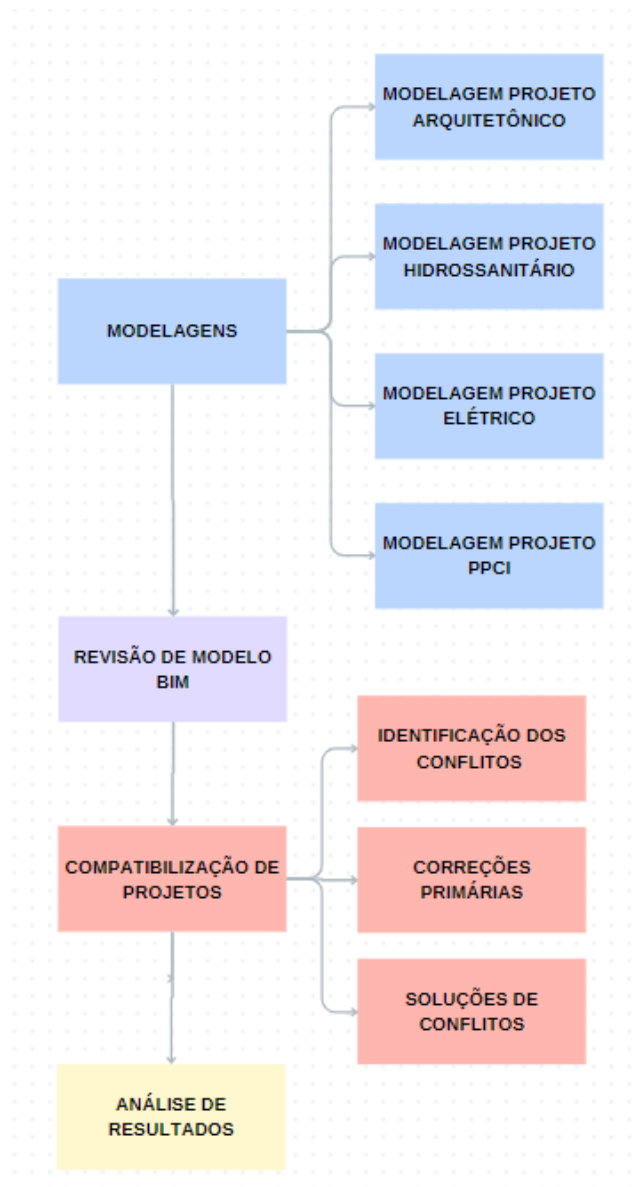
Figura 26 - Software BIM mais utilizados pelos usuários em 2020.



Fonte: (NBS, 2020).

Para o desenvolvimento do projeto realizou-se as etapas apresentadas na Figura 27.

Figura 27 - Fluxograma TCC2.



Fonte: Elaboração própria (2023).








### **3.5 MODELAGENS**

Utilizando o software Revit da Autodesk e os templates desenvolvidos em um projeto do IFSC em parceria com o Centro de Referência Especializado de Assistência Social, foram realizados os projetos arquitetônico, hidrossanitário, elétrico e PPCI (Prevenção e Combate a Incêndio) da escola. Para garantir a qualidade e o correto detalhamento dos componentes, foram aplicados os conceitos de LOD (Nível de Desenvolvimento) conforme apresentados no referencial teórico.

Os quadros 1, 2, 3, 4 e 5 apresentam os níveis de detalhe de cada componente nos projetos, permitindo uma análise clara das modelagens realizadas. Essa representação visual foi elaborada utilizando o Plannerly, uma plataforma colaborativa de gestão de projetos na construção civil, que oferece recursos avançados para a organização e visualização das informações do projeto. Dessa forma, foi possível criar um quadro organizado e preciso, evidenciando os níveis de detalhe de modelagem para cada disciplina de projeto.












Essas etapas desempenharam um papel fundamental no desenvolvimento do projeto da escola. A combinação do software Revit, dos templates fornecidos pelo Dr. Samuel João da Silveira e da utilização do Plannerly proporcionou uma gestão eficiente do projeto, garantindo a precisão e a organização das informações. A aplicação dos conceitos de LOD assegurou o adequado detalhamento dos componentes nos projetos arquitetônico, hidrossanitário, elétrico e PPCI, contribuindo para a qualidade e eficiência do trabalho realizado.

**Quadro 1 - Níveis de detalhes Arquitetura.**

	Modelagem 3D	
Arquitetura		
Piso		
Piso	200	
Portas		
Portas	200	
Folha	200	
Marco	200	
Janelas externas		
Janelas	200	
Cobertura		
Cobertura	200	
Paredes		
Paredes	200	








Fonte: Plannerly (2022).

**Quadro 2 - Níveis de detalhes Hidrossanitário.**

Hidrossanitário		
Drenagem de Água Pluvial		
Drenagem de Água Pluvial	200	
Equipamento de Drenagem de Águas Pluviais	200	
Tubulação de Drenagem de Água Pluvial	200	
Dreno para Água Pluvial	200	
Sistemas de Água Cinza	200	
Sistemas de Suporte e Fixação de Tubulações Hidráulicas	200	
Esgoto sanitário		
Esgoto sanitário	200	
Equipamento de Esgoto Sanitário	200	
Aparelho Sanitário Domiciliar	200	
Tubulação de Esgoto Sanitário	200	
Componentes Complementares de Esgoto Sanitário	200	









Fonte: Plannerly (2022).

**Quadro 3 - Níveis de detalhes Distribuição de Água.**

Distribuição de Água		
Distribuição de Água	200	
Reservatório de Água Potável	200	
Tubulação de Água Domiciliar	200	
Reservatório de Água Potável	200	
Tubulação de Água Domiciliar	200	
Aparelho Sanitário Domiciliar	200	
Conexões	200	



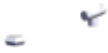



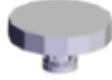

Fonte: Plannerly (2022).

**Quadro 4 - Níveis de detalhes Elétrico.**

Elétrico		
Energia elétrica	200	
Eletrodutos	200	
Fiação	200	
Tomadas	200	
Quadro de distribuição	200	
Iluminação		
Placa de saída	200	
Interruptor	200	
Ponto de Luz	200	

Fonte: Plannerly (2022).

**Quadro 5 - Níveis de detalhes Preventivo de Incêndio.**

PPCI		
Placa saída de emergência	200	
Tubulações	200	
Conexões	200	
Válvulas	200	
Extintor de incêndio	200	
Hidrante	200	
Detector de fogo	200	
Alarme	200	

Fonte: Plannerly (2022).

### **3.6 REVISÃO DO ARQUIVOS RECEBIDOS (QUALIDADE E INTEGRIDADE DOS DADOS)**

Nesta etapa, foi realizada uma revisão detalhada do modelo BIM criado, para garantir a qualidade e a integridade dos dados inseridos nas etapas anteriores. Para essa revisão, Todos os elementos, suas informações e suas relações com outros elementos do projeto foram minuciosamente verificados, isso envolveu a análise criteriosa de cada componente do modelo, assegurando que todas as informações estivessem corretas e coerentes.

A revisão do modelo BIM consistiu em identificar possíveis erros, inconsistências ou omissões nos dados dos projetos fornecidos. Foi verificado se os componentes foram representados corretamente e posicionados adequadamente, se suas propriedades e atributos estavam conforme as especificações do projeto e se as interações entre os elementos estavam estabelecidas corretamente no Revit.

Essa revisão detalhada do modelo BIM permitiu identificar e corrigir eventuais problemas antes da fase de execução do projeto, contribuindo para uma maior eficiência, precisão e qualidade no processo de construção.

### **3.7 COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS**

Após revisar os modelos BIM, foi realizado o processo de compatibilização dos projetos, que consiste na análise e resolução das possíveis interferências entre as disciplinas envolvidas. Para essa etapa, foram utilizadas as ferramentas de análise automática de colisões disponibilizadas pelo software Navisworks. Essa análise permite detectar sobreposições, contatos indesejados ou conflitos entre os elementos do projeto.

As colisões ocorrem quando há interseção física ou conflito entre os elementos do projeto, podendo ser classificadas em diferentes níveis de gravidade. Esses níveis podem incluir:

- Colisões críticas: São interferências que envolvem a disciplina estrutural e representam riscos significativos para a segurança e integridade do projeto.

- Colisões moderadas: Referem-se a interferências que afetam disciplinas como mecânica, hidráulica, elétrica, entre outras. Essas interferências exigem ajustes e soluções para garantir o correto funcionamento dos sistemas.
- Colisões leves: São interferências de menor relevância que não comprometem a estrutura ou o funcionamento dos sistemas, mas ainda assim podem ser corrigidas para melhorar a qualidade do projeto.

Essa etapa foi essencial para realizar a primeira análise das interferências e distinguir entre os erros de projeto e os erros de compatibilização. Ao ter acesso a essa lista, foi possível realizar uma avaliação minuciosa de cada interferência identificada. Isso permitiu determinar se a origem do problema estava relacionada a falhas ou inadequações no próprio projeto, ou se era resultado de incompatibilidades entre diferentes disciplinas e sistemas no projeto.

Para resolver as colisões, foram adotados critérios que visavam preservar a arquitetura do empreendimento e evitar gastos adicionais. As soluções foram aplicadas nos próprios arquivos do Revit previamente utilizados, com o auxílio do arquivo do Navisworks para identificar as incompatibilidades. Todos os arquivos relacionados foram vinculados em cada arquivo do Revit, permitindo uma visualização completa de todas as disciplinas durante a resolução de cada problema. Essa abordagem garantiu que a correção de uma incompatibilidade não levasse ao surgimento de outras. É importante salientar que as palavras "incompatibilidade", "conflito" e "interferência" são empregadas como sinônimos neste contexto.

### **3.8 ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Por fim, realizou-se a análise dos resultados obtidos em todas as etapas anteriores, verificando se as interferências foram solucionadas de forma satisfatória e se as sugestões de correções e melhorias foram aplicadas adequadamente. Também foram ressaltados os ganhos de eficiência e qualidade no processo de projeto com o uso da metodologia BIM.

## 4 RESULTADOS

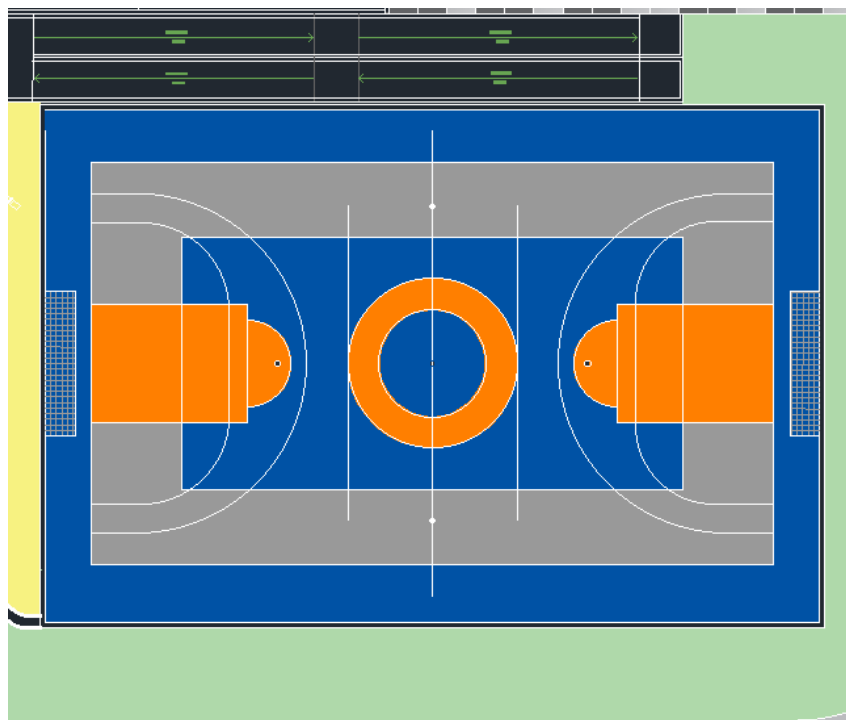
### 4.1 MODELAGEM EM BIM

#### 4.1.1 Verificação dos Projetos Recebidos

A adoção de uma padronização na representação gráfica e na quantidade de informações de um projeto desempenha um papel fundamental para a realização de uma modelagem adequada tanto do projeto arquitetônico quanto dos projetos complementares. No entanto, durante a análise dos projetos para este trabalho de conclusão de curso, foram identificados alguns casos em que esses aspectos não foram plenamente atendidos, como a indefinição de níveis e a incompatibilidade entre os projetos arquitetônicos de cada disciplina.

Nos projetos arquitetônico, hidrossanitário e PPCI fornecidos pela prefeitura havia indefinições nas alturas de alguns componentes. No projeto arquitetônico, grande parte da área externa do terreno não continham as informações de níveis, como na área dos arredores da quadra poliesportiva, conforme pode ser visto na Figura 28.

Figura 28 - Quadra poliesportiva.



Fonte: Prefeitura de Palhoça (2022).

Outra informação importante que não foi apresentada no projeto é a projeção da rampa que leva do interior da escola até a quadra poliesportiva, que não está presente tanto nas plantas baixas quanto no corte, apresenta-se apenas as rampas superiores, conforme pode ser visto na figura 22 anteriormente, que se encontram na parte superior da imagem. A modelagem foi executada utilizando inclinação média prevista nas demais rampas do projeto de 8,33%, conforme pode ser visto na Figura 29.

**Figura 29 - Rampa de acesso para o segundo pavimento**

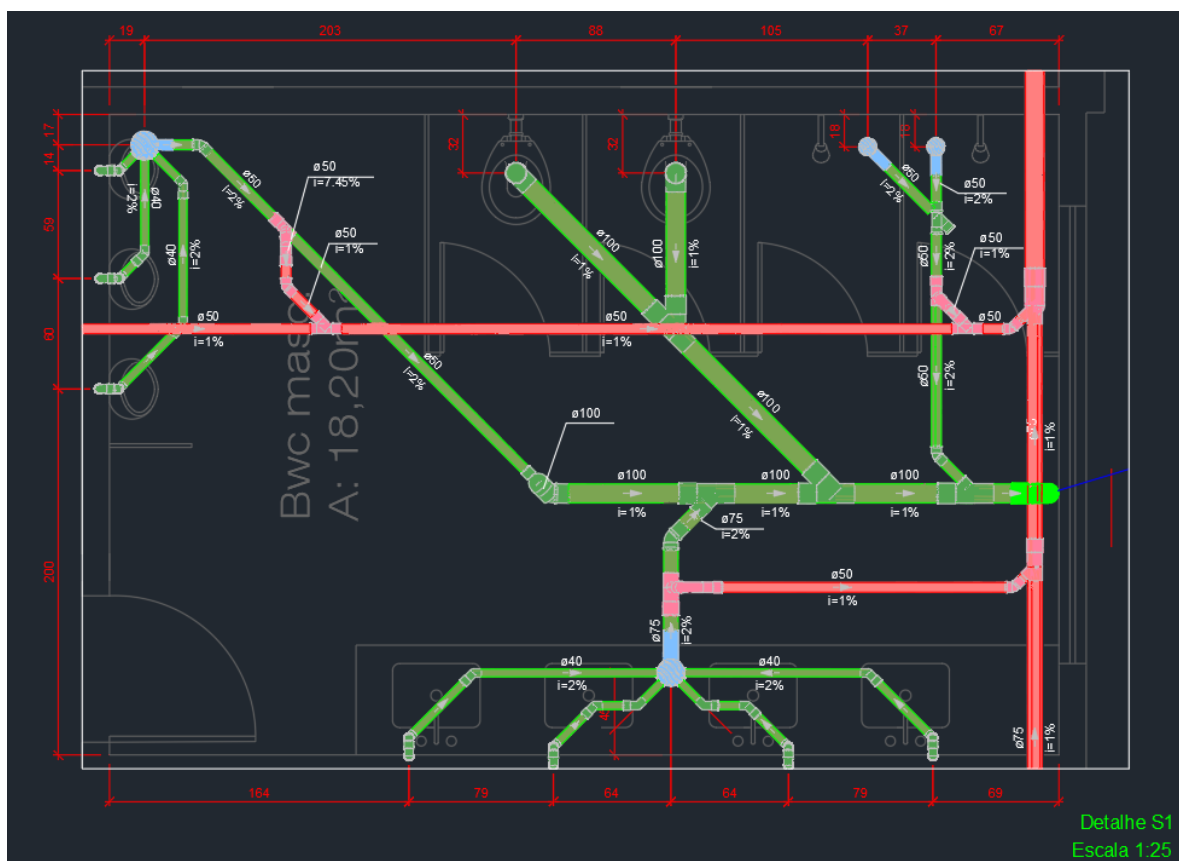


Fonte: Prefeitura de Palhoça (2022).

Nos projetos sanitário e preventivo contra incêndio, como exemplificado nas Figuras 30 e 31, foi observado que as alturas das tubulações não foram devidamente informadas. Essa falta de informação acarreta na impossibilidade de realizar a compatibilidade desse projeto uma vez que inviabiliza a realização da modelagem. É importante ressaltar a importância de fornecer as alturas corretas das tubulações para evitar possíveis problemas durante a fase de construção.

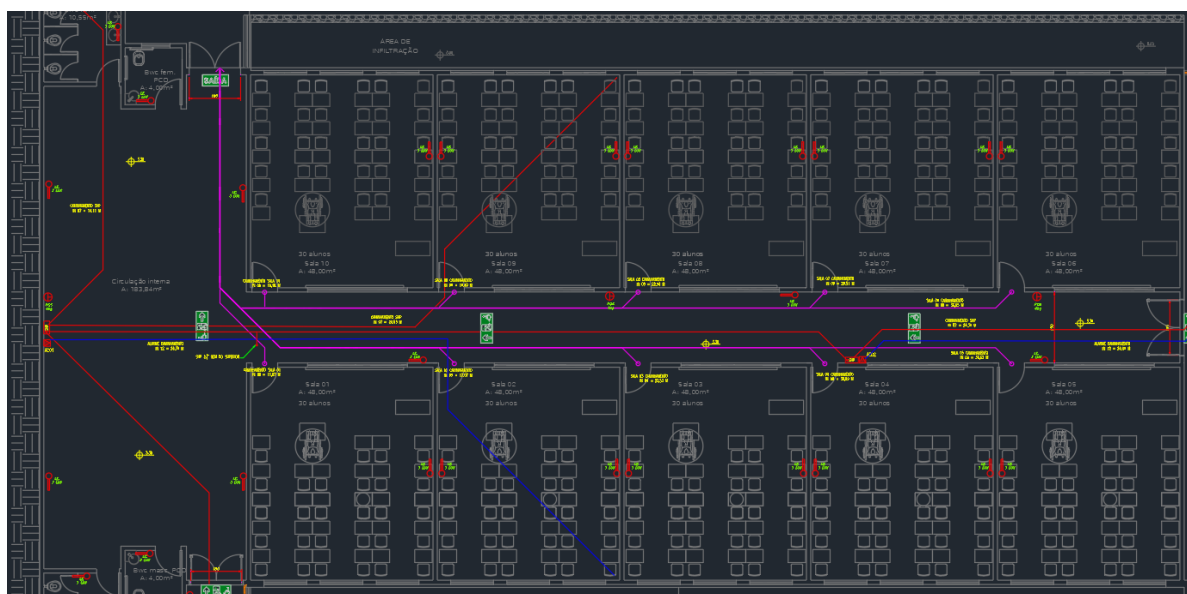
Em um desenvolvimento convencional de projetos, esse projeto deveria ser devolvido ao autor para especificar a altura, para que então seja possível a modelagem. Como no presente trabalho, não temos essa possibilidade, foi arbitrado uma altura de 10 centímetros abaixo da laje para as peças com informações faltantes.

Figura 30 - Detalhe de região - Projeto sanitário



Fonte: Prefeitura de Palhoça (2022).

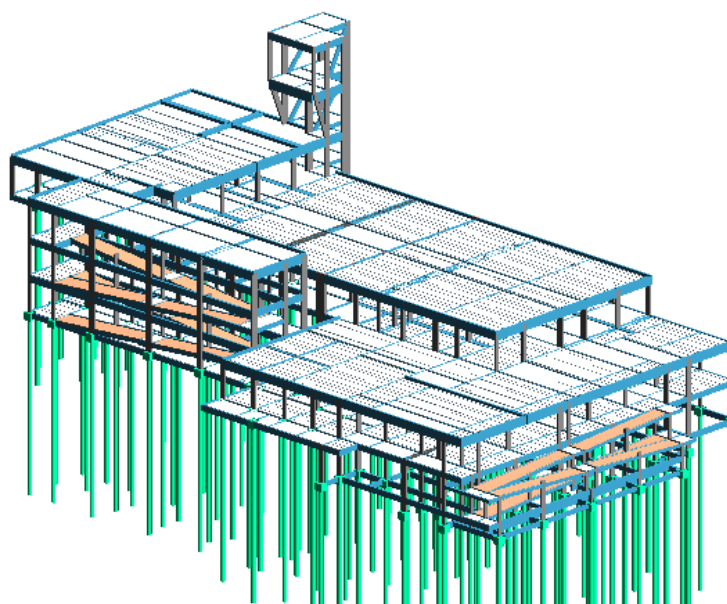
Figura 31 - Região do 2º pavimento



Fonte: Prefeitura de Palhoça (2022).

O projeto estrutural foi enviado pela prefeitura de Palhoça em formato IFC, onde nele estão modelados as vigas, pilares, lajes, rampas e estruturas de fundações, conforme podemos ver na figura 32. Portanto, o mesmo não precisou ser modelado no Revit.

**Figura 32 - Projeto Estrutural**



Fonte: Prefeitura de Palhoça (2022).

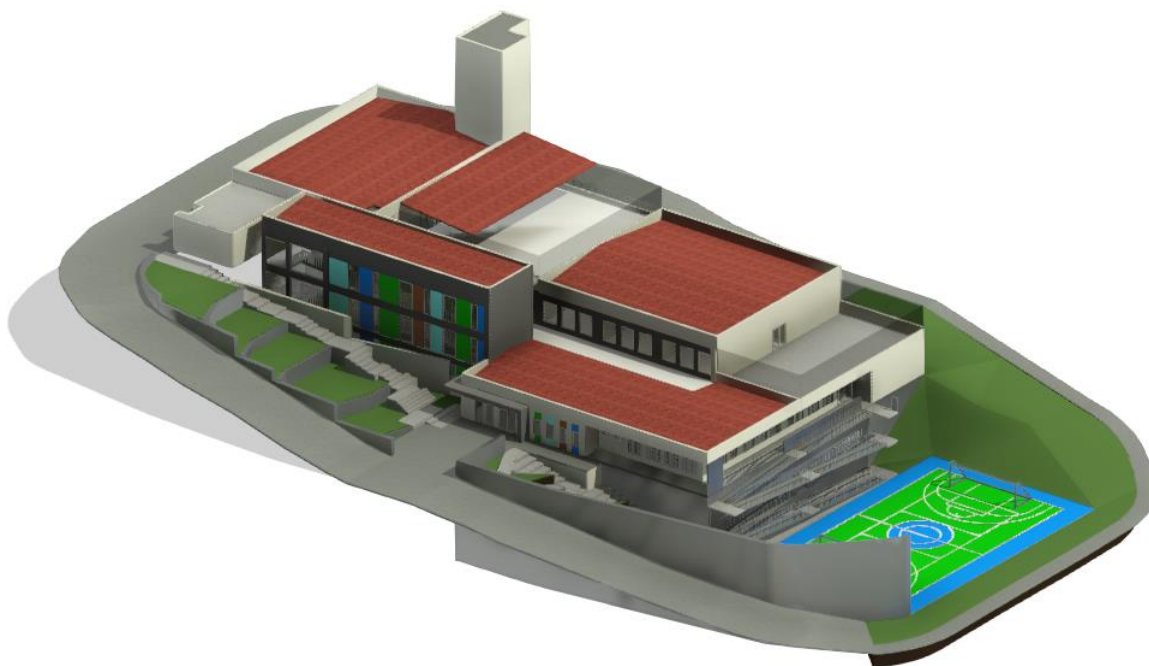
#### 4.1.2 Modelagem Projeto Arquitetônico

O projeto arquitetônico da escola engloba uma área total construída de 1.069,45m<sup>2</sup>, distribuída em três pavimentos distintos. A construção foi realizada utilizando uma estrutura de concreto armado, com vedação em alvenaria convencional, com espessura de 15 cm. As esquadrias utilizadas em todo o edifício são feitas de alumínio, com exceção das portas de acesso ao interior da escola.

Durante esta etapa do projeto, foi realizado o trabalho de modelagem do projeto arquitetônico da escola pública, o qual todos os projetos foram migrados para o Revit utilizando as informações encontradas no formato CAD. A Figura 33 apresenta uma visualização desse modelo. Para garantir a consistência e a padronização do projeto, foi utilizado o modelo de projeto arquitetônico que foi desenvolvido no projeto de extensão do IFSC com o CREAS, Centro de Referência Especializado de

Assistência Social, o qual atendeu todas as necessidades identificadas para a modelagem do edifício escolar.

**Figura 33 - Modelagem projeto arquitetônico.**



Fonte: Elaboração própria (2023).

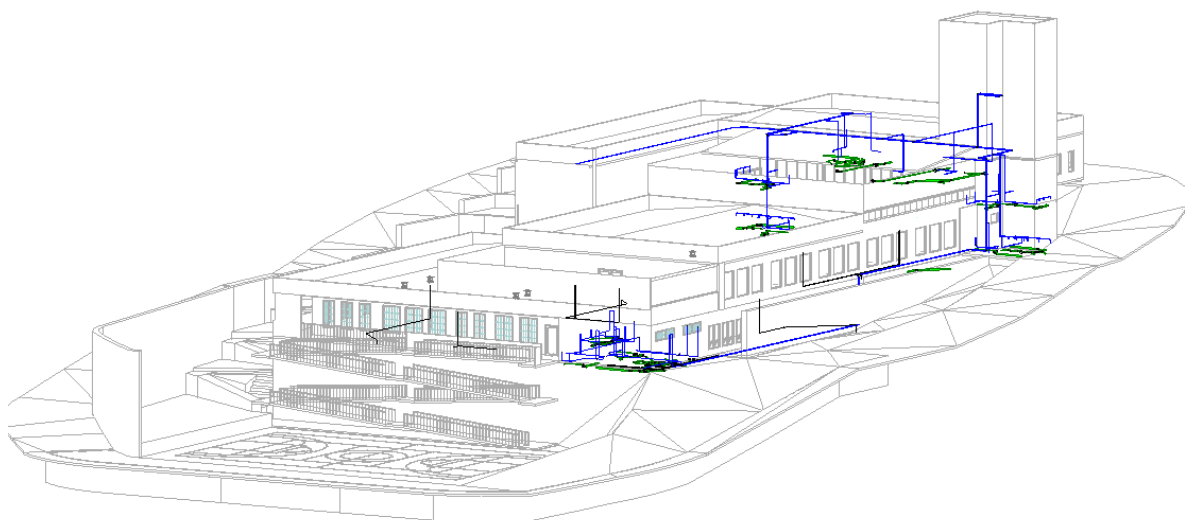
Através do Revit, foram inseridos todos os elementos essenciais para a construção do projeto arquitetônico, como paredes, portas, janelas, lajes, rampas e telhados. Além disso, foram adicionadas as informações relevantes a cada elemento, como seus níveis de detalhe conforme foi visto no quadro 1 onde é especificado os níveis de detalhes de cada componente.

Essa etapa de modelagem do projeto arquitetônico foi crucial para visualizar e compreender a estrutura da escola, possibilitando a análise de sua viabilidade e a identificação de possíveis melhorias.

### 4.1.3 Modelagem Projeto Hidrossanitário

O projeto hidrossanitário da escola foi desenvolvido utilizando o mesmo software, conforme exemplificado na Figura 34, e utilizando um template específico para o projeto hidrossanitário, que serviu como base para a modelagem.

**Figura 34 - Modelagem projeto hidrossanitário**

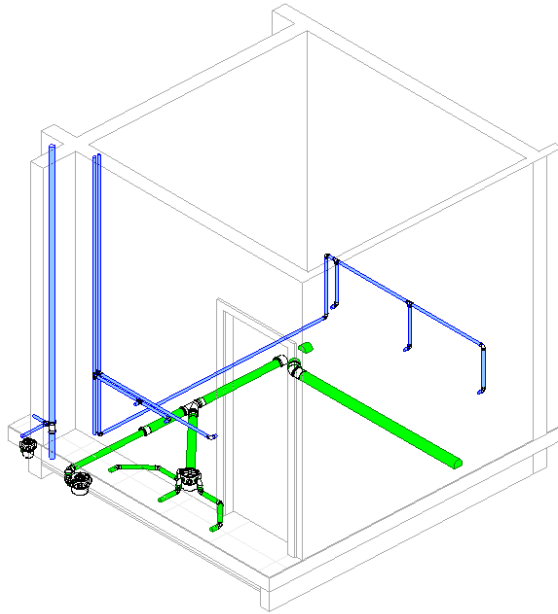


Fonte: Elaboração própria - Revit (2023).

Durante essa etapa, os elementos pertinentes e relacionados à parte hidráulica e sanitária foram inseridos no modelo, tais como tubulações, conexões, reservatórios e outros, como mostrado nas figuras 35, 36 e 37. Essas informações foram registradas no Quadro 2 e 3, que apresenta o nível de detalhe de cada componente modelado no projeto hidrossanitário.

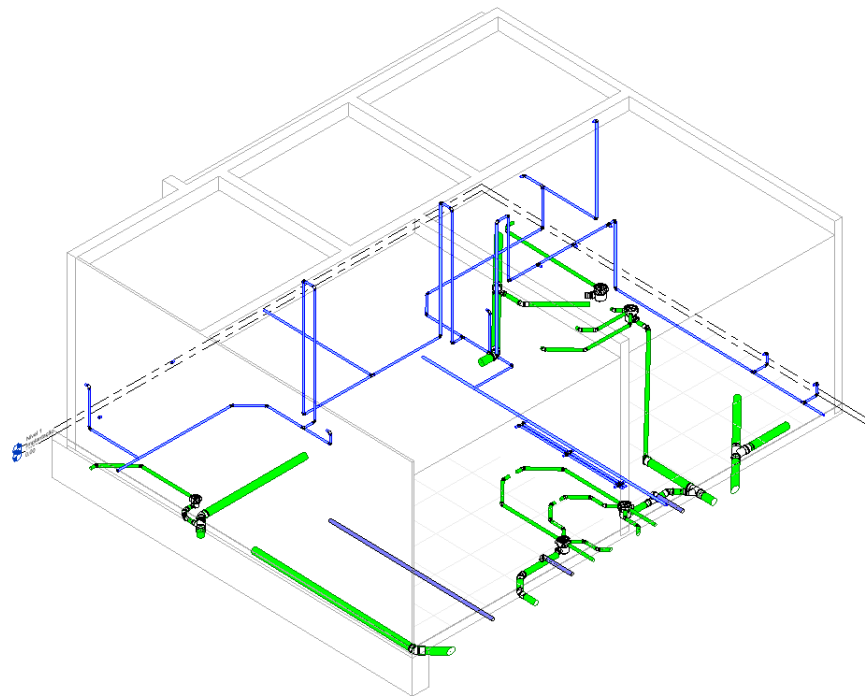
Para a execução do projeto sanitário, pelo motivo de o projeto recebido não ter especificado a altura da tubulação, foi adotada a altura inicial de 10 cm abaixo da laje.

**Figura 35 - Isométrico BWC Pavimento 3**



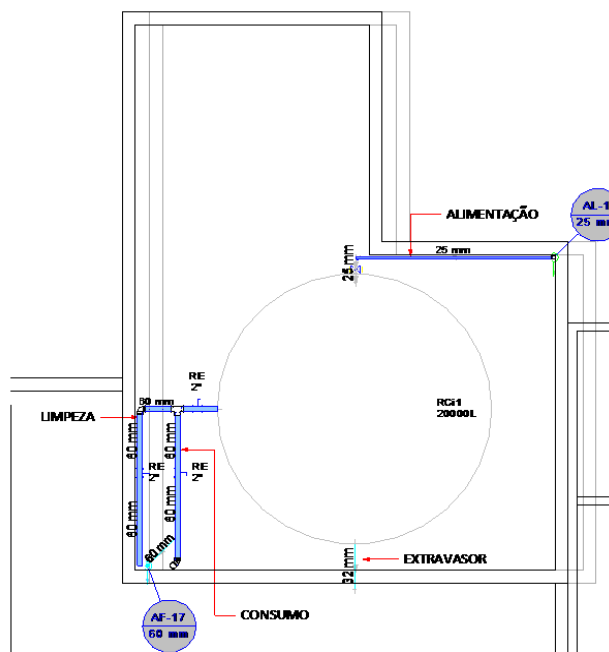
Fonte: Elaboração própria - Revit (2023).

**Figura 36 - Isométrico BWCs Pavimento 1**



Fonte: Elaboração própria - Revit (2023).

**Figura 37 - Planta Reservatório**



Fonte: Elaboração própria - Revit (2023).

A quantidade de itens presentes no projeto hidrossanitário está apresentado no quadro 6 abaixo.

**Quadro 6 - Quantidade de itens projeto hidrossanitário.**

QUADRO DE INCOMPATIBILIDADES		
Pavimento	Item	Quantidade
1	Sanitários	10
	Pias	12
	Chuveiros	6
	Mictórios	3
2	Sanitários	10
	Pias	10
3	Sanitários	10
	Pias	18
	Chuveiros	2
Barrilete	Reservatório 20.000L	1

Fonte: Elaboração própria (2023)

A modelagem detalhada do projeto hidrossanitário permitiu uma visualização precisa e uma análise completa da infraestrutura hidráulica e sanitária da escola. Essa representação tridimensional dos sistemas hidrossanitários facilita a identificação de possíveis interferências e problemas de compatibilização com os demais projetos. Além disso, contribui para a otimização do dimensionamento dos sistemas e a garantia da conformidade com as normas e regulamentações pertinentes.

#### 4.1.4 Modelagem Projeto Elétrico

O projeto elétrico da escola também foi modelado utilizando o Revit. Durante essa etapa, utilizou-se um template de projeto elétrico disponibilizado, no qual foram inseridos todos os elementos indispensáveis para a parte elétrica do projeto, conforme detalhado no Quadro 4. No quadro 7 é possível identificar a quantidade de itens de cada componente presentes no projeto elétrico.

**Quadro 7 - Quantidade de itens projeto elétrico.**

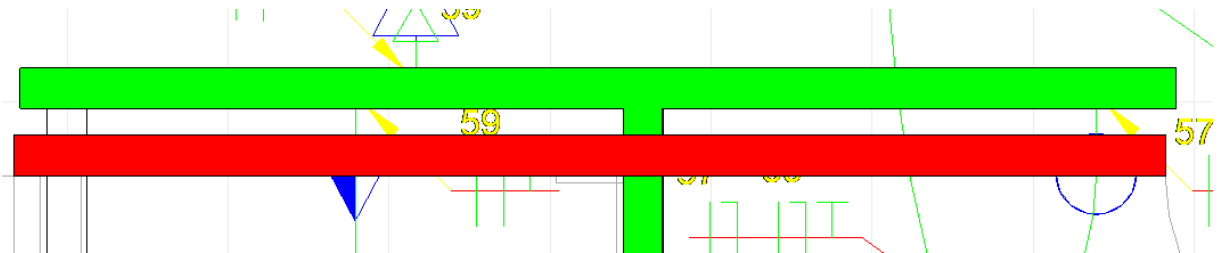
PROJETO ELÉTRICO	
ITEM	QUANTIDADE
Tomada	126
Interruptores	56
Quadros de distribuição	4
Luminária de teto	226
Luminária de piso	21
Arandela	40
Ponto de força	15

Fonte: Elaboração própria (2023).

Durante a modelagem do projeto elétrico identificou-se a presença de divergências nesse projeto complementar em relação ao projeto arquitetônico original, foram observadas paredes deslocadas, Um exemplo disso pode ser visualizado na

Figura 38, onde é possível identificar um deslocamento entre a parede do projeto arquitetônico original (representada em verde) e a parede utilizada no projeto elétrico (representada em vermelho).

**Figura 38 - Diferença de localização de paredes entre projeto arquitetônico e projeto elétrico**



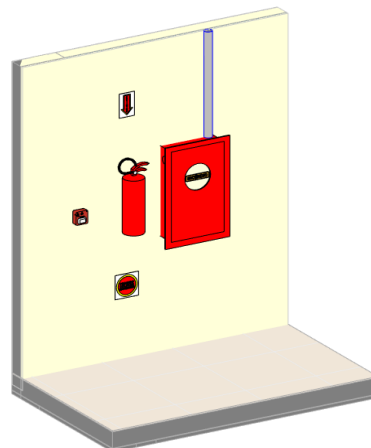
Fonte: Elaboração própria (2023).

Portanto, para resolver esse problema, as paredes do projeto elétrico que não estavam alinhadas com o projeto arquitetônico foram alteradas para corresponder ao mesmo.

#### 4.1.5 Modelagem PPCI

Também foi realizada a modelagem do Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio (PPCI), utilizando um template específico disponibilizado. Essa etapa pode ser observada na Figura 39, onde apresenta-se a modelagem de parte do PPCI no pavimento 1.

**Figura 39 - Modelagem projeto PPCI**



Fonte: Elaboração própria (2023).

Durante a modelagem, foram inseridos no modelo os elementos necessários para cumprir as especificações do quadro 5. O projeto PPCI incluiu saídas de emergência, extintores, alarmes, iluminação de emergência, tubulação de gás e água que são indispensáveis para garantir a segurança contra incêndios na escola. No quadro 8 pode-se observar a quantidade de cada item.

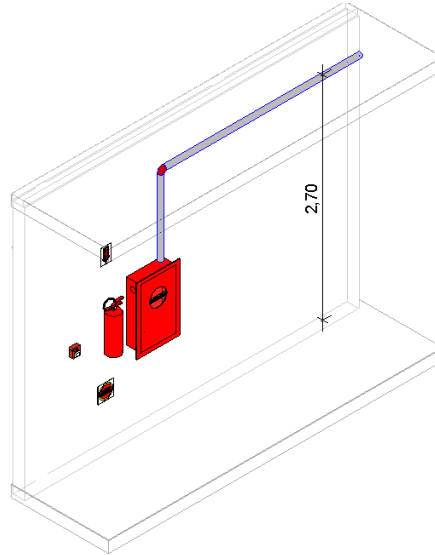
**Quadro 8 - Quantidade de itens PPCI.**

PROJETO PPCI	
ITEM	QUANTIDADE
Hidrante	10
Extintor	12
Alarme	7
Luminária de emergência	83
Sinalização de Saída	46

Fonte: Elaboração própria (2023).

Durante a execução da modelagem do projeto, encontrou-se dificuldade em modelar as tubulações de água que abastecem os hidrômetros devido à falta de informações sobre a altura dessas tubulações nos projetos fornecidos pela prefeitura. Em condições normais, a compatibilização desse projeto seria inviável devido à falta dessa informação. No entanto, para os fins deste estudo, adotou-se a altura de 2,70 metros, como mostrado na Figura 40, em relação ao piso, pois essa altura faz com que as tubulações fiquem escondidas pelo forro.

**Figura 40 - Altura tubulação**



Fonte: Elaboração própria (2023).

A inclusão do Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio no modelo 3D auxilia na coordenação e integração das medidas de segurança no contexto geral do projeto da escola. Isso proporciona uma abordagem mais eficiente e integrada para a prevenção de incêndios, garantindo a segurança de alunos, professores e demais usuários do espaço escolar

## 4.2 INTERFERÊNCIAS E SOLUÇÕES PROPOSTAS

Após a realização da compatibilização dos projetos arquitetônico, estrutural, elétrico, hidrossanitário e preventivo contra incêndio utilizando o Navisworks, foram identificadas um total de 314 incompatibilidades entre as disciplinas, essas incompatibilidades foram listadas e apresentadas em forma de relatório, com suas sugestões de solução, disponível no Apêndice 01. O quadro 9 apresenta a quantidade de incompatibilidades encontradas entre as diferentes disciplinas.

**Quadro 9 - Quantidade de incompatibilidade por disciplina.**

QUADRO DE INCOMPATIBILIDADES	
Disciplinas	Quantidade
Arquitetônico x Estrutural	54
Hidrossanitário x Estrutural	211
Elétrico x Estrutural	41
PPCI x Estrutural	8

Fonte: Elaboração própria (2023).

Esses conflitos são, como determinados anteriormente, conflitos físicos críticos, pois envolvem a disciplina estrutural e representam riscos significativos para a segurança e integridade do projeto.

Em relação aos conflitos de menor relevância, conhecidos como conflitos leves, e os conflitos moderados relacionados à disciplina de mecânica, como a interferência entre a tubulação de água-fria e as esquadrias, não foram identificados durante a compatibilização deste projeto.

A análise minuciosa dos conflitos foi essencial para estabelecer prioridades e direcionar as ações de resolução, visando evitar impactos significativos no projeto. Os conflitos físicos críticos exigiram atenção imediata e medidas efetivas. A identificação e classificação dessas incompatibilidades contribuíram para uma resolução eficiente,

com a implementação oportuna de ações corretivas adequadas. Dessa forma, foi possível garantir a integridade e qualidade dos projetos, evitando retrabalhos, reduzindo custos e promovendo a harmonia entre as disciplinas envolvidas.

Abaixo serão expostos os conflitos identificados, separados por categorias, bem como sugestões de correção dos mesmos. É válido ressaltar a soberania do projeto arquitetônico de forma que as soluções aqui propostas tentaram ao máximo evitar modificações nesse projeto, dando preferência às modificações nos demais. Além disso, foi criado um relatório apresentando os exemplos de cada caso de incompatibilidade e sua localização. O relatório pode ser visto no Apêndice 01.

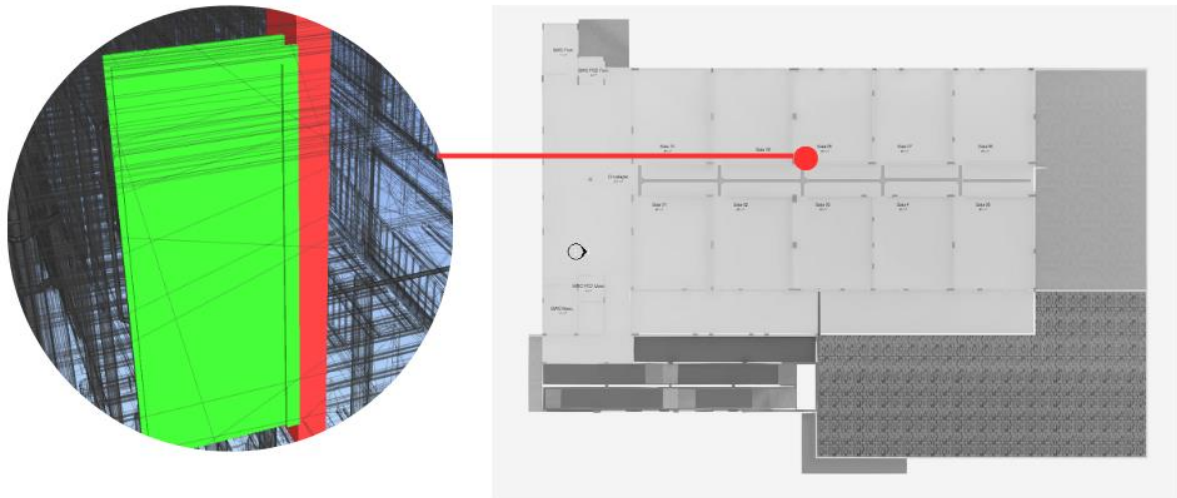
#### 4.2.1 Conflitos Críticos

##### 4.2.1.1 Estrutural e esquadrias

Durante a análise de incompatibilidade entre as esquadrias do projeto arquitetônico e o projeto estrutural, foram identificados 54 conflitos. Na maior parte deles foi comum encontrar principalmente situações em que as vigas estavam em conflito direto com janelas, o que poderia comprometer a instalação adequada das mesmas. Da mesma forma, foi encontrada a colocação de pilares em locais onde haviam portas o que gerou incompatibilidades que precisaram ser solucionadas.

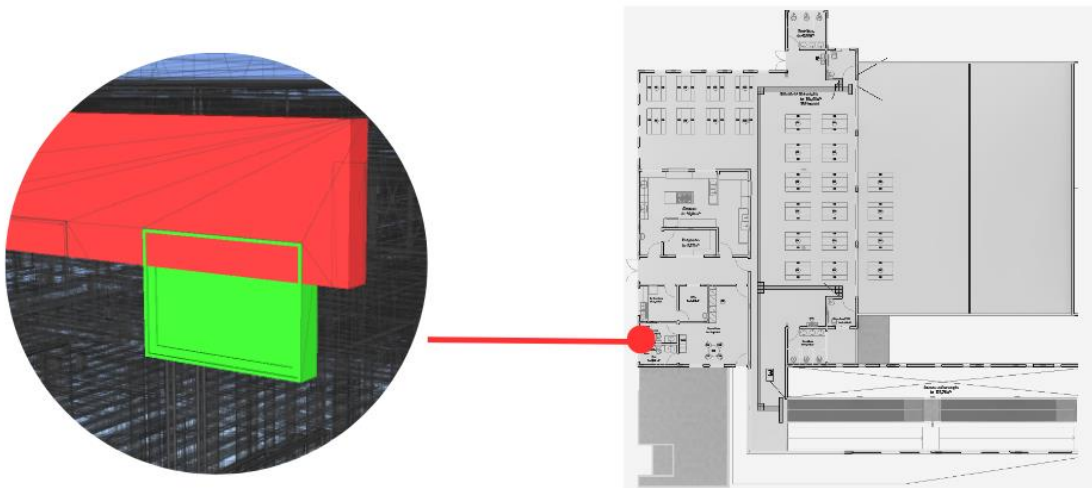
A figura 41 e 42 exemplificam, respectivamente, um caso em que um pilar está em conflito com uma vista de uma porta e uma viga em conflito com uma janela. Essas imagens ilustram a necessidade de realizar ajustes na colocação e dimensionamento desses elementos, a fim de evitar problemas na execução.

**Figura 41 - Vista da porta x pilar (Pavimento 2)**



Fonte: Elaboração própria - Navisworks(2023).

**Figura 42 - Janela x viga (Pavimento 3).**



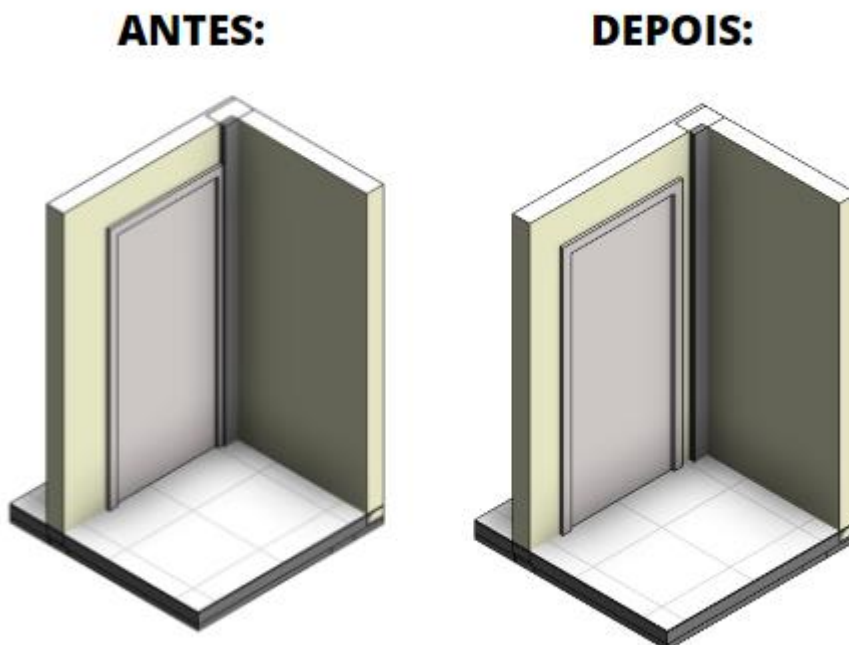
Fonte: Elaboração própria - Navisworks(2023).

Esses conflitos podem ser resolvidos por meio de realocação da esquadria, redimensionamento das vigas, realocação dos pilares ou ainda pela utilização de soluções construtivas específicas, como vigas invertidas.

Na Figura 41, o conflito está localizado na Sala 08 do segundo pavimento, uma das soluções é realizar ajustes no posicionamento da porta. Movê-la lateralmente

cerca de 15 cm já seria o suficiente para seu pleno funcionamento e devida instalação. Dessa forma, na Figura 43 é possível observar o antes e a solução adotada para essa incompatibilidade.

**Figura 43 - Solução conflito porta x pilar**



Fonte: Elaboração própria (2023).

Já na Figura 42, o conflito está localizado no vestiário de funcionários feminino no terceiro pavimento, a solução utilizada foi reduzir o peitoral da janela que era 190 cm para 170 cm de forma a reduzir sua altura, conforme pode ser visto na Figura 44. Foi escolhida essa solução devido a viga conflitante já está na sua dimensão de altura mínima.

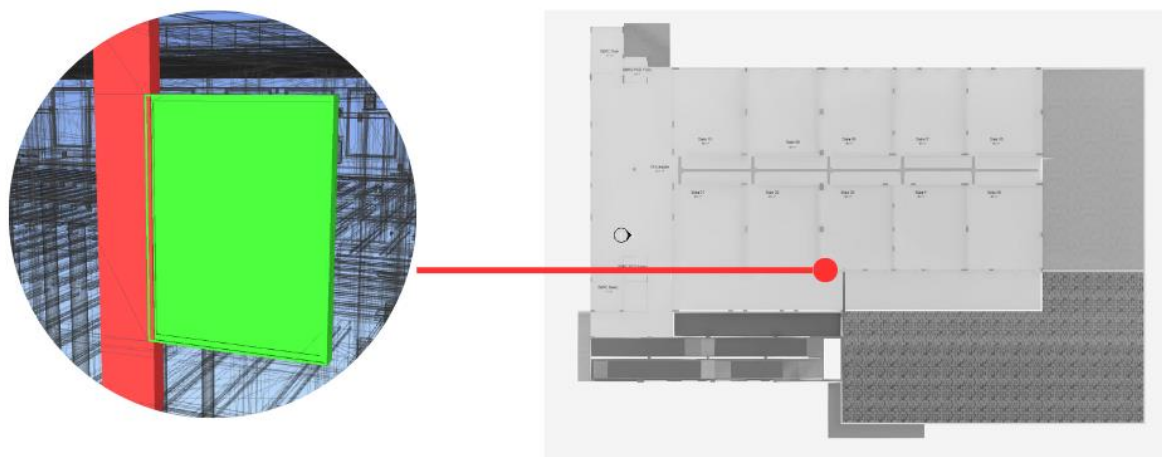
**Figura 44 - Solução conflito janela x viga**



Fonte: Elaboração própria (2023).

Além disso, durante o processo de compatibilização, foram identificados conflitos entre as janelas e os pilares, resultando em sobreposição da janela sobre o pilar. Na Figura 45, localizada na sala 03 no pavimento 2, é possível visualizar a situação em que a janela estava sobrepondo o pilar antes do deslocamento lateral ser realizado.

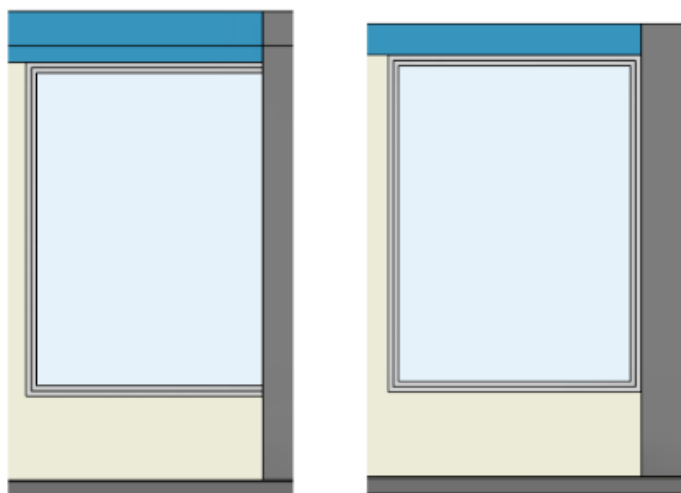
**Figura 45 - Conflito Janela x pilar (Pavimento 2)**



Fonte: Elaboração própria - Navisworks(2023).

Para resolver essa questão, foi adotada a solução de deslocar lateralmente a janela em 10 centímetros, de forma a garantir a adequada distância entre a janela e o pilar. Essa medida visa evitar qualquer interferência entre os elementos, assegurando a correta funcionalidade e estética do projeto. Através do deslocamento da janela, é possível criar um espaço de separação adequado, contribuindo para uma melhor distribuição dos elementos arquitetônicos e estruturais. Na figura 46 é possível observar a solução adotada.

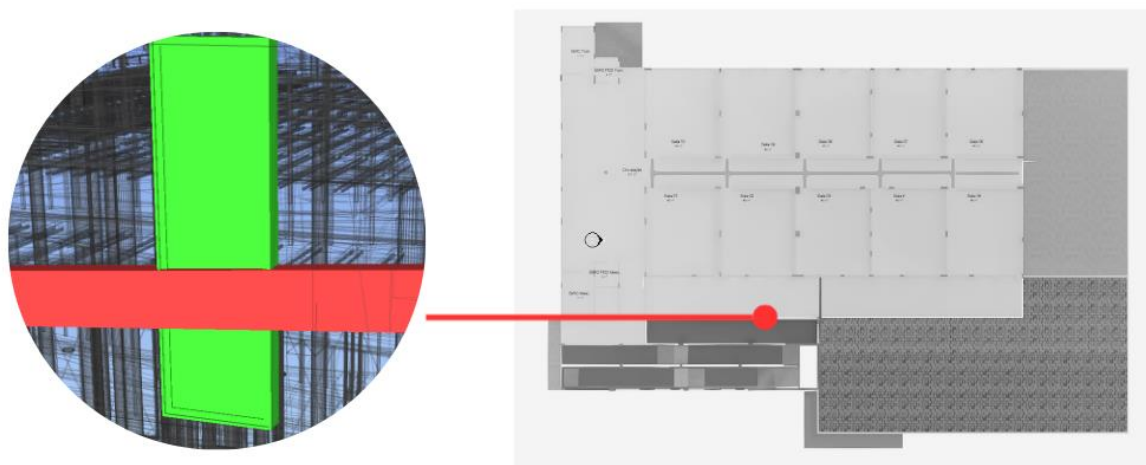
**Figura 46 - Solução conflito janela x pilar**



Fonte: Elaboração própria (2023).

Outro relevante ponto durante o processo de compatibilização, foi identificado um conflito entre a janela e a viga que dá sustentação a rampa que dá acesso aos pavimentos 1 e 2. A localização original da janela estava em conflito direto com a posição da viga, o que compromete tanto a estabilidade estrutural quanto a funcionalidade da janela. A Figura 47 exemplifica esse conflito no pavimento 2.

**Figura 47 - Conflito entre janela x viga (Pavimento 2)**

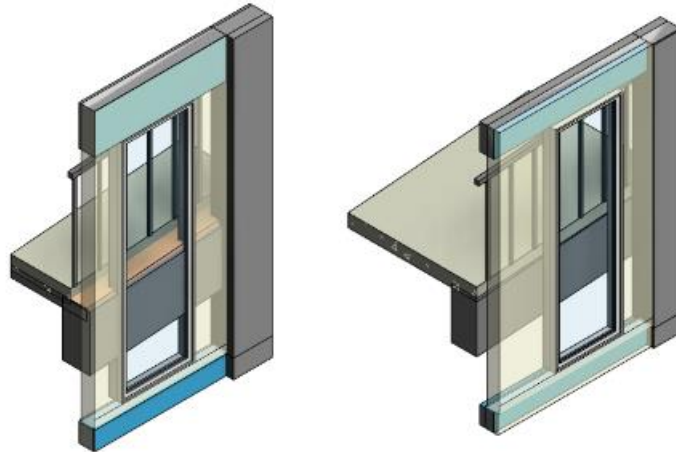


Fonte: Elaboração própria - Navisworks(2023).

Para solucionar essa questão, devemos definir a prioridade, considerando o arquitetônico como imutável, será necessário ajustar a posição da viga, deslocando-a lateralmente em uma distância adequada, de forma a permitir a correta integração entre a janela e a estrutura da rampa, assim são prelevadas a estética e o design arquitetônico da fachada do projeto. Caso não seja possível alterar o projeto estrutural, a sugestão de solução seria mudar as dimensões das janelas, dividindo elas na metade, formando uma espécie de mosaico. Outra solução viável é avançar um pouco essas janelas para frente da fachada.

A Figura 48 ilustra a situação inicial, em que a janela estava em conflito com a viga, e a nova posição da janela na primeira resolução, após o deslocamento lateral da viga ter sido realizado. Essa solução contribui para a harmonia e segurança do projeto, assegurando uma integração adequada entre os elementos arquitetônicos e estruturais.

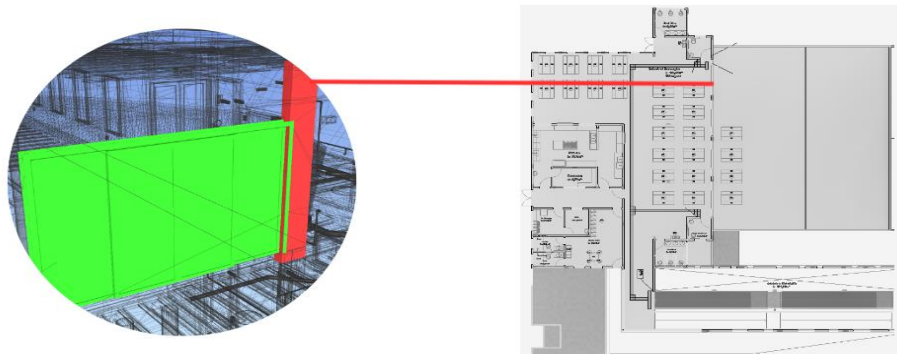
**Figura 48 - Solução conflito janela x viga**



Fonte: Elaboração própria (2023).

Além disso, nas portas-janelas do lazer externo no pavimento 3 foi identificada a necessidade de ajustar o tamanho devido ao espaço entre os pilares. O projeto original não considerava adequadamente as dimensões dos vãos entre os pilares, o que resultou em uma incompatibilidade com a porta-janela existente. Para solucionar esse problema, foi necessário redimensionar a porta-janela, reduzindo sua largura para se adequar ao espaço disponível entre os pilares, a porta possuía 350 cm de largura e passou a ter 330 cm. Na Figura 49 exemplifica-se esse conflito.

**Figura 49 - Conflito entre porta-janela x pilar (Pavimento 3)**



Fonte: Elaboração própria - Navisworks(2023).

Essa alteração no tamanho da porta-janela foi realizada com o objetivo de garantir a correta instalação e funcionamento do elemento, evitando que houvesse sobreposição ou interferência com a estrutura dos pilares. Na figura 50 é possível visualizar a nova dimensão da porta-janela.

**Figura 50 - Solução conflito porta-janela x pilar**



Fonte: Elaboração própria (2023).

Essas medidas foram tomadas com o objetivo de garantir a correta instalação e funcionamento das esquadrias.

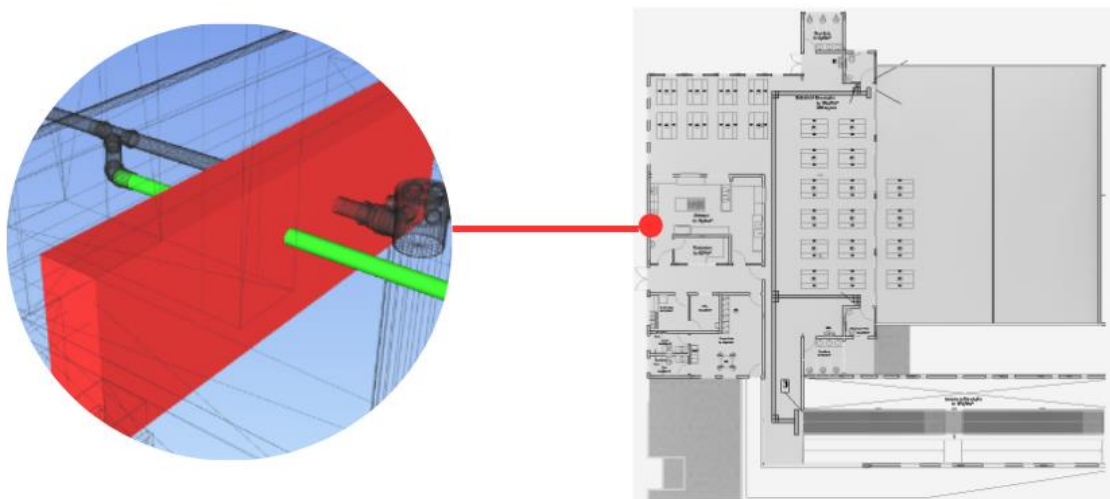
É importante ressaltar que essas soluções foram aplicadas considerando as características específicas do projeto e buscando conciliar os requisitos técnicos, estéticos e funcionais. Através desse processo de análise e adaptação, é possível garantir a qualidade e a integração dos elementos construtivos, resultando em um ambiente construído seguro e satisfatório para os usuários.

#### 4.2.1.2 Estrutural e Hidrossanitário

Na análise de incompatibilidade do projeto estrutural com o projeto hidrossanitário, foram encontrados 211 conflitos físicos, dentre eles, nem todos são

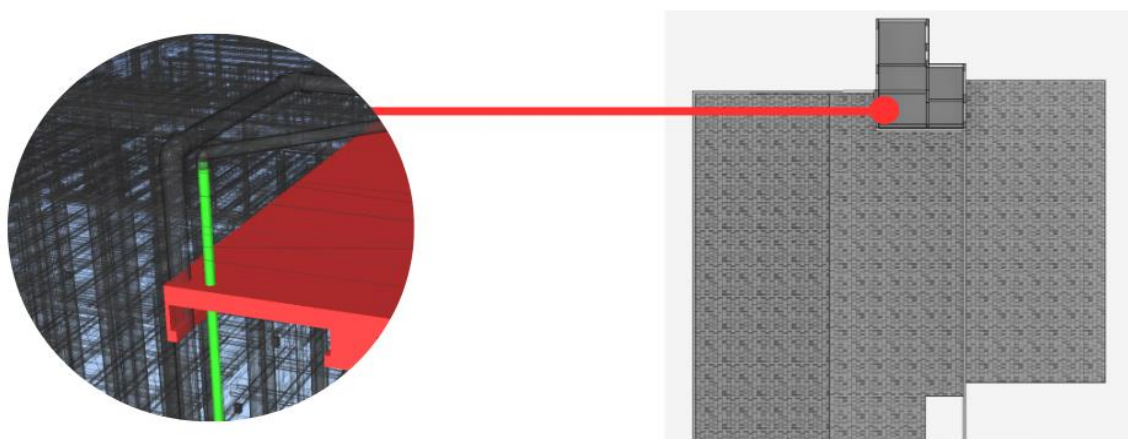
distintos, eles são divididos entre tubulação com pilares, viga, viga atravessando na vertical, laje e bloco de fundação. O exemplo mais comum que podemos encontrar é o de tubulações, sejam de água fria ou sanitário, atravessando vigas ou lajes, como podemos ver nas figuras 51 e 52.

**Figura 51 - Tubulação x Viga (Pavimento 3)**



Fonte: Elaboração própria - Navisworks (2023).

**Figura 52 - Tubo de queda x Laje (Barrilete)**

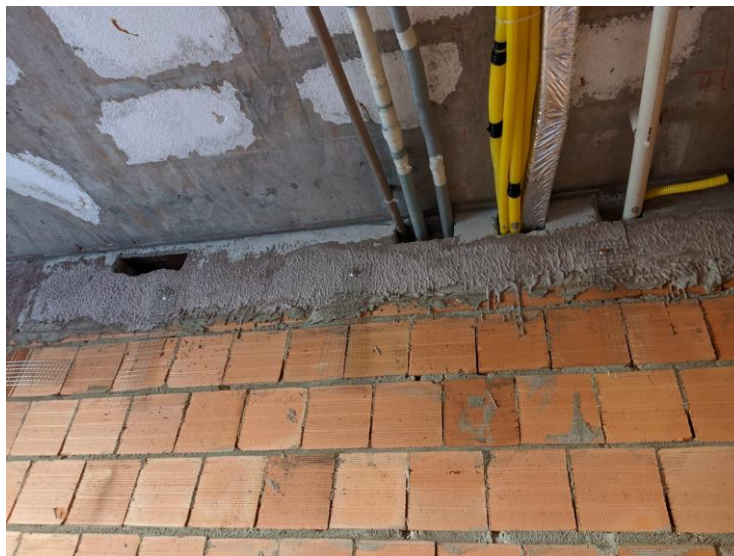


Fonte: Elaboração própria - Navisworks(2023).

Nesses dois cenários que não existe forma fácil de evitar o conflito deslocando a tubulação, então, a solução sugerida é deixar esperas antes da concretagem, como mostrada já executada na imagem 01, para que assim essas tubulações consigam atravessar a estrutura sem a necessidade fazer furos na estrutura após ela já

concretada, o que, além de ter um alto custo, tanto em mão de obra quanto no próprio equipamento, ainda pode danificar a armadura e comprometer a estrutura. Todas as esperas devem ser aprovadas previamente pelo calculista estrutural.

**Imagem 01- Tubulação atravessando vigas pelos vazios deixados pelas esperas.**

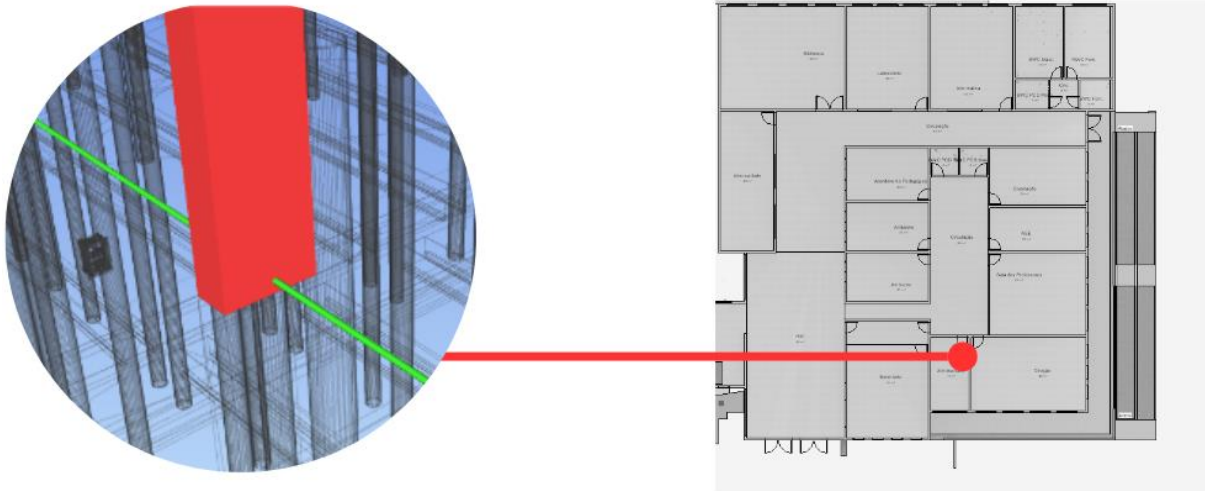


Fonte: Autores (2023).

Outro exemplo de conflito é mostrado na figura 53, apesar de ser uma incompatibilidade simples, é necessário ter atenção, pois o pilar convencional não é um elemento que deve ser furado e nem deixado espera de passagem para a tubulação, então a solução para esse conflito é desviar o caminho dos pilares, mostrado na figura 54.

Esse tipo de solução, caso resolvido em obra, pode acarretar problemas graves como, por exemplo, um conflito com outra disciplina da obra, o que pode acarretar um “efeito cascata”, em que um erro ocasiona outro erro. Isso faria com que cada vez se gastasse mais material e mais tempo de cada funcionário da obra. Ainda vale lembrar que como está sendo resolvido na própria obra, provavelmente não ficará registrado em projeto, causando problemas para uma futura manutenção.

**Figura 53 - Tubulação x Pilar (Pavimento 1)**

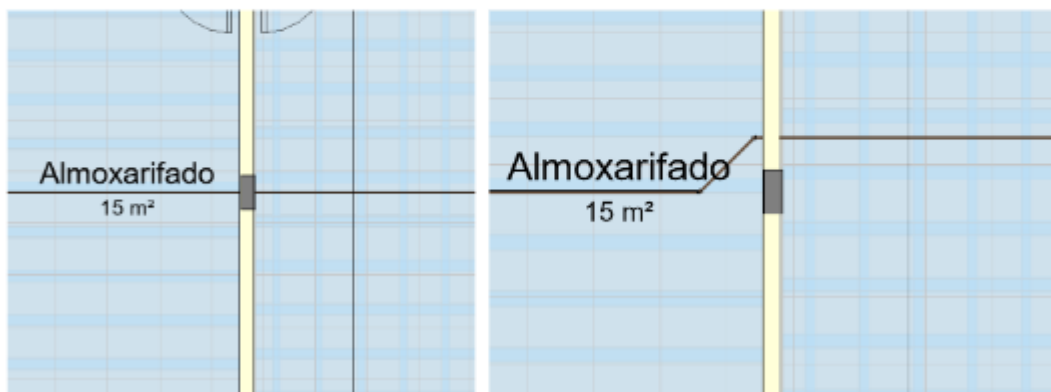


Fonte: Elaboração própria - Navisworks(2023).

**Figura 54 - Desvio da tubulação**

**ANTES:**

**DEPOIS:**



Fonte: Elaboração própria - Revit (2023).

A sugestão de solução para conflitos entre tubulação e blocos de fundação é a mesma da anterior, outro caso que tem de ser tomado cuidado por não poder ser

deixado esperas de passagem em blocos de fundação, a solução do exemplo na figura 55 foi de deslocar 50cm, mostrado na figura 56.

**Figura 55 - Tubulação x Blocos de Fundação (Pavimento 1)**

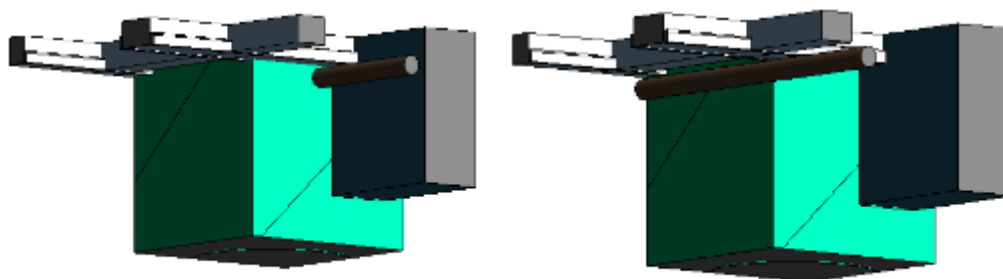


Fonte: Elaboração própria - Navisworks (2023).

**Figura 56 - Solução: Tubulação x Bloco Estrutural**

**ANTES:**

**DEPOIS:**

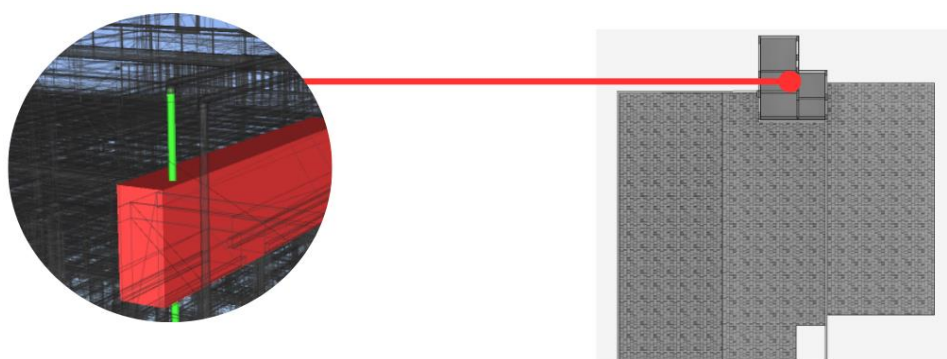


Fonte: Elaboração própria - Revit (2023).

Um caso um pouco mais complexo é o de conflitos entre tubo de queda e viga, pois não é possível deixar uma espera de passagem em viga na vertical, pois

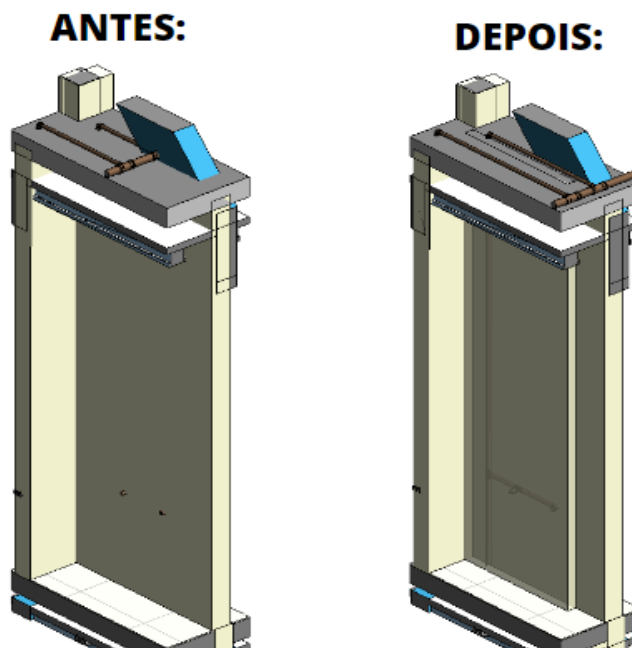
comprometeria muito a estrutura. Sendo assim, a solução sugerida é de se deslocar a tubulação para fora da viga, rente a ela, porém isso deixa também fora da alvenaria sob a viga, então, deve-se adicionar ou uma alvenaria de enchimento, com blocos de 5 cm, ou um shaft (prumada para a passagem livre da tubulação). Podemos ver o conflito na figura 57 e a resolução sugerida na figura 58.

**Figura 57 - Tubo de queda x Viga (Cobertura)**



Fonte: Elaboração própria - Navisworks (2023).

**Figura 58 - desvio de tubo de queda com enchimento**



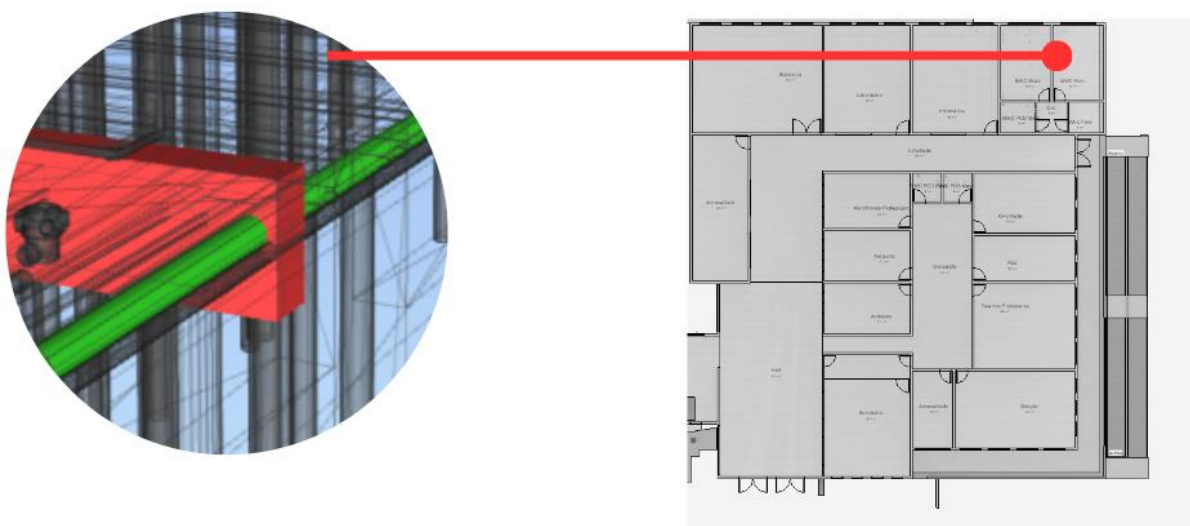
Fonte: Elaboração própria - Revit (2023).

Outro caso analisado foi o da figura 59. Fazendo uma observação inicial, aparenta ser o mesmo caso da viga da figura 51, porém, no caso mostrado abaixo a

tubulação passa muito próximo à extremidade da viga, acrescentando o fato de que é uma tubulação de 100mm de diâmetro, então, considerando esses fatores, deixar apenas a passagem nessa viga poderia comprometer a estrutura.

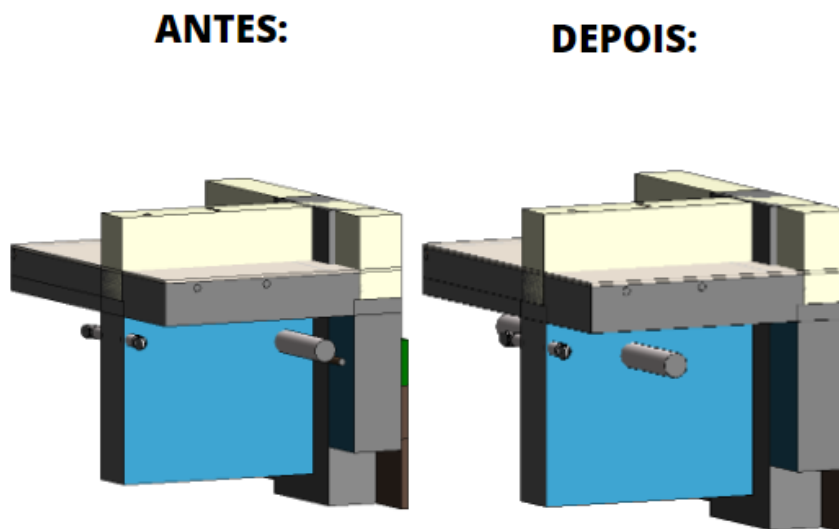
Para resolver as duas situações, o sugerido foi deslocar a tubulação em 50 cm para a região central da viga, como mostrado na figura 60. Importante ressaltar que é a distância máxima que a tubulação pode ser deslocada para não gerar conflito com os ralos sanitários ali presentes e, além do deslocamento da tubulação, deve ser deixada a espera de passagem na concretagem.

**Figura 59 - Tubulação x viga - caso 2 (Pavimento 1)**



Fonte: Elaboração própria - Navisworks (2023).

Figura 60 - Desvio e espera de passagem (Pavimento 1)



Fonte: Elaboração própria (2023).

#### 4.2.1.3 Estrutural e elétrico

A análise de compatibilização entre o projeto elétrico e o projeto estrutural revelou a existência de 41 conflitos. Esses conflitos representam incompatibilidades físicas entre os elementos do projeto elétrico e as estruturas presentes na edificação.

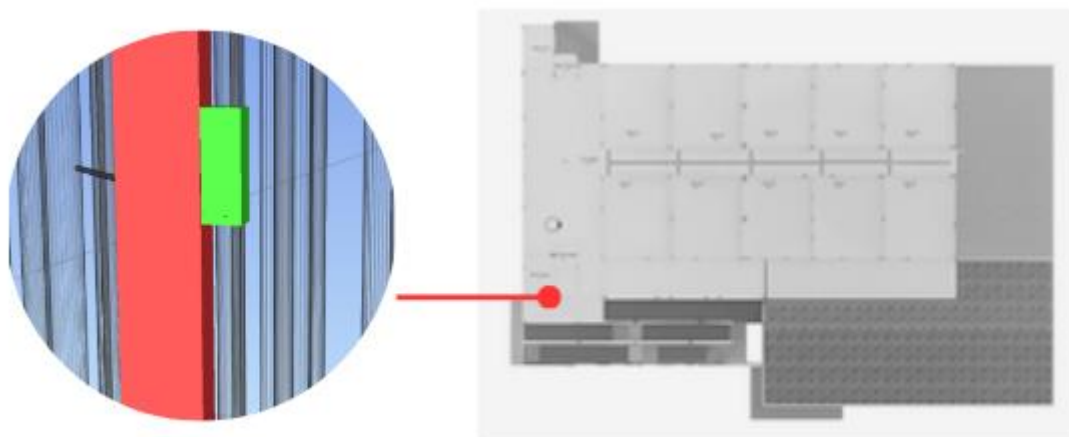
Durante essa etapa de análise, foram identificadas situações em que as instalações elétricas, como tomadas, interruptores e quadros de distribuição, entravam em conflito com as estruturas, como vigas e pilares. Esses conflitos podem comprometer a correta instalação dos componentes elétricos e até mesmo a segurança e estabilidade da estrutura da edificação.

Com base nesses resultados, foi possível realizar os ajustes necessários, como pontos de tomada, caixas de distribuição e entre outros, de modo a garantir o correto funcionamento do sistema elétrico sem comprometer a integridade da edificação.

As figuras 61 e 62 apresentam situações em que ocorrem conflitos entre elementos do projeto elétrico e a estrutura da edificação. Na primeira figura, podemos observar um conflito entre um quadro de distribuição elétrica e um pilar no pavimento 2. Esse tipo de interferência pode comprometer o acesso adequado à caixa de

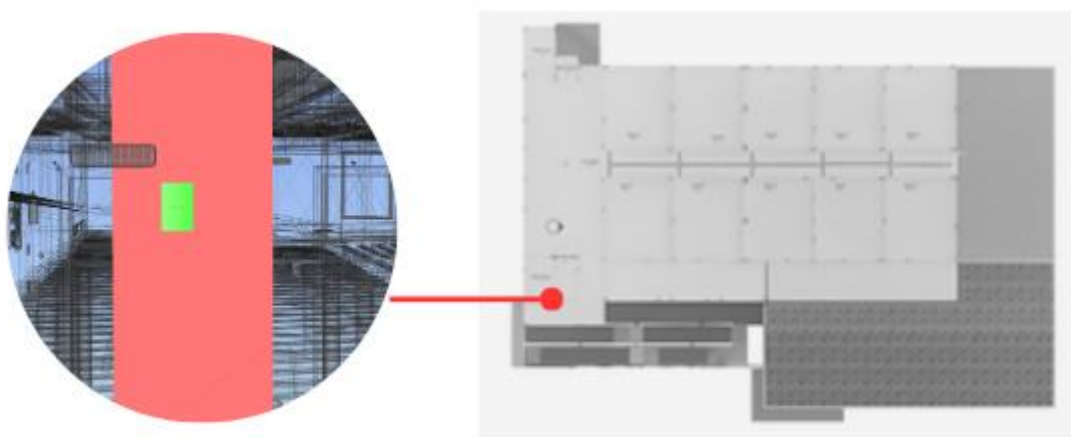
distribuição, dificultando a manutenção e inspeção dos circuitos elétricos. Já na segunda figura, é mostrada a colocação de uma tomada em conflito com um pilar. Esse conflito pode dificultar a instalação correta da tomada e comprometer sua funcionalidade.

**Figura 61 - Quadro de distribuição conflitando com pilar (Pavimento 2)**



Fonte: Elaboração própria - Navisworks(2023).

**Figura 62 - Tomada conflitando com pilar (Pavimento 2)**



Fonte: Elaboração própria - Navisworks(2023).

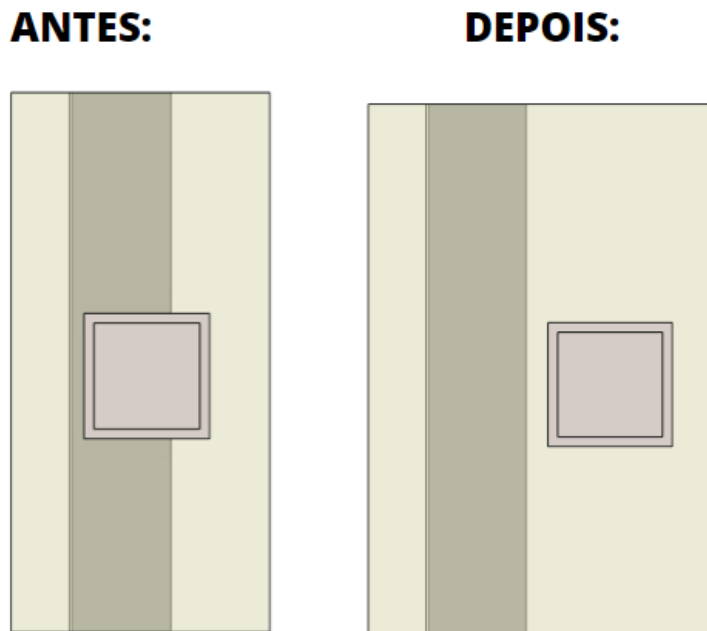
Essas figuras ilustram a necessidade de realizar ajustes na colocação desses elementos, a fim de evitar problemas durante a execução da obra. É fundamental encontrar soluções que garantam a compatibilidade entre os componentes do sistema

elétrico e a estrutura da edificação, assegurando a funcionalidade e a segurança das instalações elétricas.

Para solucionar esses conflitos, é possível realizar ajustes no posicionamento das caixas de distribuição e das tomadas, buscando alternativas que não interfiram na estrutura da edificação. Isso pode envolver a realocação dos elementos elétricos para áreas livres de obstruções, a utilização de suportes ou dispositivos de fixação que não comprometam a estrutura, ou até mesmo a modificação do projeto estrutural para acomodar adequadamente os componentes elétricos.

No caso do conflito entre a caixa de distribuição elétrica e o pilar foi realizado o reposicionamento da caixa de distribuição, buscando uma área livre de obstruções próximas ao pilar, o quadro foi deslocado 30 cm lateralmente. Na figura 63 é possível observar a solução adotada para resolver o conflito.

**Figura 63 - Solução quadro de distribuição conflitando com pilar**

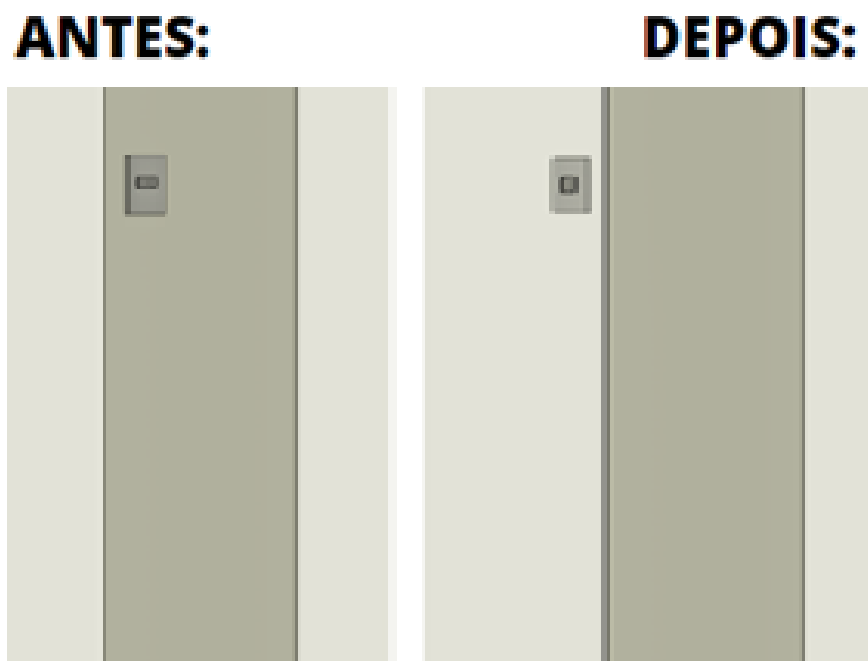


Fonte: Elaboração própria (2023).

No que se refere ao conflito envolvendo a tomada e o pilar, foram consideradas opções similares. Foi avaliada a possibilidade de reposicionar a tomada para um local adjacente ao pilar, onde não houvesse interferência. Desta forma, a tomada foi

deslocada lateralmente 15 cm, de forma a não conflitar mais com o pilar. Na figura 64 é possível visualizar a tomada ajustada em relação ao pilar, de modo a garantir a correta instalação e funcionamento dos componentes elétricos, sem comprometer a estrutura do edifício.

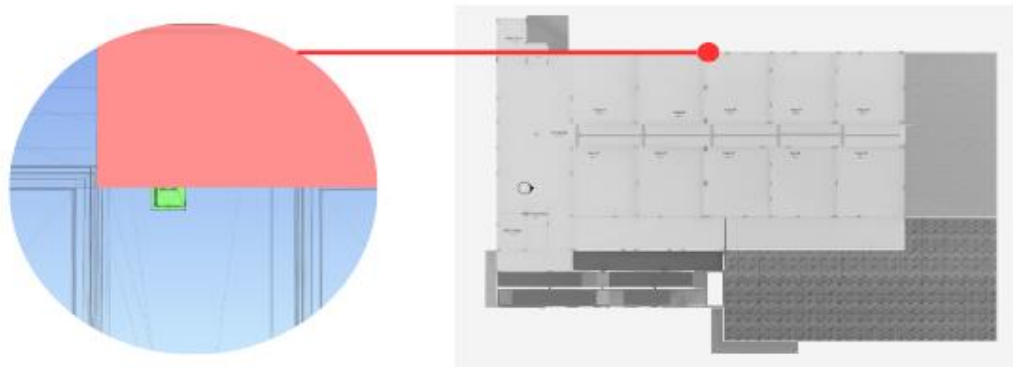
**Figura 64 - Solução da tomada conflitando com pilar**



Fonte: Elaboração própria (2023).

Outra incompatibilidade identificada foi o conflito entre os pontos de força, que possuem uma altura de 2,50 metros, e as vigas presentes no projeto estrutural. Esse conflito ocorre quando os pontos de força estão posicionados em uma altura que interfere com as vigas, comprometendo a correta instalação e funcionamento desses dispositivos elétricos. Conforme pode ser visto na Figura 65.

**Figura 65 - Ponto de força conflitando com a viga (Pavimento 2)**



Fonte: Elaboração própria - Navisworks(2023).

Para solucionar esse tipo de incompatibilidade, foram realizados ajustes na colocação dos pontos de força. O ponto foi reposicionado para uma altura inferior à das vigas de 235 cm, garantindo assim a sua instalação adequada sem qualquer interferência com a estrutura.

A Figura 66 ilustra o resultado desse ajuste, mostrando o ponto de força posicionado em uma altura que permite sua correta instalação, sem causar conflito com as vigas. Essa solução contribui para a harmonia entre o projeto elétrico e o projeto estrutural, garantindo a funcionalidade e integridade do sistema elétrico do edifício.

**Figura 66 - Solução ponto de força conflitando com a viga**

**ANTES:**



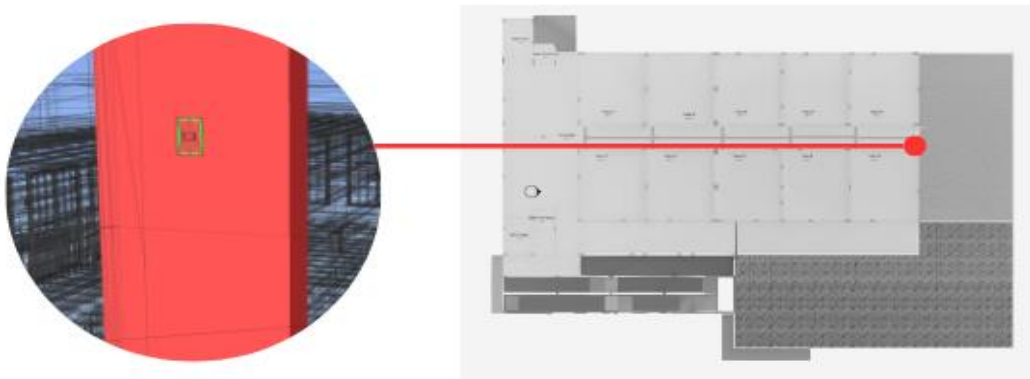
**DEPOIS:**



Fonte: Elaboração própria (2023).

Foi constatado um conflito entre um pilar e um interruptor durante a análise dos projetos, no qual o interruptor estava sobrepondo o pilar. Essa sobreposição compromete tanto a funcionalidade quanto a estética do ambiente. Na figura 67 é possível observar o conflito.

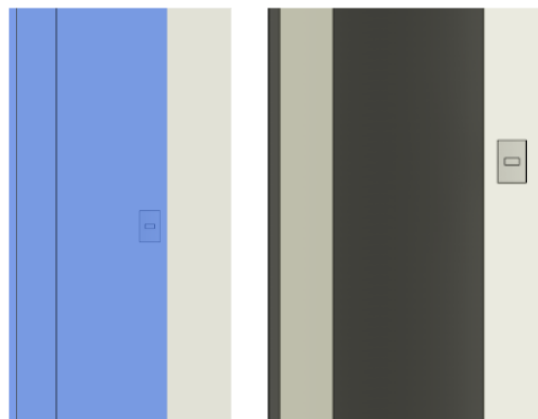
**Figura 67 - Interruptor conflitando com o pilar (Pavimento 2)**



Fonte: Elaboração própria - Navisworks(2023).

Para resolver essa questão, foi necessário ajustar a posição do interruptor, o deslocando em 15 cm lateralmente. Na Figura 68, é possível visualizar a nova disposição do interruptor após o ajuste, proporcionando uma configuração adequada e harmoniosa. Com essa solução, o ambiente ganha em termos de funcionalidade e segurança, assegurando um resultado final satisfatório para o projeto.

**Figura 68 - Solução interruptor conflitando com o pilar**



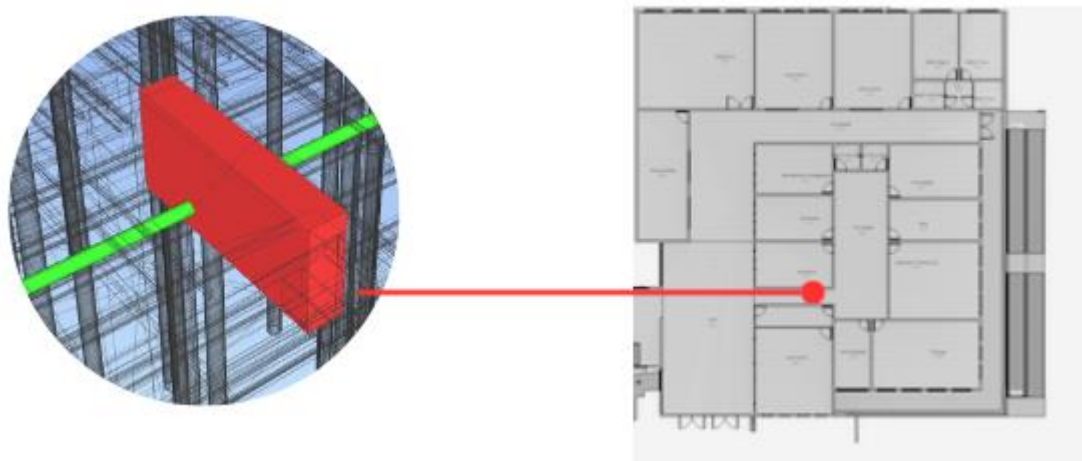
Fonte: Elaboração própria (2023).

#### 4.2.1.4 Estrutural e PPCI.

Na análise de incompatibilidade entre o Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio (PPCI) e o projeto estrutural, foram identificados 8 conflitos. Essas incompatibilidades representam um desafio significativo, pois comprometem a segurança e a conformidade com as normas de combate a incêndio.

Entre as principais incompatibilidades identificadas, destaca-se a passagem de tubulações de água para os hidrantes dentro de vigas. Essa situação representa um problema significativo, pois compromete a integridade estrutural das vigas e dificulta o acesso e a manutenção das tubulações. Na Figura 69, é possível visualizar claramente a passagem da tubulação por dentro de uma viga, o que pode causar interferências e restrições tanto na instalação quanto no funcionamento adequado do sistema de combate a incêndio

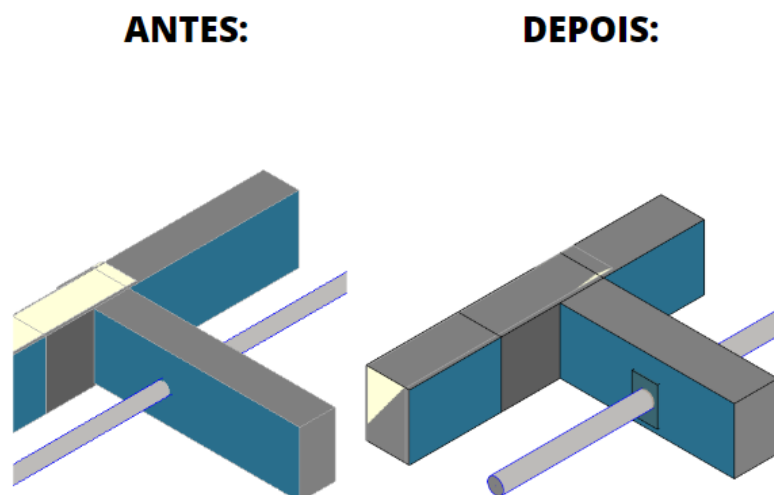
**Figura 69 - Conflito tubulação com viga (Pavimento 1)**



Fonte: Elaboração própria - Navisworks(2023).

Para solucionar esse tipo de incompatibilidade a solução adotada foi deixar uma espera na viga, de modo que, durante a concretagem, fosse criado um espaço para a passagem das tubulações necessárias, como pode ser vista na Figura 70.

Figura 70 - Solução conflito tubulação com viga

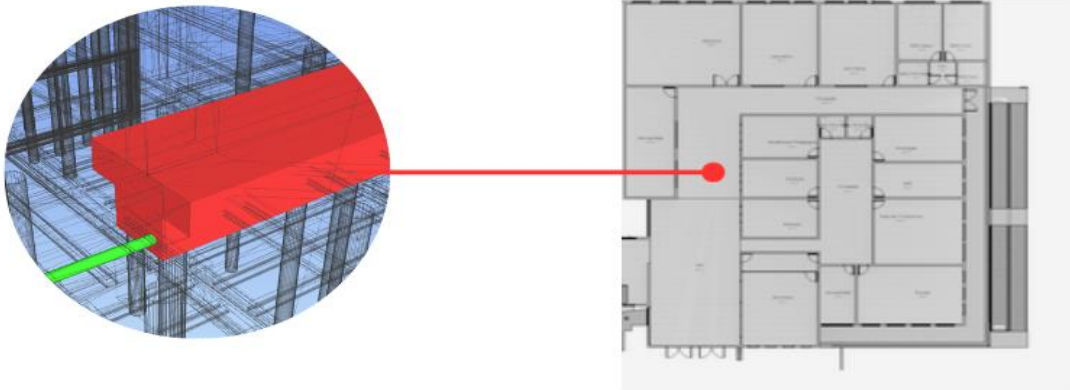


Fonte: Elaboração própria (2023).

Essa abordagem permitiu garantir que as tubulações de água para os hidrantes e outros dispositivos de combate a incêndio sejam adequadamente acomodadas na estrutura da edificação, evitando conflitos e interferências com elementos estruturais importantes.

Além disso, durante a análise dos projetos, foi identificado um conflito em que a tubulação está passando por dentro da viga, seguindo o mesmo caminho estrutural da mesma, conforme pode ser visto na Figura 71. Essa sobreposição da tubulação com a viga representa uma incompatibilidade significativa, pois compromete a integridade estrutural da viga e pode causar interferências tanto na instalação quanto no desempenho adequado do sistema hidráulico.

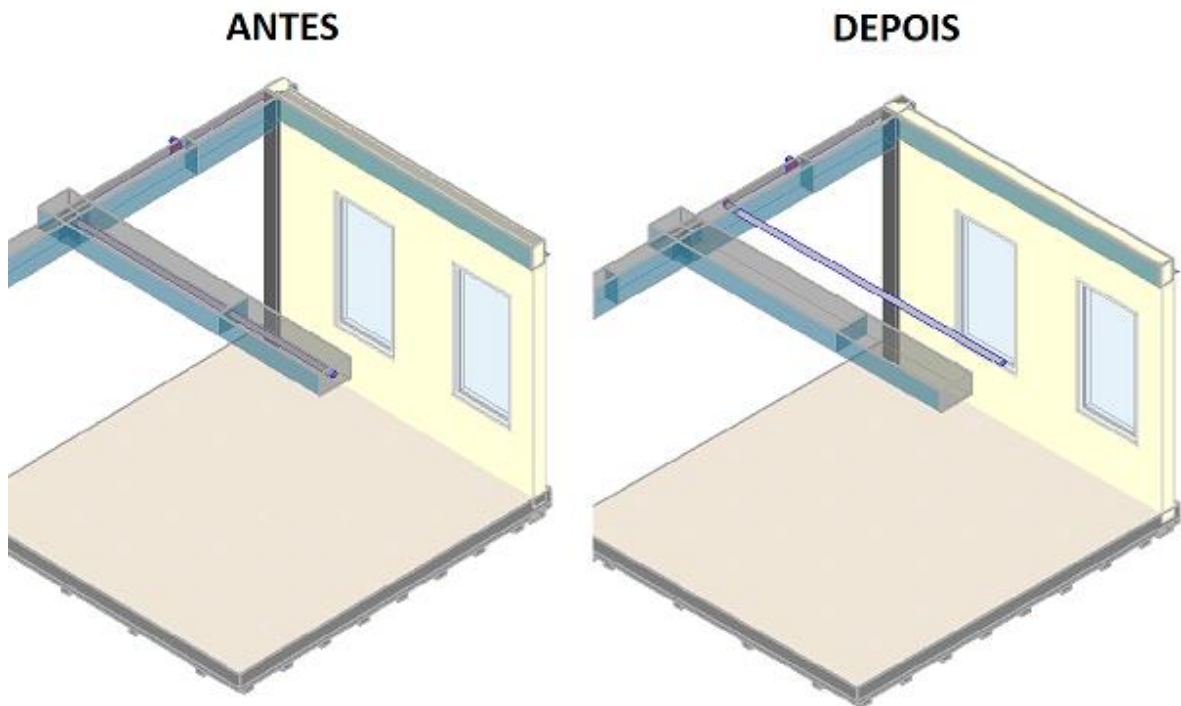
**Figura 71 - Conflito tubulação com viga (Pavimento 1)**



Fonte: Elaboração própria - Navisworks(2023).

Para solucionar esse conflito, foi necessário deslocar a tubulação lateralmente, afastando-a 50 cm para fora da viga. Essa solução permite que a tubulação siga um trajeto separado da estrutura da viga, evitando assim qualquer interferência ou sobreposição. Ao deslocar a tubulação, garante-se não apenas a integridade estrutural da viga, mas também o correto funcionamento do sistema hidráulico, garantindo o fluxo adequado de água e facilitando a manutenção futura. Essa medida resulta em um projeto mais compatível e seguro, garantindo a eficiência e o bom desempenho do sistema hidráulico na edificação. Na Figura 72 é possível identificar a solução adotada.

Figura 72 - Solução conflito tubulação com viga



Fonte: Elaboração própria (2023).

É importante lembrar que todas as interferências estão exemplificadas no Apêndice 01, com todas as disciplinas de forma visual e simplificada.

#### 4.2.2 Conflitos Leves e Moderados

Os conflitos leves e moderados, que foram definidos como “interferências que afetam disciplinas como mecânica, hidráulica, elétrica, entre outras. Essas interferências exigem ajustes e soluções para garantir o correto funcionamento dos sistemas” e “interferências de menor relevância que não comprometem a estrutura ou o funcionamento dos sistemas, mas ainda assim podem ser corrigidas para melhorar a qualidade do projeto” respectivamente, não foram identificados no projeto estudado, conforme podemos ver no Quadro 10 gerado pelo Navisworks onde é possível observar que não ocorreram conflitos.

### Quadro 10 - Relatório de conflitos leves e moderados.

The screenshot shows the Clash Detective application window. At the top, it displays 'HID X PPCI' and 'Last Run: domingo, 21 de maio de 2023 17:41:11'. Below this, a summary bar indicates 'Clashes - Total: 0 (Open: 0 Closed: 0)'. A table lists clash types with columns for Name, Status, Clashes, New, Active, Reviewed, Approved, and Resolved. Below the table are buttons for 'Add Test', 'Reset All', 'Compact All', 'Delete All', and 'Update All'. At the bottom, there are tabs for 'Rules', 'Select', 'Results', and 'Report'. Two panels, 'Selection A' and 'Selection B', show a tree view of project files under a 'Standard' category.

Name	Status	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved
HID X PPCI	Done	0	0	0	0	0	0
HID X ELE	Done	0	0	0	0	0	0
ELE X PPCI	Done	0	0	0	0	0	0

Selection A:

- Projeto Arq Escola.rvt
- Projeto HID Escola.rvt
- Modelo 3D - 2022-08-26 - BASE REVIT.IFC
- Projeto Elétrico Escola.rvt
- Projeto PPCL.rte

Selection B:

- Projeto Arq Escola.rvt
- Projeto HID Escola.rvt
- Modelo 3D - 2022-08-26 - BASE REVIT.IFC
- Projeto Elétrico Escola.rvt
- Projeto PPCL.rte

Fonte: Elaboração própria - Navisworks (2023) .

### 4.3 IMPACTOS DAS INTERFERÊNCIAS

Analisando as interferências encontradas, é possível concluir que o impacto na obra tem uma alta complexidade. Seria possível demonstrar em números a quantidade de material desperdiçado ou até comprados com quantidades equivocadas, porém esse número não traria o real impacto da falta da compatibilização dos projetos. Devido a limitação de tempo do trabalho e as dificuldades encontradas, foi priorizada a sugestão das resoluções dos conflitos e a criação de um relatório de compatibilização em relação ao impacto em números desses conflitos.

Os resultados mostram que as incompatibilidades não gerariam apenas problemas no orçamento, mas também no tempo da obra. Alguns conflitos seriam de fácil resolução, como o das alturas de tomadas conflitando com as vigas, que em obra seria visto e resolvido diminuindo a altura das caixas, outros seriam mais complexos, como as 68 Tubulações conflitando com vigas, necessitando fazer furações nas vigas, gerando em um grande gasto e retrabalho para executar essas furações, algo que

poderia ser resolvido com um projeto de passagens, utilizando informações da compatibilização dos projetos.

Contudo, até os erros de fácil correção ocasionam em um problema de imprevisibilidade da obra, pois podem causar atrasos e gastos que fogem do controle, mesmo utilizando uma margem alta para esses fatores, além de que, todas essas alterações de obra devem ser muito bem registradas, pois qualquer problema com pós obra ou para reformas futuras, deve-se ter essas informações para uma melhor clareza em realizar manutenções ou alterações no ambiente escolar.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do modelo BIM como ferramenta de apoio foi fundamental para a identificação e resolução das incompatibilidades encontradas no projeto. O BIM permitiu uma identificação ágil, podendo apontar em segundos mais de 300 incompatibilidades. Além disso, a ferramenta possibilitou a simulação de cenários de solução, permitindo uma abordagem proativa na resolução dos conflitos. Essa abordagem proporcionou uma visão abrangente do projeto, permitindo uma integração mais eficiente entre as disciplinas envolvidas. Como resultado, o uso do modelo BIM contribuiu para melhorar a qualidade do projeto, reduzir erros e retrabalhos, além de otimizar o uso dos recursos disponíveis.

Os resultados obtidos neste estudo têm o potencial de impactar positivamente a sociedade, ao enfatizar a importância das práticas de compatibilização de projetos na construção civil. A conscientização sobre esse aspecto é crucial, uma vez que a falta de compatibilidade pode acarretar atrasos na conclusão da obra e custos adicionais. Ao adotar essas práticas, é possível evitar erros e retrabalhos, promover uma coordenação eficiente entre as disciplinas envolvidas e melhorar a qualidade da construção. Isso não apenas beneficia a Prefeitura de Palhoça, ao otimizar o uso dos recursos públicos, mas também a comunidade, ao garantir empreendimentos mais seguros, eficientes e sustentáveis.

Para encerrar, reiteramos a importância de uma abordagem integrada e colaborativa entre os profissionais envolvidos no processo de construção. Uma comunicação eficiente e uma troca de informações transparente são fundamentais para o sucesso dos empreendimentos. Acreditamos firmemente que somente por meio dessa abordagem conjunta é possível alcançar resultados cada vez mais positivos, contribuindo para o avanço da construção civil e o desenvolvimento de empreendimentos de alta qualidade. Essa cooperação entre as diversas disciplinas e a busca por melhores práticas são essenciais para atender às demandas da sociedade e garantir o sucesso de projetos futuros.

## 6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Ao longo do desenvolvimento deste trabalho, foi identificada a complexidade de realizar o orçamento da obra antes do projeto de compatibilização e depois deste projeto. Diante disso, surge uma sugestão relevante para um trabalho futuro que complementaria muito bem o presente estudo: o desenvolvimento de um orçamento detalhado e um estudo de quanto poderia ser economizado nesta obra.

Um estudo detalhado do orçamento permitiria analisar precisamente os custos envolvidos em cada etapa, desde a falta de compatibilização até a implementação do projeto. Seriam considerados aspectos como materiais, mão de obra, equipamentos e prazos. Essa análise detalhada possibilitaria identificar oportunidades de economia e otimização de recursos, contribuindo para a tomada de decisões mais embasadas e eficientes.

Outra sugestão seria realizar uma análise mais aprofundada do impacto social e econômico dos atrasos na obra e dos custos adicionais decorrentes das incompatibilidades entre projetos. Um estudo minucioso poderia fornecer dados concretos sobre como esses problemas afetam a comunidade, a imagem da empresa responsável e os recursos públicos.

Explorar ferramentas e tecnologias complementares ao modelo BIM também é uma sugestão relevante para trabalhos futuros. Existem diversas opções disponíveis, como a realidade virtual, a inteligência artificial e o uso de drones na captura de dados. Um estudo poderia avaliar a eficácia, facilidade de uso, custo-benefício e integração dessas tecnologias com o modelo BIM, identificando como elas podem contribuir ainda mais para o processo de compatibilização de projetos.

Um trabalho futuro também poderia realizar um estudo comparativo das metodologias de compatibilização existentes. Analisar as diferentes abordagens, suas vantagens, limitações e resultados alcançados seria de grande relevância para escolher a metodologia mais adequada para cada tipo de projeto, considerando seus requisitos específicos e características.

Essas são apenas algumas sugestões de trabalhos futuros que poderiam complementar o presente estudo e aprofundar ainda mais o conhecimento sobre a compatibilização de projetos na construção civil. Cada uma delas traz uma perspectiva

diferente e valiosa para a área, oferecendo oportunidades de avanço e aprimoramento das práticas existentes. A busca por esses temas pode contribuir significativamente para o avanço e desenvolvimento contínuo da construção civil, promovendo empreendimentos mais eficientes, sustentáveis e economicamente viáveis, impulsionando o desenvolvimento da sociedade como um todo.

## REFERÊNCIAS

- ABDI. AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **O Processo de Projeto BIM: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC**. Brasília: [s. n.], 2017. v. 1 E-book. Disponível em: <https://plataformabimbr.abdi.com.br/bimBr/rest/conteudo/imagem/GUIA%20BIM%2001.pdf>. Acesso em: 22 Nov. 2022.
- AECMAGAZINE. **ArchicAD 18**. 2014. Disponível em: <https://www.aecmag.com/softwaremainmenu-32/633-archicad-18>. Acesso em: 27 Nov. 2022.
- AUTODESK. **Recursos do Navisworks 2023**. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/products/navisworks/features>. Acesso em: 02 Nov. 2022
- ARNAL, Agnasi Pérez. **Why don't we start at the beginning?: the basics of a project: lean planning and pre-construction, BIM News Last trends of the AECO sector**, BIM Community, 2018 Disponível em: <https://www.bimcommunity.com/news/load/490/why-don-t-we-start-at-the-beginning>. Acesso em: 18 Nov. 2022.
- BERTEZINI, Ana Luisa. **Métodos de avaliação de projeto de arquitetura na construção de edifícios sob a ótica da gestão da qualidade**. 2006. 208f. Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- BIBLUS. **LOD e LOIN no BIM: o que são e para que servem**. Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/lod-e-loin-no-bim-o-que-sao-e-para-que-servem/>. Acesso em: 12 Nov. 2022.
- BIMFORUM, **Level of Development Specification – 2020**. Disponível em: <https://bimforum.org/lod/>. Acesso em: 30 Out. 2022.
- BRASIL. **DECRETO No 10.306, de 2 de abril de 2020**. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling- Estratégia BIMBR, instituída pelo Decreto no 9.983, de 22 de agosto de 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.306-de-2-de-abril-de-2020-251068946>. Acesso em: 26 Out. 2022.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NBR 16636-2: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos - parte 2: projeto arquitetônico**. 6 dez 2017. Disponível em: [https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/resultado\\_avancado.asp](https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/resultado_avancado.asp). Acesso em: 02 nov. 2022.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto — procedimento**. 9 abr 2014. Disponível em: [https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/resultado\\_avancado.asp](https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/resultado_avancado.asp). Acesso em: 18 nov. 2022.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NBR ISO 19650: Organização da informação acerca de trabalhos da construção - gestão da informação usando a modelagem da informação da construção**. 21 mai 2022. Disponível em: [https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/resultado\\_avancado.asp](https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/resultado_avancado.asp). Acesso em: 18 nov. 2022.

BRENTANO, Telmo. **Instalações hidráulicas de combate a incêndios nas edificações**. 4. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2011.

CALLEGARI, S. **Análise de compatibilização de projetos em três edifícios residenciais multifamiliares**. Dissertação de Mestrado, Florianópolis, 2007. Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC). Fundamentos BIM – Parte 1: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras. Brasília: CBIC, 2016.

CAREZZATO, G.G. **Protocolo de gerenciamento BIM nas fases de contratação, projeto e obra em empreendimentos civis baseado na ISO 19650**. São Paulo. 2018. 140 p (Mestrado) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

DESCHAMPS, Ramon R. **Melhoria sistêmica do planejamento e controle de uma construtora em nível tático-estratégico utilizando conceitos da lean construction**. TCC de engenharia de produção. UFSC. 2015. EASTMAN, Charles et al. Manual de BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores. 3ª Ed. Porto Alegre: BOOKMAN, 2021. E-book. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582605523/>. Acesso em: 02 Nov. 2022.

FILHO, Domingos. **Livro projetos de instalações elétricas prediais**. São Paulo: Érica, 2015.

HABITISSIMO, 2016. **Eletricista Residencial, Eletricista Predial e Comercial. Aumento de carga (Monofásico/bifásico para Trifásico). Projetos e montagem Automação Residencial**, Rio de Janeiro 2016. Disponível em: [https://fotos.habitissimo.com.br/foto/planta-baixa-paraprojetos-eletricos\\_1211372](https://fotos.habitissimo.com.br/foto/planta-baixa-paraprojetos-eletricos_1211372). Acesso em: 02 Nov. 2022.

HJELSETH, Eilif. **BIM-based Model Checking (BMC)**. 2015. 27 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Matemática, Ciência e Tecnologia., Oslo Metropolitan University, Oslo, 2015. Cap. 16. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/300580354\\_BIM-based\\_model\\_checking\\_BMC](https://www.researchgate.net/publication/300580354_BIM-based_model_checking_BMC). Acesso em: 25 nov. 2022.

INSTITUTO BRAMANTE. **O que há de novo no Autodesk Revit 2023**. 2022. Disponível em: <https://www.institutobramante.com.br/novidades-do-revit-2023-conheca-os-aprimoramentos-e-o-que-ha-de-novo/>. Acesso em: 02 Nov. 2022.

Leusin, S. R. **Gerenciamento e Coordenação de Projetos BIM**. Grupo GEN, 2018. 9788595153820. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595153820/>. Acesso em: 02 Nov. 2022.

MONTEIRO, Ana Caroline Nogueira et al. **COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: IMPORTÂNCIA, MÉTODOS E FERRAMENTAS**. Revista Campo Do Saber – Issn 2447 - 5 017, João Pessoa, v. 3, n. 1, p. 53-77, jun. 2017.  
MELO, V. D. O.; NETTO, J. M. D. A. Instalações prediais hidráulico-sanitárias. 9ª ed. São Paulo: Blucher, 1988.

MIKALDO JR, J.; SCHEER, S. **Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual é a melhor solução?**. Gestão & Tecnologia de Projetos, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 79-99, 2008. DOI: 10.4237/gtp.v3i1.63. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50928>. Acesso em: 12 Nov. 2022.

MPDFT. MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS. **Caderno de Projetos e de Gestão de Edificações em BIM (CPGE-BIM)**. Brasília: [s. n.], 2020. E-book. Disponível em: [https://www.mpdft.mp.br/portal/pdf/noticias/fevereiro\\_2021/Caderno\\_BIM\\_MPDFT\\_Edi%C3%A7%C3%A3o\\_1\\_2020\\_dezembro.pdf](https://www.mpdft.mp.br/portal/pdf/noticias/fevereiro_2021/Caderno_BIM_MPDFT_Edi%C3%A7%C3%A3o_1_2020_dezembro.pdf). Acesso em: 24 Out. 2022.

MATTOS, Aldo Dorea. **Engenharia de Custos: BIM 3D, 4D, 5D e 6D**. 2014. Blogs PINI. Disponível em: <http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/bim-3d-4d-5d-e-6d-335300-1.aspx>. Acesso em: 17 Nov. 2022.

TEKLA. **Tekla Structures**. 2020. Disponível em: <https://www.tekla.com/br/produtos/teklastructures>. Acesso em: 14 Nov. 2022.

NASCIMENTO, José Marcos do. **A importância da compatibilização de projetos como fator de redução de custos na construção civil**. Especialize. 7. Ed. No 007 Vol. 01/2014.

NBS. **10th Annual BIM Report 2020**. [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: <https://www.thenbs.com/knowledge/national-bim-report-2020>. Acesso at: 14 Nov. 2022.

OLIVEIRA, Daniel Ferreira. **O conceito de qualidade aliado às patologias na construção civil**. Daniel Ferreira Oliveira – Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2013. Disponível em: Acesso em: 01 nov. 2022.

OHASHI, E. A. M. **Sistema de informação para coordenação de projetos de alvenaria estrutural**. 2001. 122p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

OSCAR, Luiz Henrique Costa. **O impacto do projeto na execução da obra**. Rio de Janeiro: 2016. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10018064.pdf> Acesso em: 02 nov. 2022.

PLANNERLY. **The BIM Management Platform**. Disponível em: <https://plannerly.com/>. Acesso em: 30 nov. 2022.

RAUBER, Felipe Claus. **Contribuições ao projeto arquitetônico de edifícios em alvenaria estrutural**. 2005. 111p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de 74 Santa Maria – Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7931/Felipe%20Claus%20Rauber.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2022.

RAUBER, Felipe Claus. **Contribuições ao projeto arquitetônico de edifícios em alvenaria estrutural**. 2005. 111p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de 74 Santa Maria – Rio Grande do Sul. Disponível em: < <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7931/Felipe%20Claus%20Rauber.pdf>. Acesso em: 2 Nov. 2022.

SANTA CATARINA. **DECRETO No 1370, de 13 de julho de 2021**. Institui a Estratégia Estadual de Implantação e Disseminação do Building Information Modelling em Santa Catarina (Estratégia BIM SC) e o Comitê Técnico da Estratégia BIM SC (CT-BIM SC). Florianópolis. Disponível em: [https://www.normasbrasil.com.br/norma/decreto-1370-2021-sc\\_417301.html](https://www.normasbrasil.com.br/norma/decreto-1370-2021-sc_417301.html). Acesso em: 18 nov. 2022.

SANTOS, Eduardo Toledo. **BIM - building information modeling: um salto para a modernidade na tecnologia da informação aplicada à construção civil**. Criação, representação e visualização digitais: tecnologias digitais de criação, representação e visualização no processo de projeto. Tradução. Brasília: Unb, 2012. Acesso em: 26 out. 2022.

THÓRUS ENGENHARIA (Brasil). **Análise automatizada clash detection através de regras de verificação**. 2020. Disponível em: <https://thorusengenharia.com.br/clash-detection/>. Acesso em: 20 nov. 2022. UNITED BIM (Estados Unidos da América). MEP Clash Detection Services: clash report generation. Clash Report Generation. Disponível em: <https://www.united-bim.com/clash-detection-services-clash-report-generation/>. Acesso em: 20 nov.2022.

# APÊNDICE 01

# COMPATIBILIZAÇÃO

# RELATÓRIO

ESCOLA - JARDINS - PALHOÇA

2023



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Gabriel Jacques Pereira  
Luiz Henrique Pereira de Souza

# RESUMO DO RELATÓRIO

RESUMO DAS INTERFERÊNCIAS			
Estrutural x Arquitetônico			
Tipo de Conflito	Quantidade	Soluções Sugeridas	Quantidade
Janela x Pilar	5	Alteração de dimensão	5
Janela x Viga	41	Alteração de dimensão	41
Porta x Pilar	4	Deslocar	4
Porta-Janela x Pilar	4	Alteração de dimensão	4
TOTAL	54		
Estrutural x Hidrossanitário			
Tipo de Conflito	Quantidade	Soluções Sugeridas	Quantidade
Tubulação x Viga	99	Deslocamento	31
		Passagem	57
		Deslocamento e Passagem	11
Tubulação x Viga Vertical	12	Deslocamento e Enchimento	12
Tubulação x Pilar	37	Deslocamento	37
Tubulação x Laje	36	Passagem	36
Tubulação x Bloco	27	Deslocamento	27
TOTAL	211		
Estrutural X Elétrico			
Tipo de Conflito	Quantidade	Soluções Sugeridas	Quantidade
Pilar x quadro distribuição	2	Deslocar	2
Viga x Tomada	15	Deslocar	15
pilar x tomada	23	Deslocar	23
pilar x interruptor	1	Deslocar	1
TOTAL	41		
Estrutural x Preventivo Contra Incêndio			
Tipo de Conflito	Quantidade	Soluções Sugeridas	Quantidade
Tubulação x viga	8	Passagem	7
		Deslocar	1
TOTAL	8		

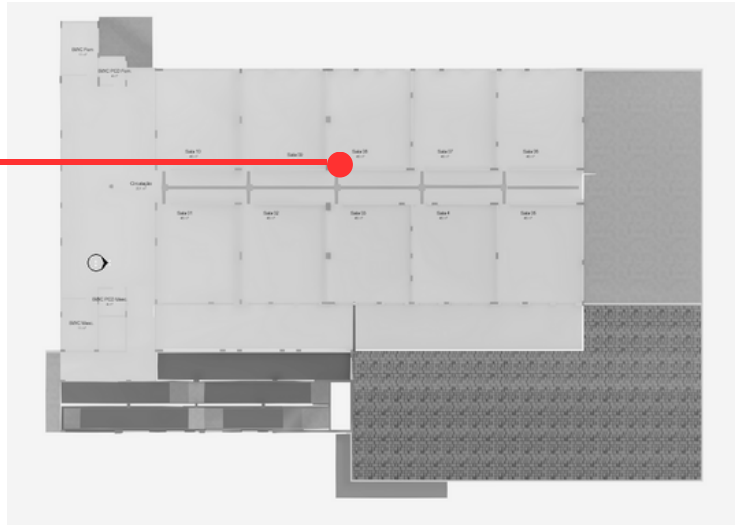
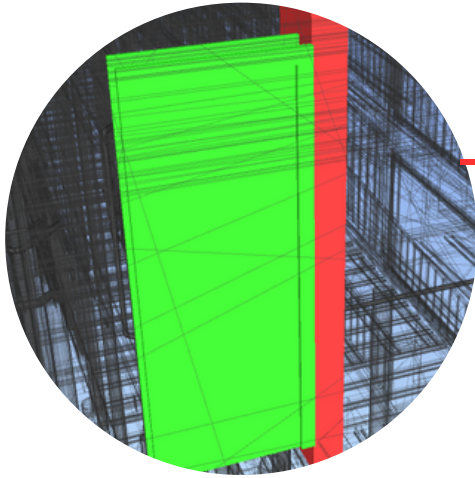
**ARQUITETÔNICO**  
**X**  
**ESTRUTURAL**

# INTERFERÊNCIA 01

# Porta x Pilar

LOCALIZAÇÃO:

PAVIMENTO 2 - SALA 08



## Descrição:

Conflito entre o pilar e a vista da porta, localizada na sala 08 do pavimento 2 e ocorre de forma semelhante em 04 posições. O pilar foi colocado em um local onde havia a vista de uma porta. caso o modelo da porta que será instalada seja com vista, isso impossibilitará a instalação da esquadria de forma adequada.

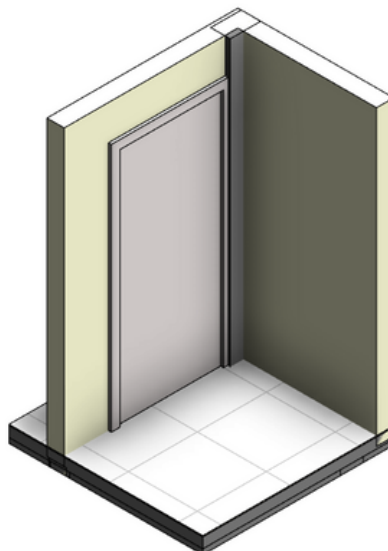
## Quantidade:

Tipo de Conflito	Quantidade
Porta x Pilar	04

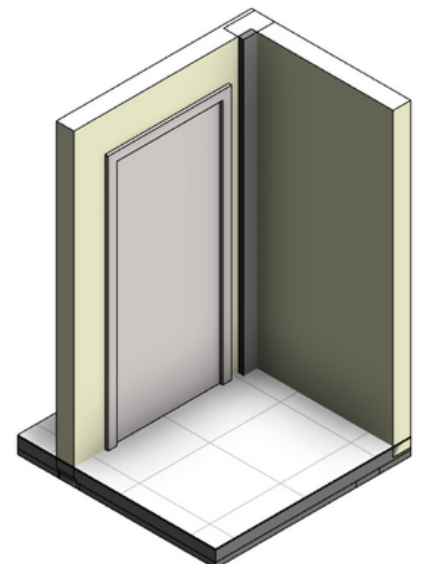
## Solução Sugerida:

Esses conflitos podem ser resolvidos por meio de realocação da esquadria, realocação dos pilares ou ainda pela utilização de soluções construtivas específicas, como a utilização de porta sem a necessidade de vista.

ANTES:



DEPOIS:



# INTERFERÊNCIA 01

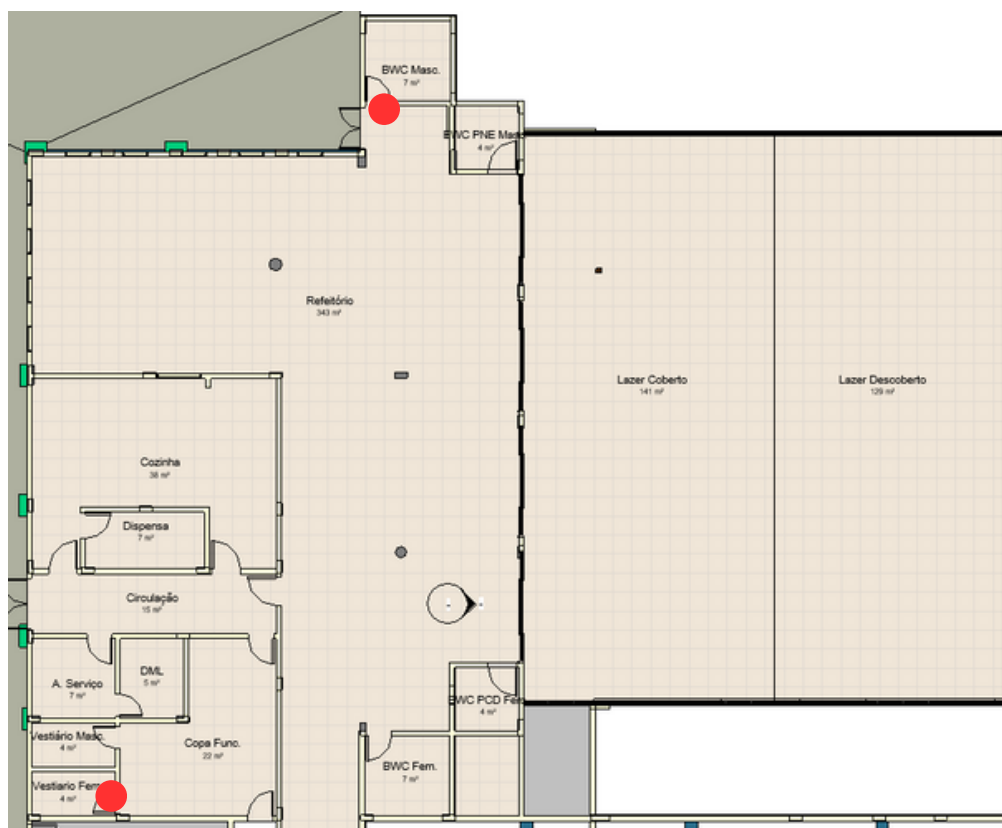
# Porta x Pilar

LOCALIZAÇÕES: ●

## PAVIMENTO 2



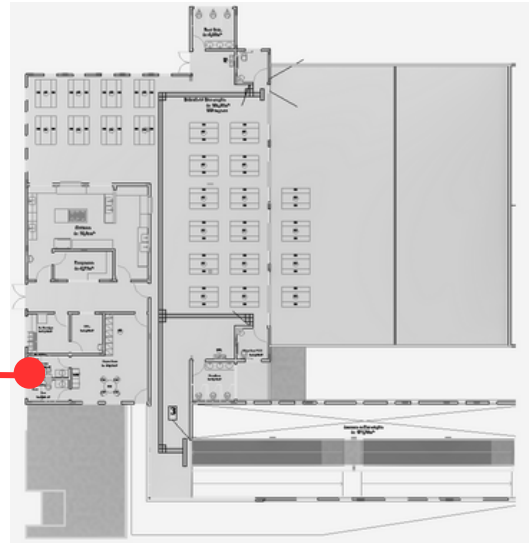
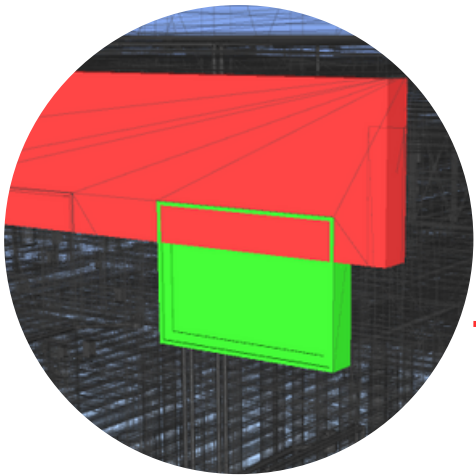
## PAVIMENTO 3



# INTERFERÊNCIA 02

# Janela x Viga

**LOCALIZAÇÃO:** PAVIMENTO 3 - VESTIÁRIO FUNC. FEM.



## Descrição:

Conflito entre a viga e a janela, localizada na sala do vestiário de funcionários femininos do pavimento 3 e ocorre de forma semelhante em 23 posições. A viga possui uma altura que conflita com a janela. Impossibilitando a instalação da esquadria de forma adequada.

## Quantidade:

Tipo de Conflito	Quantidade
Janela x Viga	23

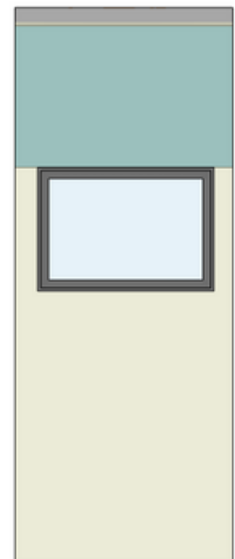
## Solução Sugerida:

Esses conflitos podem ser resolvidos por meio de realocação da esquadria, redimensionamento das vigas ou ainda pela utilização de soluções construtivas específicas, como vigas invertidas.

### ANTES:



### DEPOIS:



# INTERFERÊNCIA 02

# Janela x Viga

LOCALIZAÇÕES: ●

## PAVIMENTO 1



## PAVIMENTO 2

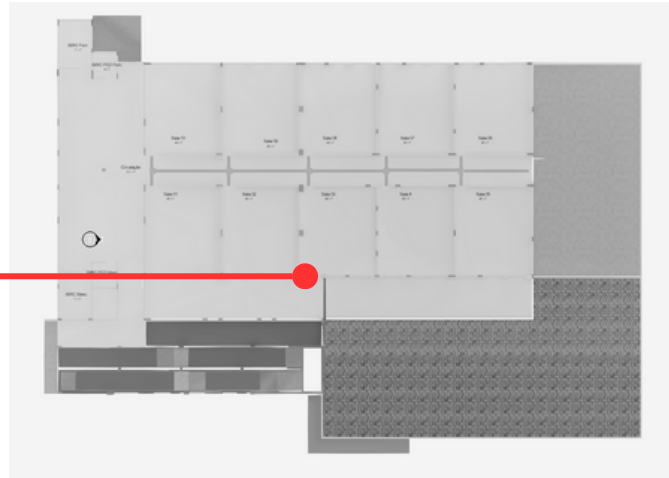
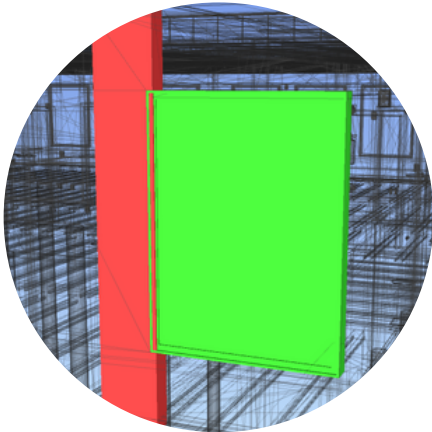


# INTERFERÊNCIA 03

# Janela x Pilar

**LOCALIZAÇÃO:**

**PAVIMENTO 2 - SALA 03**



## Descrição:

Conflito entre o pilar e a janela, localizada na sala 03 do pavimento 2 e ocorre de forma semelhante em 05 posições. A viga foi colocada em um local onde havia uma janela. Impossibilitando a instalação da esquadria de forma adequada.

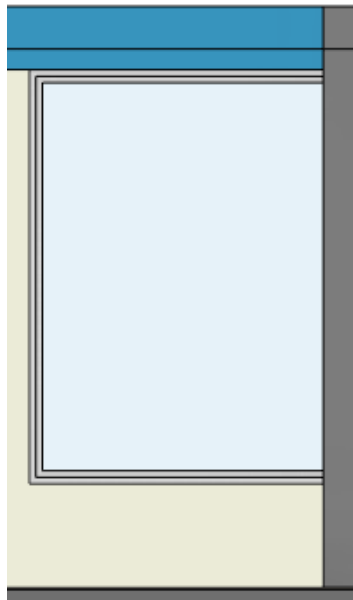
## Quantidade:

Tipo de Conflito	Quantidade
Janela x Pilar	05

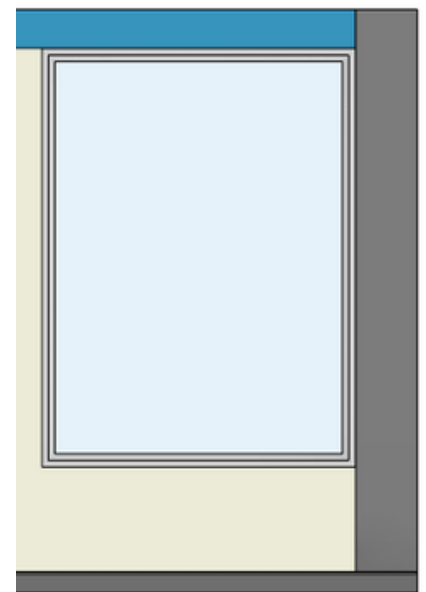
## Solução Sugerida:

A solução sugerida, caso não seja possível a realocação do po é alterar a localização da janela movendo lateralmente. A janela foi movida lateralmente 10 cm.

**ANTES:**

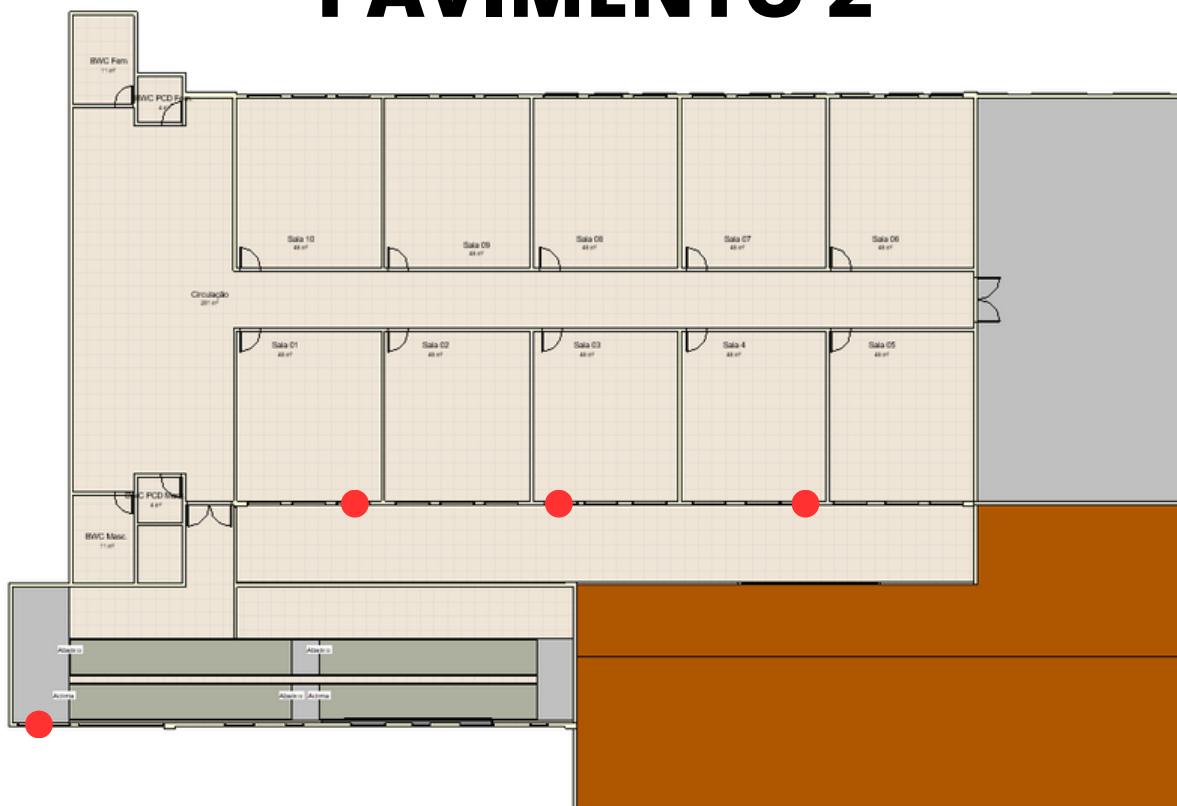


**DEPOIS:**

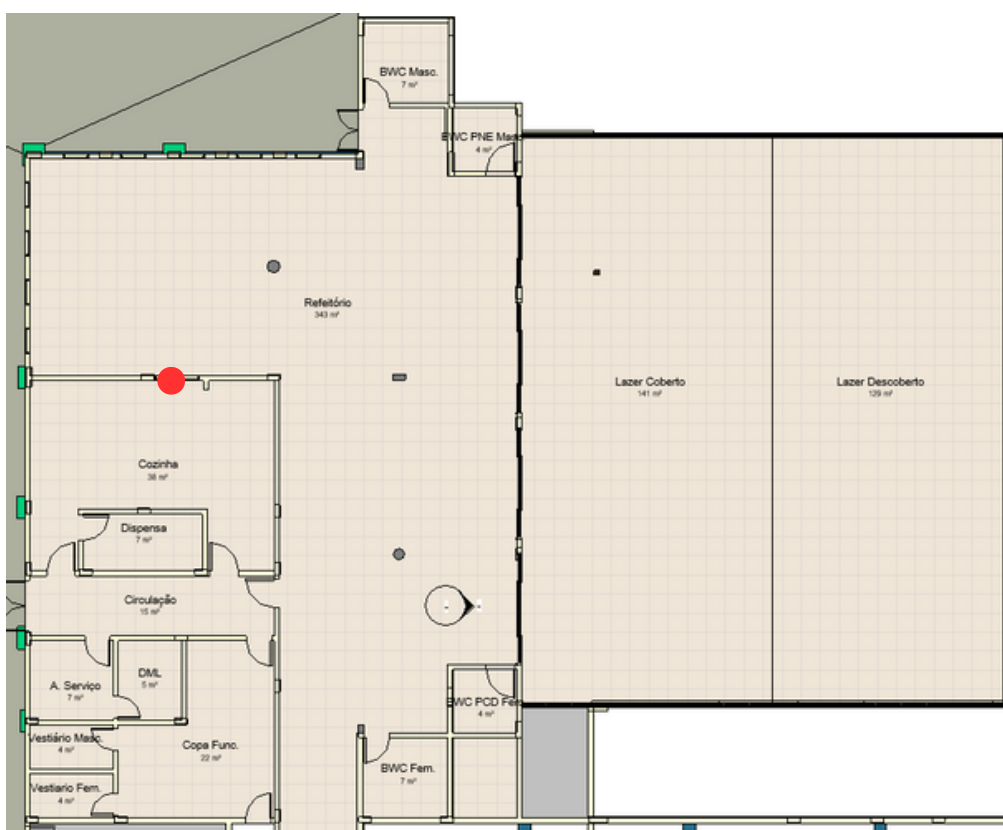


LOCALIZAÇÕES: ●

## PAVIMENTO 2



## PAVIMENTO 3

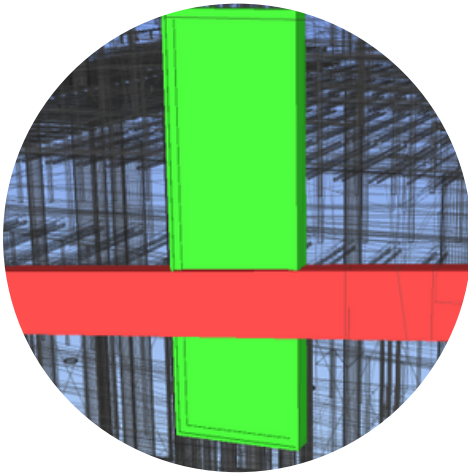


# INTERFERÊNCIA 04

# Janela x Pilar

**LOCALIZAÇÃO:**

**PAVIMENTO 2 - RAMPA**



## Descrição:

Conflito entre a viga que da suporte a rampa e a janela, localizada na rampa do pavimento 2 e ocorre de forma semelhante em 18 posições. A viga foi colocada em um local onde havia uma janela. Impossibilitando a instalação da esquadria de forma adequada.

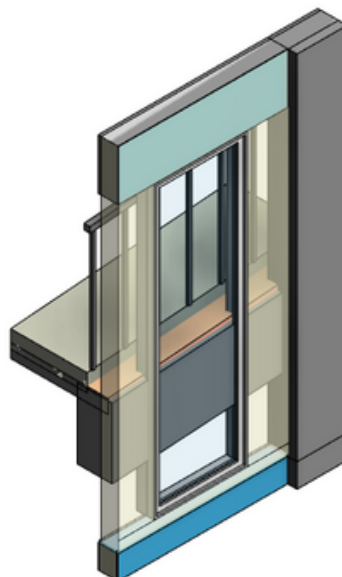
## Quantidade:

Tipo de Conflito	Quantidade
Janela x Viga	18

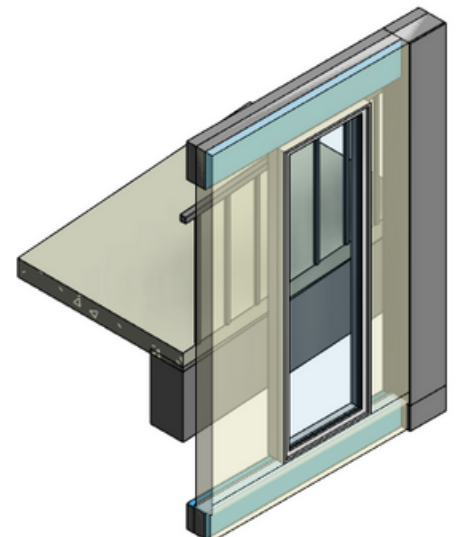
## Solução Sugerida:

A solução sugerida, é ajustar a viga que da suporte da rampa e coloca-la embaixo da rampa, recuando a viga 10 cm da sua localização atual.

**ANTES:**



**DEPOIS:**



# INTERFERÊNCIA 04

# Janela x PILAR

LOCALIZAÇÕES: ●

## PAVIMENTO 1



## PAVIMENTO 2

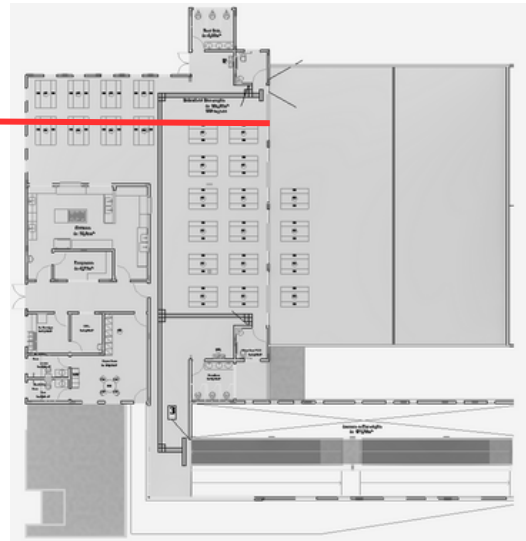
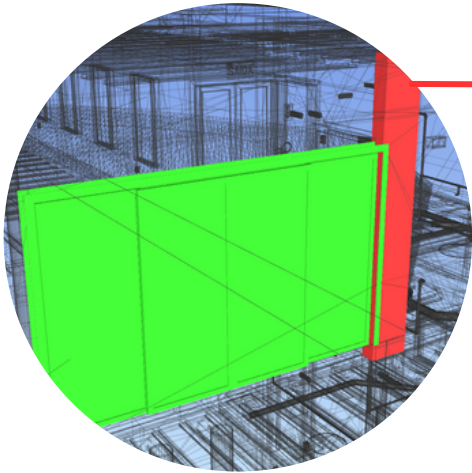


# INTERFERÊNCIA 05

# Porta-Janela x Pilar

**LOCALIZAÇÃO:**

**PAVIMENTO 3 - LAZER COBERTO**



## Descrição:

Conflito entre a viga que da suporte a rampa e a janela, localizada na rampa do pavimento 2 e e ocorre de forma semelhante em 04 posições.. A viga foi colocada em um local onde havia uma janela. Impossibilitando a instalação da esquadria de forma adequada.

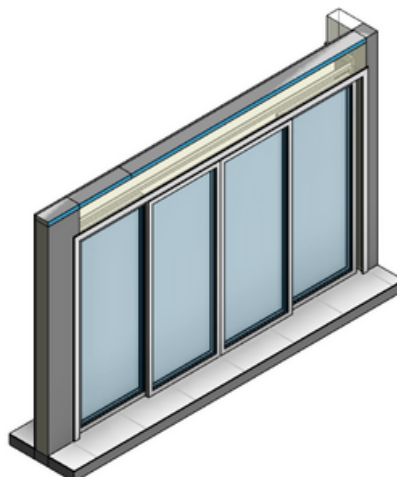
## Quantidade:

Tipo de Conflito	Quantidade
Porta-janela x Pilar	04

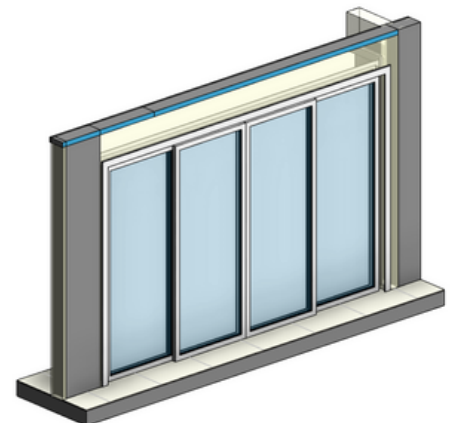
## Solução Sugerida:

A solução sugerida, é ajustar a as dimensões da esquadria. A porta que possuía 350 cm de largura passou a ter 330 cm.

**ANTES:**



**DEPOIS:**

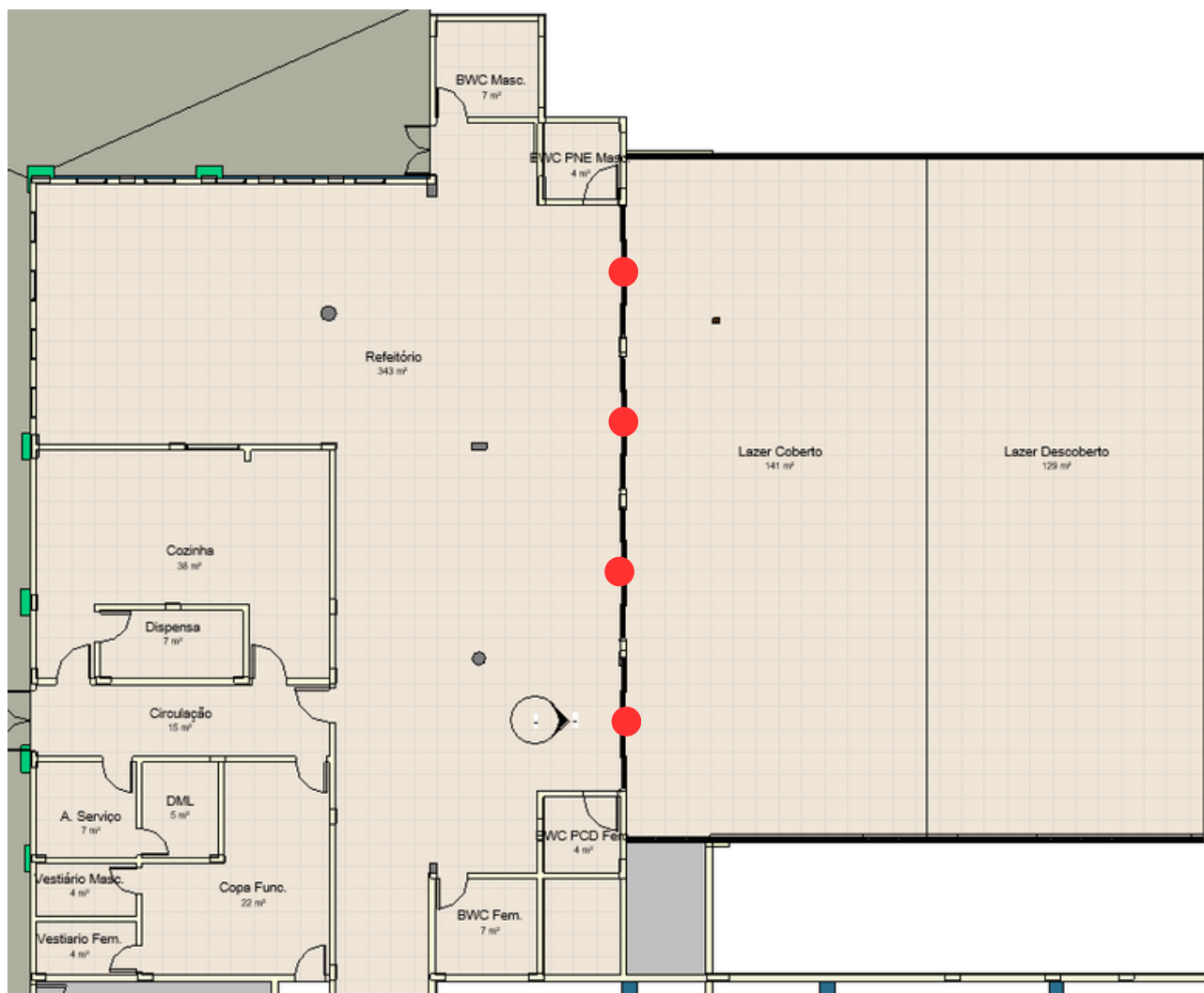


# INTERFERÊNCIA 05

# Janela x Viga

LOCALIZAÇÕES: ●

## PAVIMENTO 3



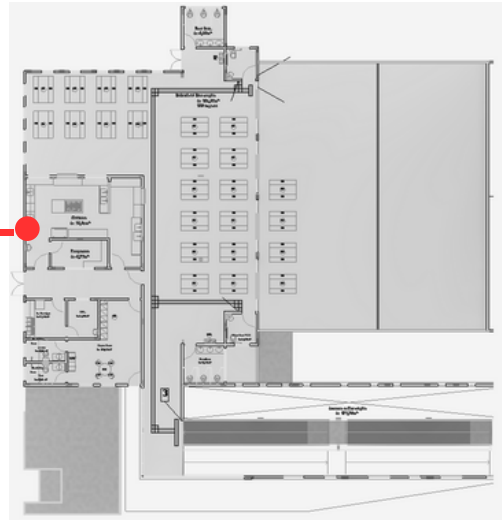
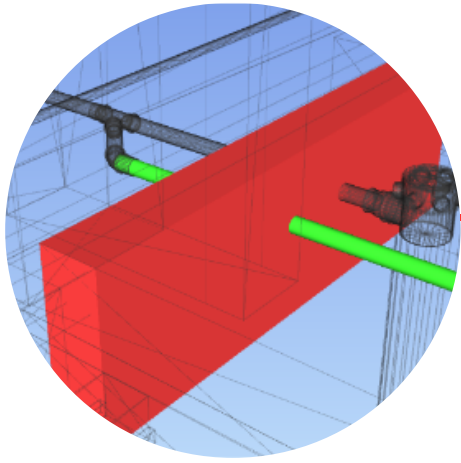
**HIDROSSANITÁRIO**  
**X**  
**ESTRUTURAL**

# INTERFERÊNCIA 01

# Tubulação x Viga

**LOCALIZAÇÃO:**

**PAVIMENTO 3 - COZINHA**



## Descrição:

Conflito entre Tubulação e Viga, a tubulação atravessa a viga sem forma aparente de desvio, a imagem de exemplo é da cozinha no pavimento 3 e se se ocorre de forma semelhante em 57 posições.

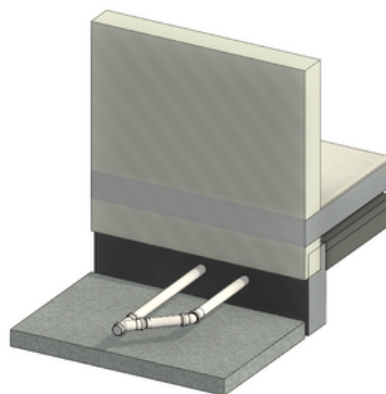
## Quantidade:

Tipo de Conflito	Quantidade
Tubulação x Viga (Passagem)	57

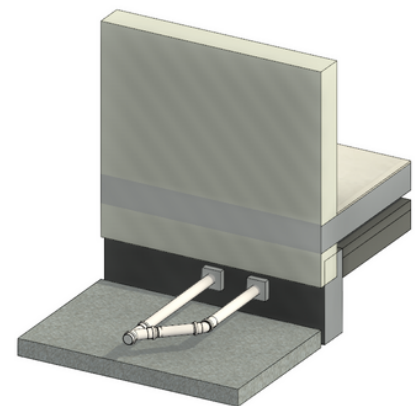
## Solução Sugerida:

Como não existe forma fácil para desviar da tubulação, a solução sugerida é da criação de um projeto de passagens. A ausência deste projeto, causaria a necessidade de executar furos na estrutura após concretado, acarretando em uma maior valor, e podendo comprometer a estrutura, ao furar uma armadura, por exemplo.

**ANTES:**



**DEPOIS:**



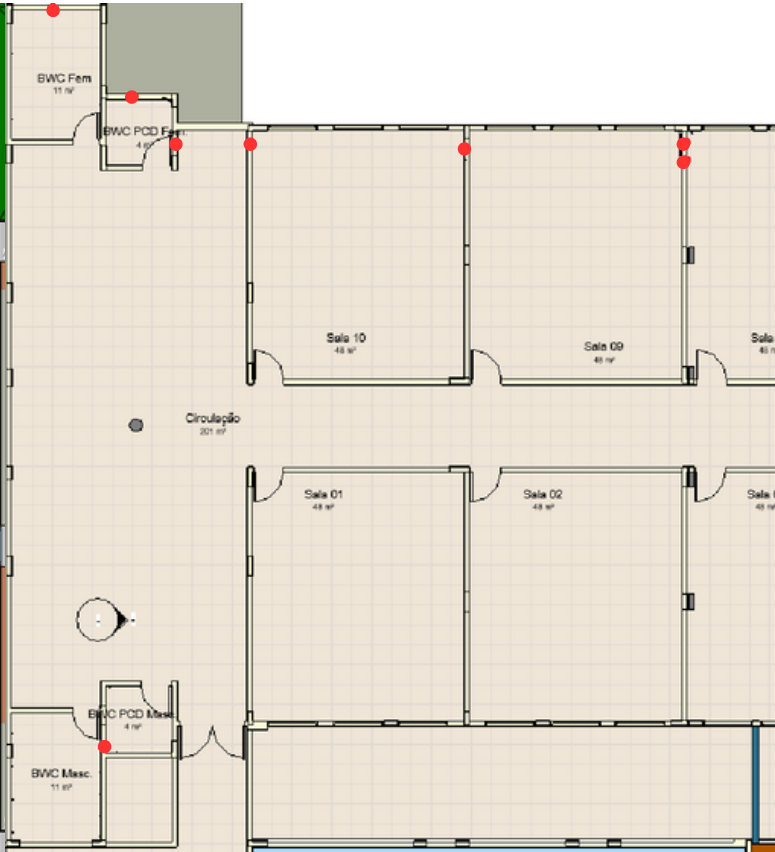
# INTERFERÊNCIA 01

# Tubulação x Viga

LOCALIZAÇÕES: ●

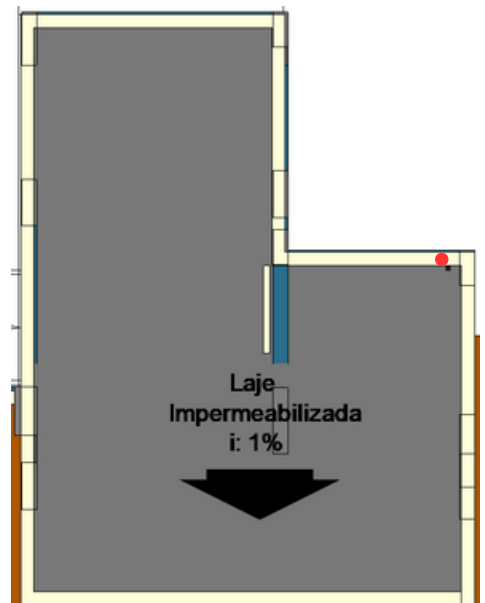
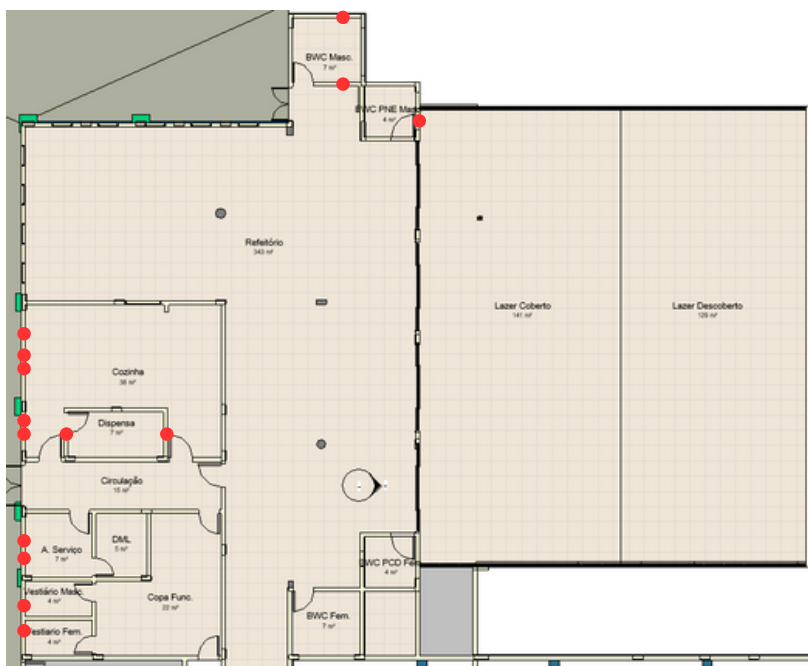
## PAVIMENTO 1

## PAVIMENTO 2



## PAVIMENTO 3

## PAVIMENTO 4

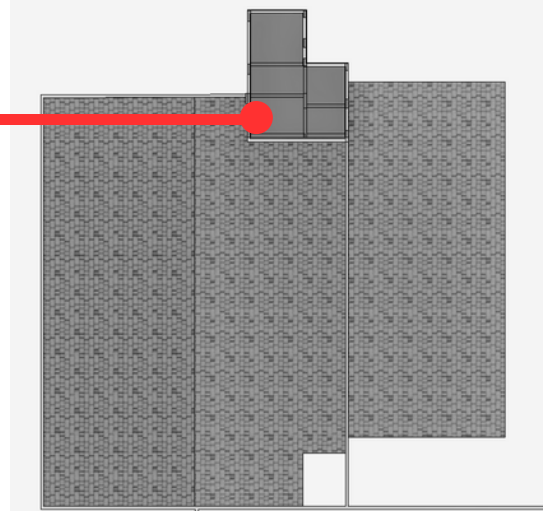
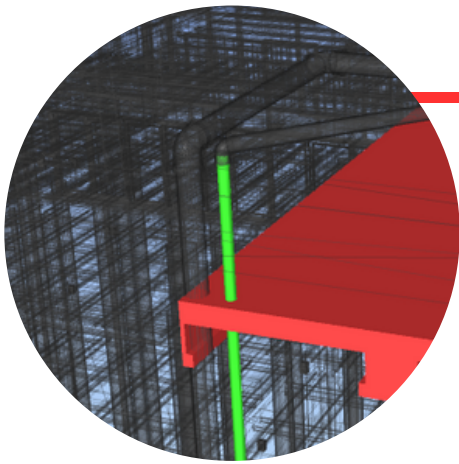


# INTERFERÊNCIA 02

# Tubulação x Laje

LOCALIZAÇÃO:

PAVIMENTO 4 - BARRILETE



## Descrição:

Conflito entre Tubulação e Laje, a tubulação atravessa a laje sem forma aparente de desvio, a imagem de exemplo é do barrilete no pavimento 4 e ocorre de forma semelhante em 36 posições.

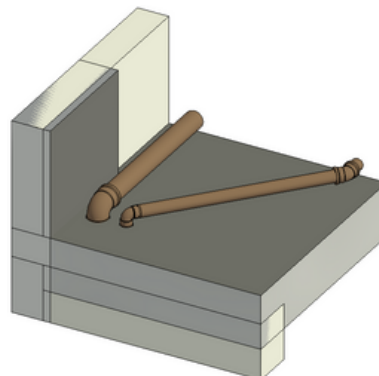
## Quantidade:

Tipo de Conflito	Quantidade
Tubulação x Laje	36

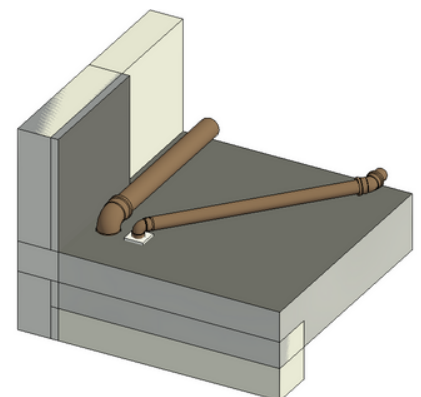
## Solução Sugerida:

Como não existe forma fácil para desviar da tubulação, a solução sugerida é da criação de um projeto de passagens. A ausência deste projeto, causaria a necessidade de executar furos na estrutura após concretado, acarretando em uma maior valor, e podendo comprometer a estrutura, ao furar uma armadura, por exemplo.

ANTES:



DEPOIS:



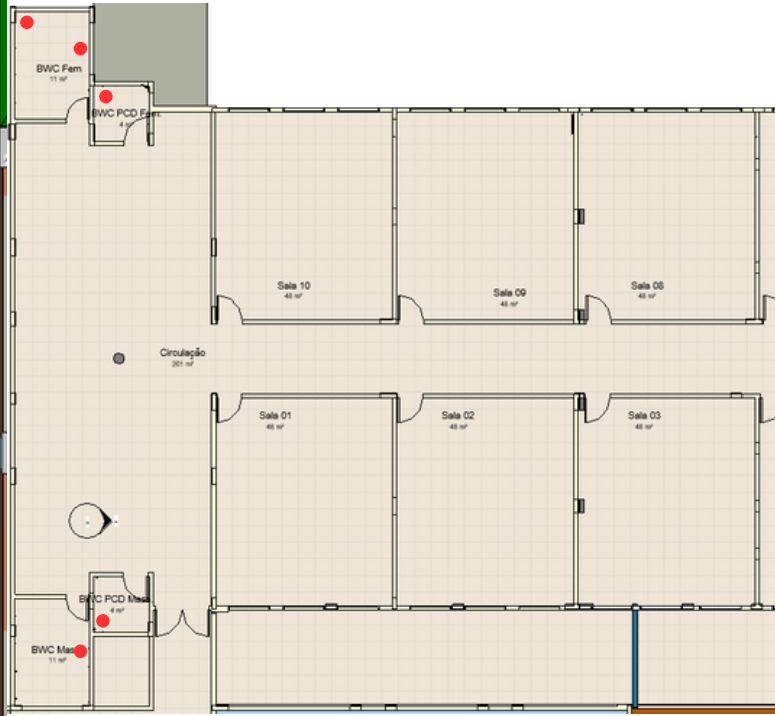
# INTERFERÊNCIA 02

# Tubulação x Laje

LOCALIZAÇÕES: ●

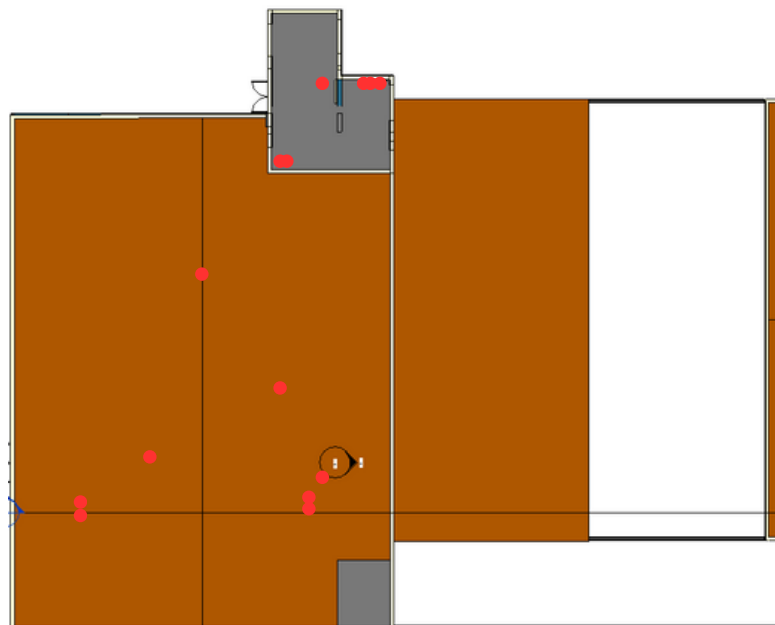
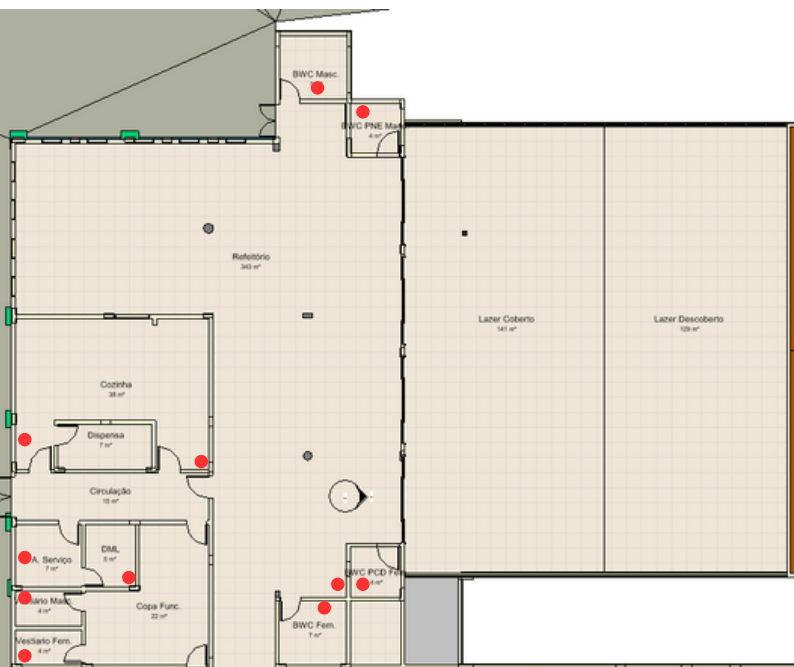
## PAVIMENTO 1

## PAVIMENTO 2



## PAVIMENTO 3

## PAVIMENTO 4

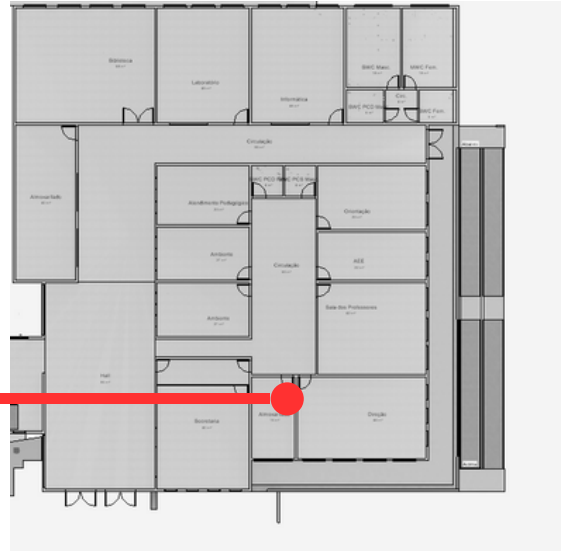
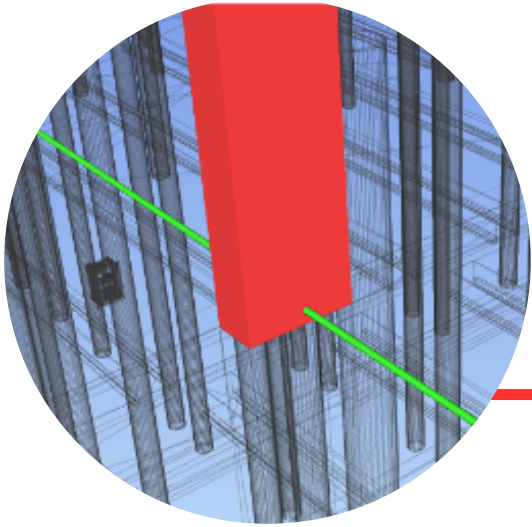


# INTERFERÊNCIA 03

## Tubulação x Pilar

### LOCALIZAÇÃO:

### PAVIMENTO 1 - ALMOXARIFADO



### Descrição:

Conflito entre Tubulação e ou pilar, a tubulação atravessa o tirante de forma que é possível o desvio. A imagem de exemplo é do barrilete no pavimento 4 e ocorre de forma semelhante em 37 posições.

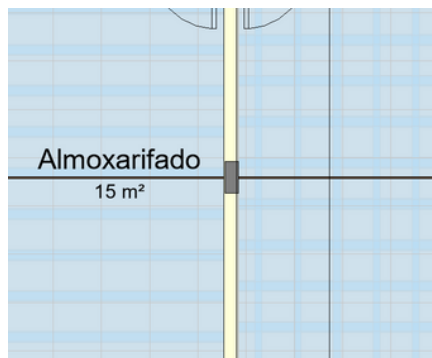
### Quantidade:

Tipo de Conflito	Quantidade
Tubulação x Pilar	37

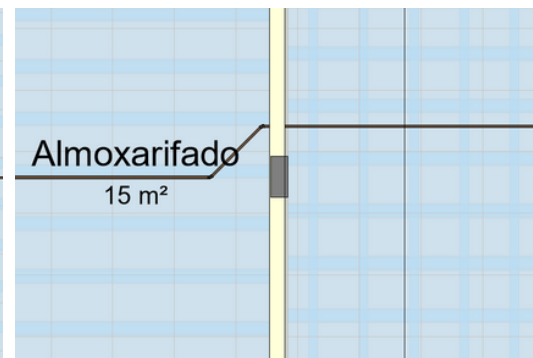
### Solução Sugerida:

A melhor solução para essa interferência é de mudar a rota da tubulação para desviar dos pilares. Caso necessário, pode ser adicionado uma alvenaria de enchimento para a tubulação não ficar aparente, como no exemplo a tubulação é passada no contrapiso, não existe essa necessidade.

#### ANTES:



#### DEPOIS:



# INTERFERÊNCIA 03

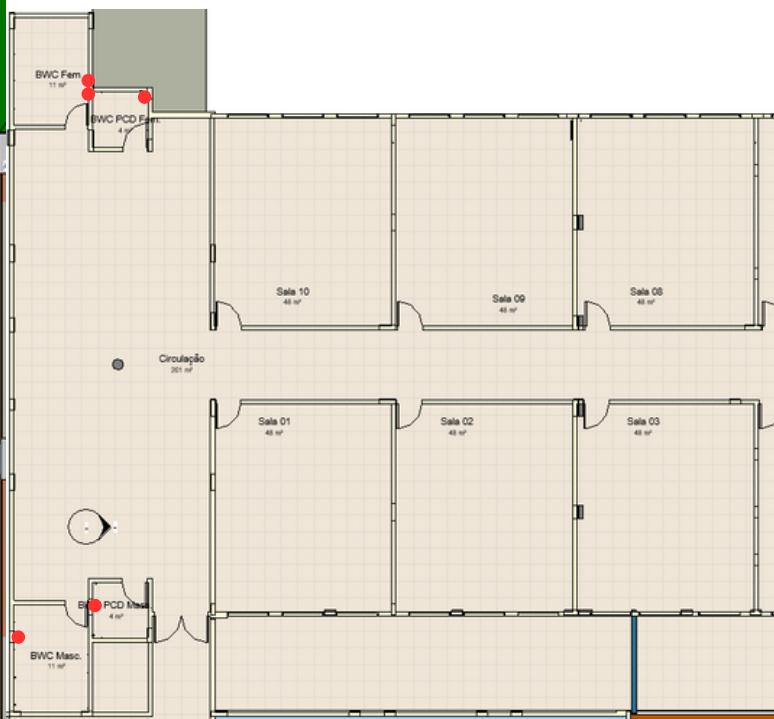
# Tubulação x Pilar

LOCALIZAÇÕES: ●

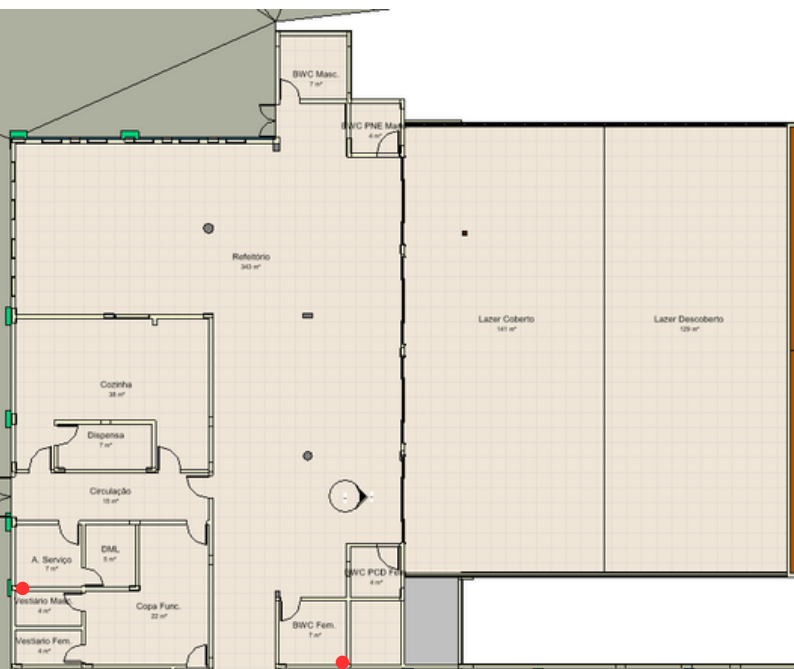
## PAVIMENTO 1



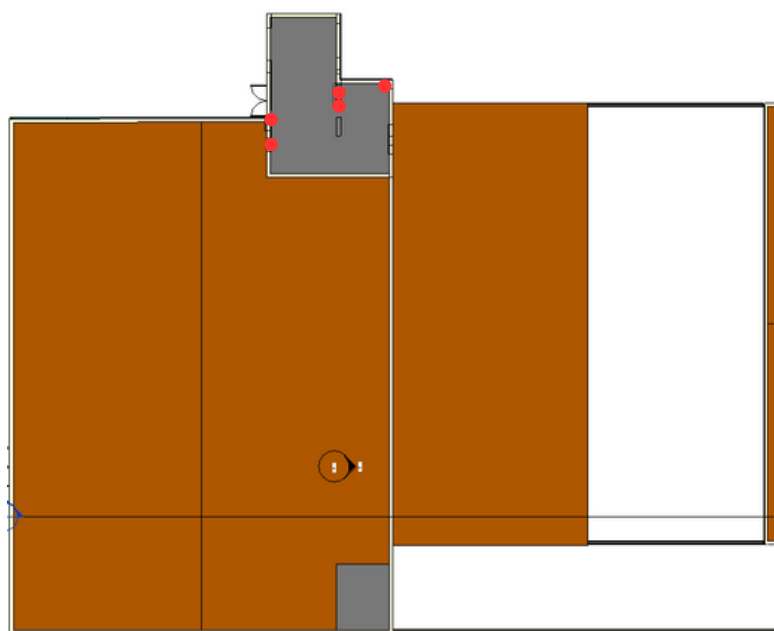
## PAVIMENTO 2



## PAVIMENTO 3



## PAVIMENTO 4

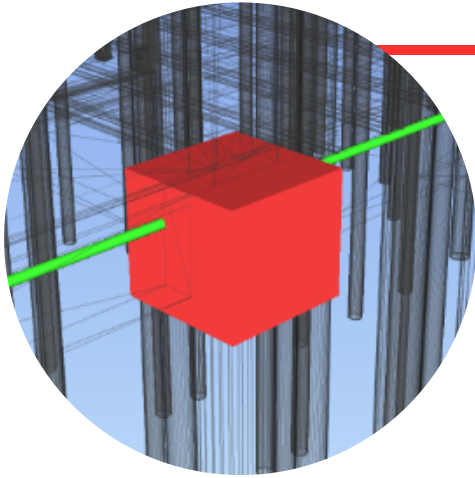


# INTERFERÊNCIA 04

## Tubulação x Bloco de fundação

### LOCALIZAÇÃO:

PAVIMENTO 1 - BWC MASCULINO



### Descrição:

Conflito entre Tubulação e Bloco de Fundação, a tubulação atravessa o Bloco estrutural de forma que é possível o desvio. A imagem de exemplo é no bloco abaixo do BWC Masculino no pavimento 1 e ocorre de forma semelhante em 27 posições.

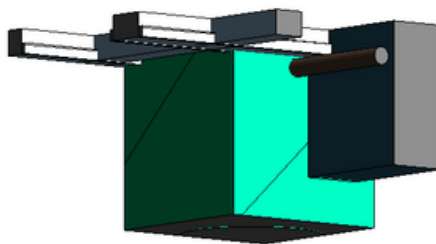
### Quantidade:

Tipo de Conflito	Quantidade
Tubulação x Bloco de Fundação	27

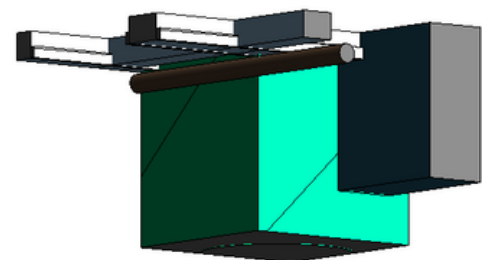
### Solução Sugerida:

A solução sugerida para essa interferência é de mudar a rota da tubulação para desviar do Bloco. No caso de exemplo, foi movido 50 cm, como mostra a imagem.

ANTES:



DEPOIS:



# INTERFERÊNCIA 04

# Tubulação x Bloco

LOCALIZAÇÕES: ●

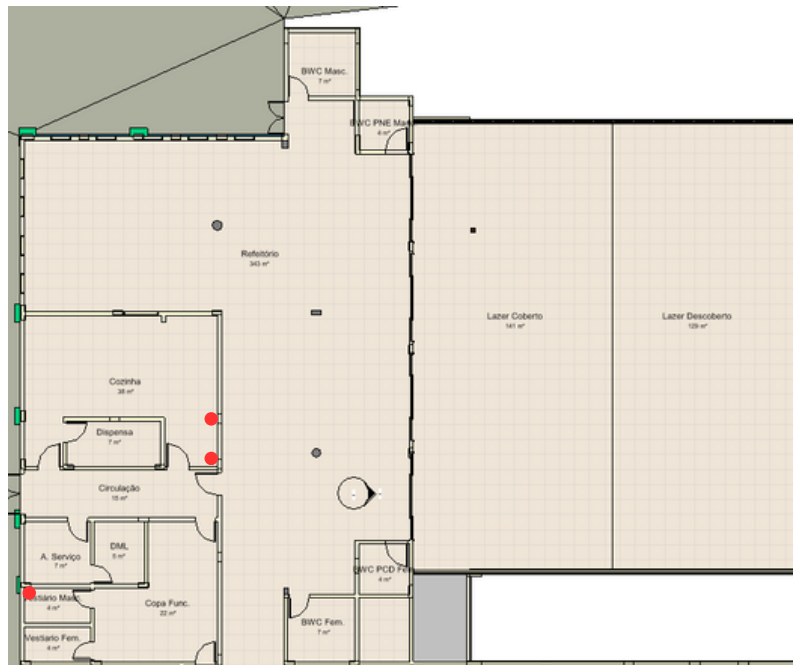
# de fundação

## PAVIMENTO 1

## PAVIMENTO 2



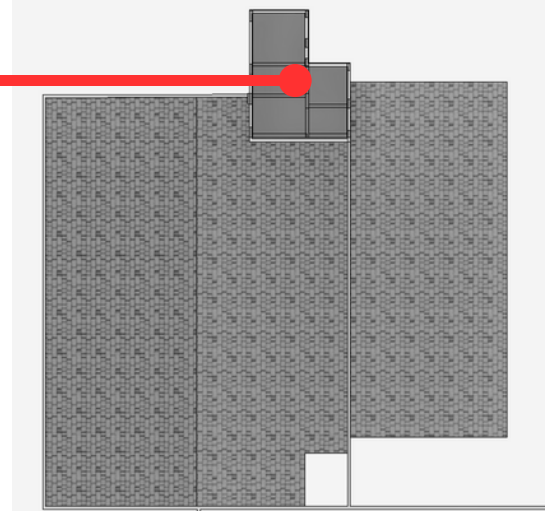
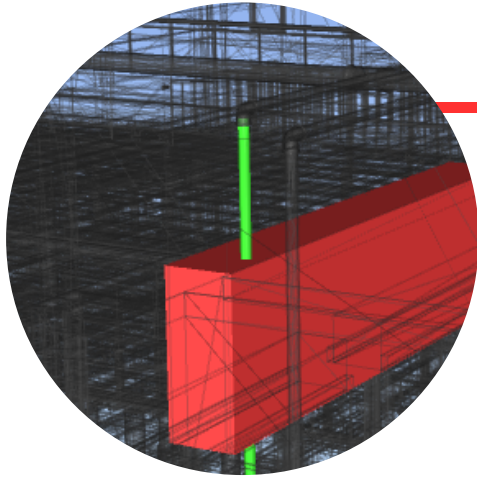
## PAVIMENTO 3



# INTERFERÊNCIA 05

LOCALIZAÇÃO:

Tubulação x Viga  
Atravessando na vertical  
PAVIMENTO 4 - BARRILETE



## Descrição:

Conflito entre Tubulação e viga atravessando pela vertical. A imagem de exemplo é no barrilete no pavimento 4 e ocorre de forma semelhante em 12 posições.

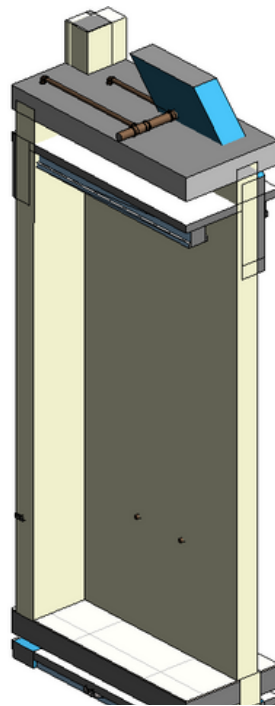
## Quantidade:

Tipo de Conflito	Quantidade
Tubulação x Viga pela vertical	12

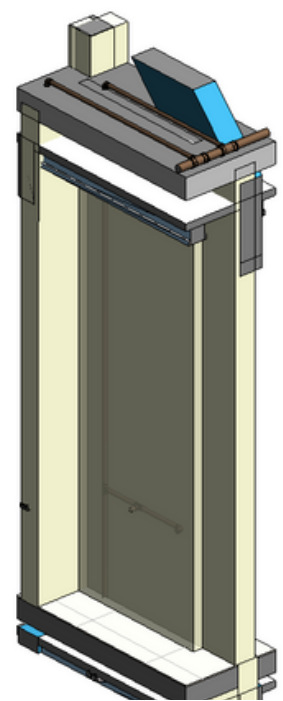
## Solução Sugerida:

Para esse tipo de interferência a sugestão é de desviar para descer o tubo rente a viga e adicionar uma alvenaria de enchimento para não ficar com a tubulação aparente.

ANTES:



DEPOIS:

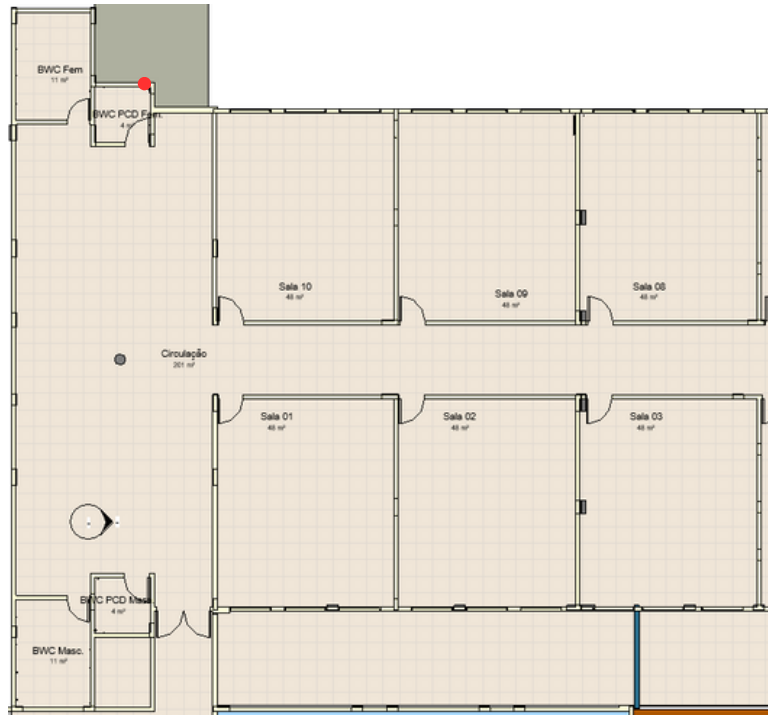


# INTERFERÊNCIA 05

Tubulação x Viga  
Atravessando na vertical

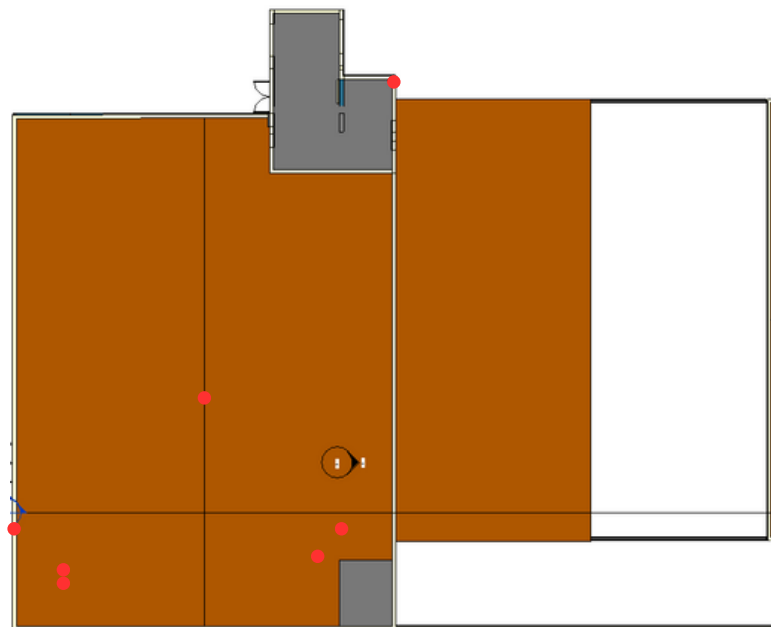
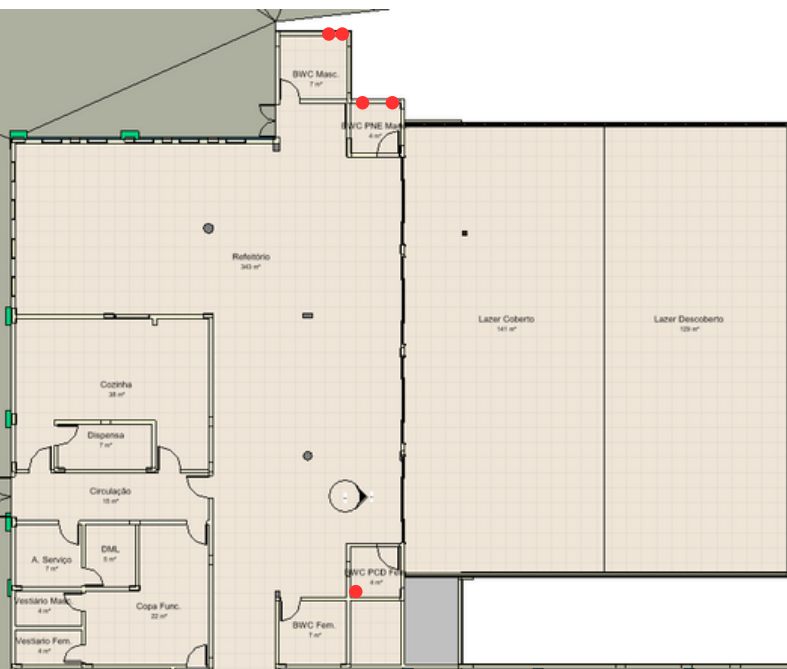
LOCALIZAÇÕES: ●

## PAVIMENTO 2



## PAVIMENTO 3

## PAVIMENTO 4

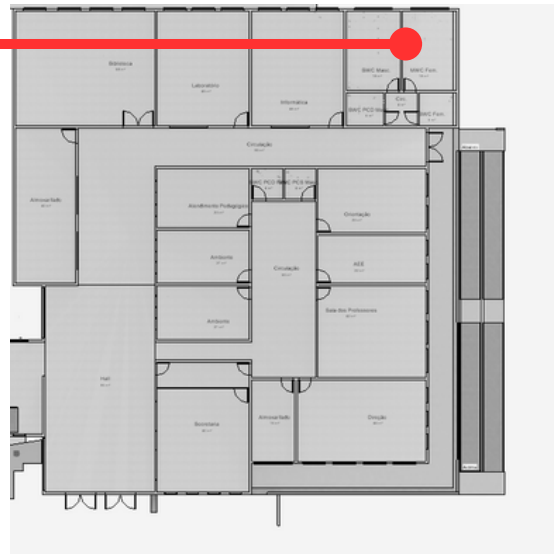
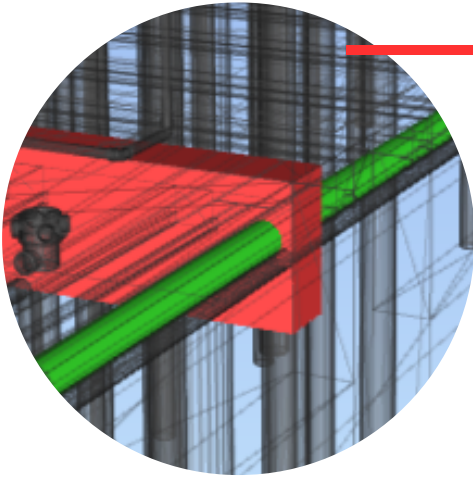


# INTERFERÊNCIA 06

## Tubulação x Viga Extremidade

### LOCALIZAÇÃO:

### PAVIMENTO 1 - BWC MASCULINO



### Descrição:

Conflito entre Tubulação e viga atravessando próximo da extremidade, o que pode comprometer a estrutura. A imagem de exemplo é no BWC Masculino no pavimento 1 e ocorre de forma semelhante em 11 posições.

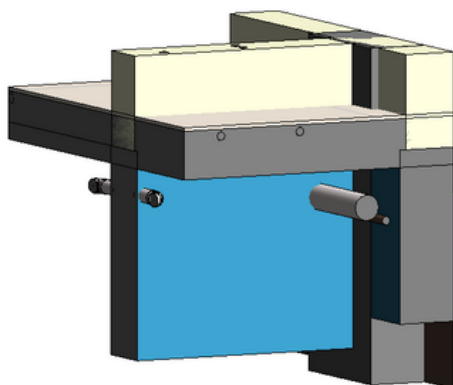
### Quantidade:

Tipo de Conflito	Quantidade
Tubulação x Viga (deslocamento e Passagem)	11

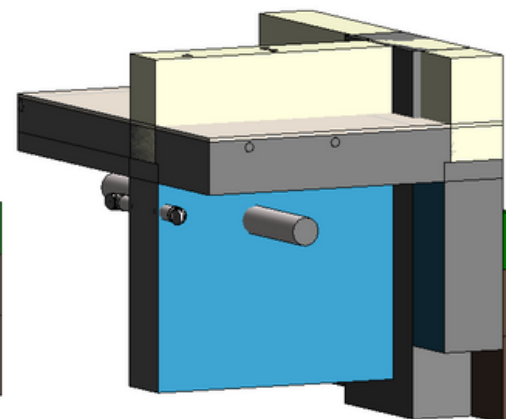
### Solução Sugerida:

Para esse tipo de interferência a sugestão é de desviar da viga de forma que fique rente à ela e adicionar uma alvenaria de enchimento para não ficar com a tubulação aparente.

#### ANTES:



#### DEPOIS:



# INTERFERÊNCIA 06

# Tubulação x Viga Extremidade

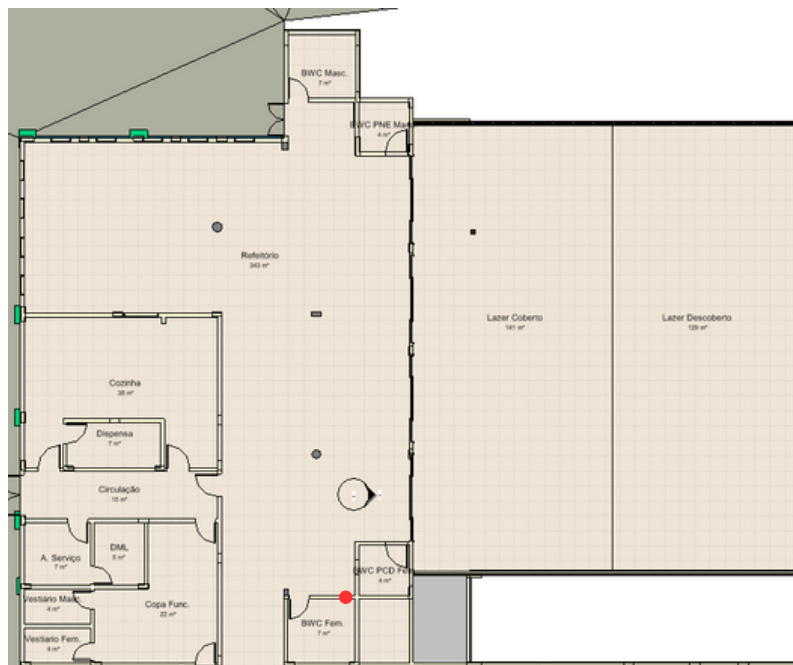
LOCALIZAÇÕES: ●

## PAVIMENTO 1

## PAVIMENTO 2



## PAVIMENTO 3

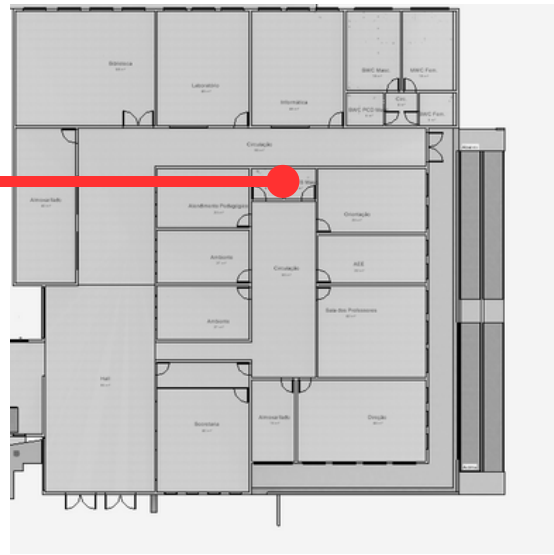
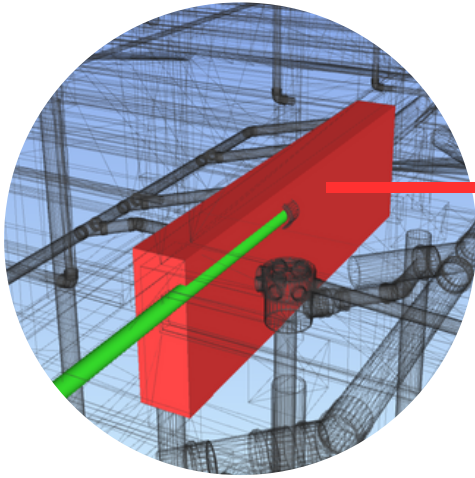


# INTERFERÊNCIA 07

# Tubulação x Viga

**LOCALIZAÇÃO:**

**PAVIMENTO 1 - BWC MASCULINO**



## Descrição:

Conflito entre Tubulação e viga atravessando próximo da extremidade, o que pode comprometer a estrutura. A imagem de exemplo é no BWC no pavimento 1 e ocorre de forma semelhante em 31 posições.

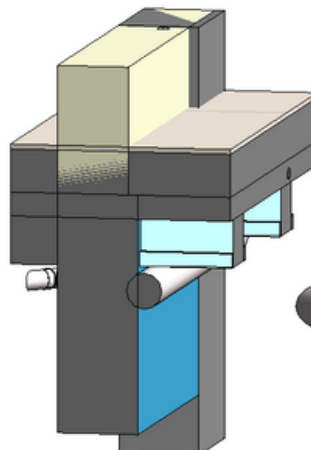
## Quantidade:

Tipo de Conflito	Quantidade
Tubulação x Viga (deslocamento)	31

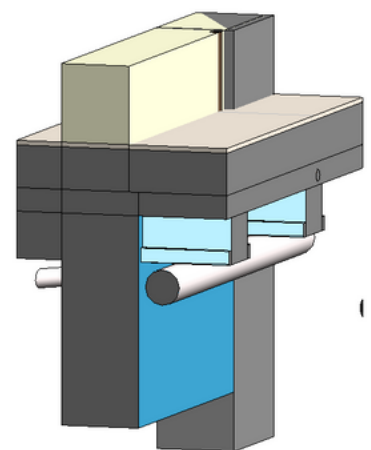
## Solução Sugerida:

Para esse tipo de interferência a sugestão é de deslocar a tubulação de forma que fique rente à viga. No exemplo, foi deslocado 5cm.

**ANTES:**



**DEPOIS:**



# INTERFERÊNCIA 07

# Tubulação x Viga

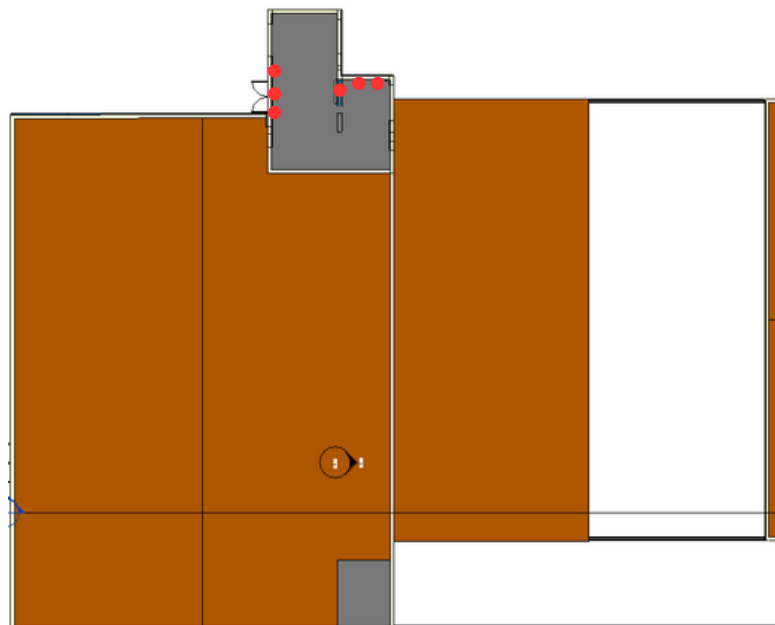
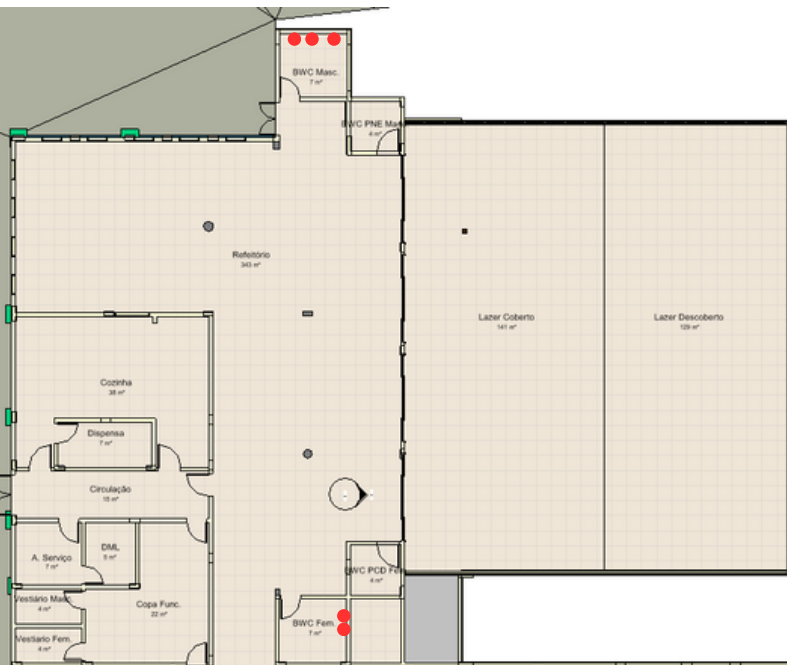
LOCALIZAÇÕES: ●

## PAVIMENTO 1



## PAVIMENTO 3

## PAVIMENTO 4

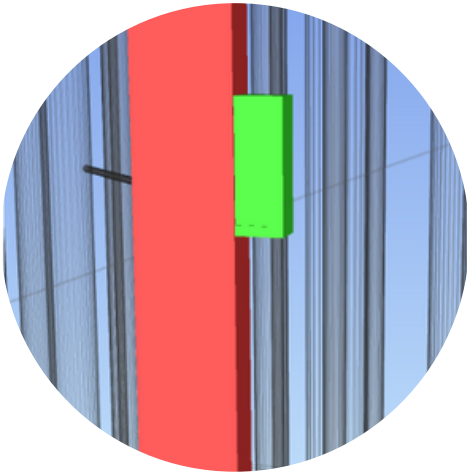


**ELÉTRICO**  
**X**  
**ESTRUTURAL**

# INTERFERÊNCIA 01 Quadro Distribuição x Pilar

LOCALIZAÇÃO:

PAVIMENTO 2 - Circulação rampa



## Descrição:

Conflito entre o quadro de distribuição e o pilar, localizada na circulação do pavimento 2 e ocorre de forma semelhante em mais uma posição. O Quadro de distribuição foi colocado em um mesmo local que o pilar, impossibilitando a instalação do quadro de distribuição de forma adequada.

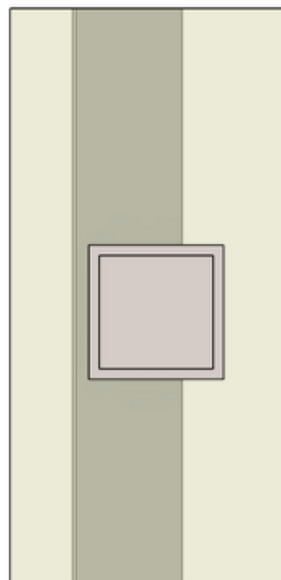
## Quantidade:

Tipo de Conflito	Quantidade
Quadro distribuição x pilar	02

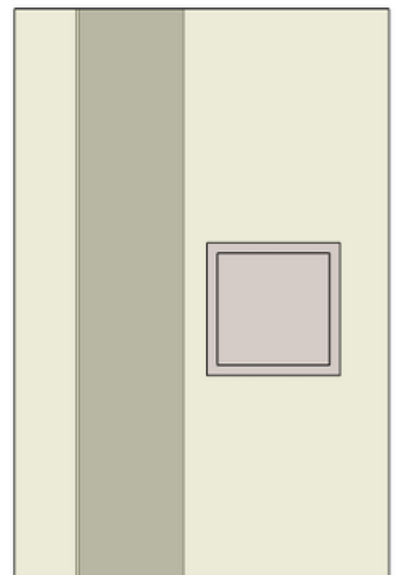
## Solução Sugerida:

A solução sugerida, deslocar o quadro de distribuição lateralmente. O ajuste de 30 cm foi suficiente para ajustar o projeto.

ANTES:



DEPOIS:



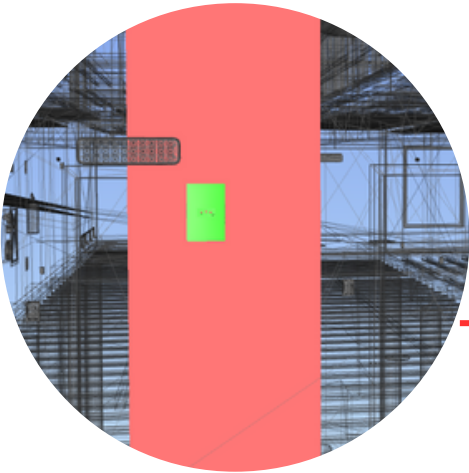


# INTERFERÊNCIA 02

Tomada x Pilar

LOCALIZAÇÃO:

PAVIMENTO 2 - Circulação rampa



## Descrição:

Conflito entre a tomada e o pilar, localizada na circulação do pavimento 2 e ocorre de forma semelhante em 23 posições. O pilar foi colocada em um local onde havia uma Tomada. Impossibilitando a instalação da tomada de forma adequada.

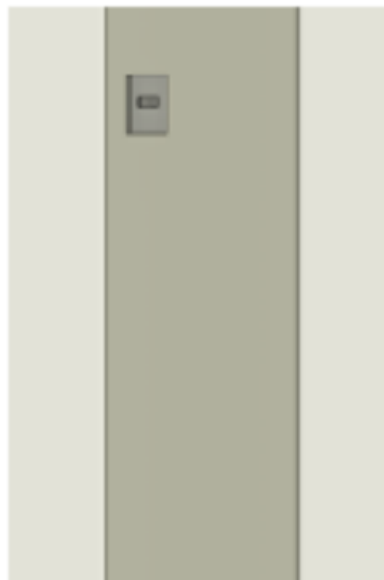
## Quantidade:

Tipo de Conflito	Quantidade
Tomada x pilar	24

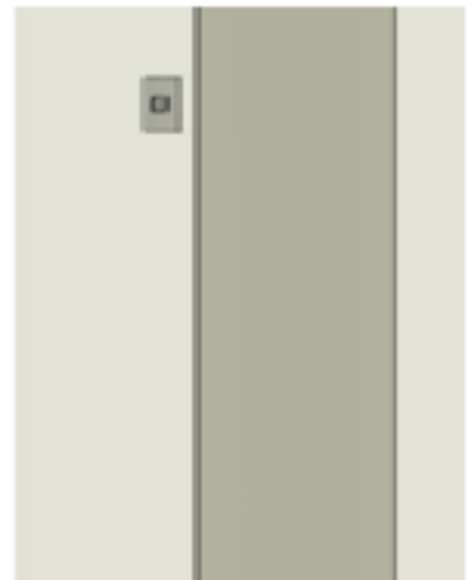
## Solução Sugerida:

A solução sugerida, é ajustar a localização da tomada lateralmente. Deslocou-se 15 cm a tomada para o lado, não conflitando mais com o pilar.

ANTES:

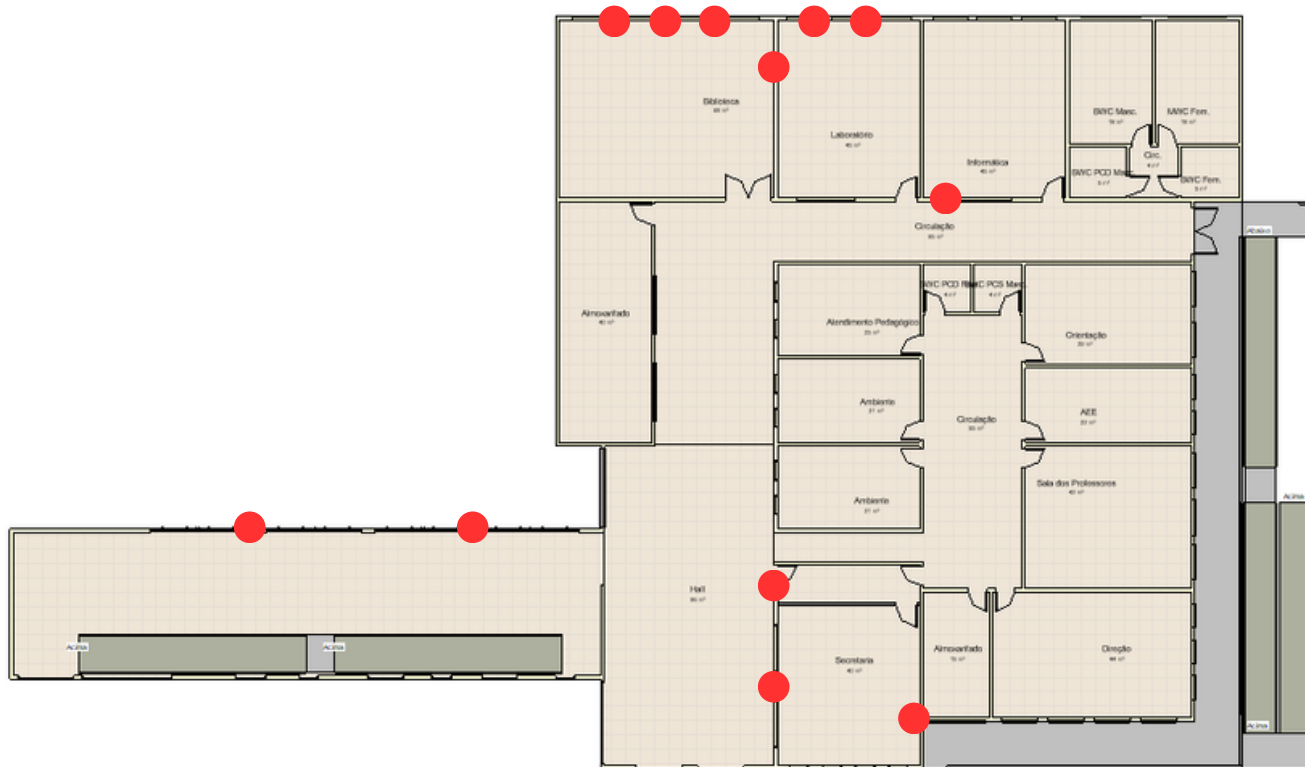


DEPOIS:

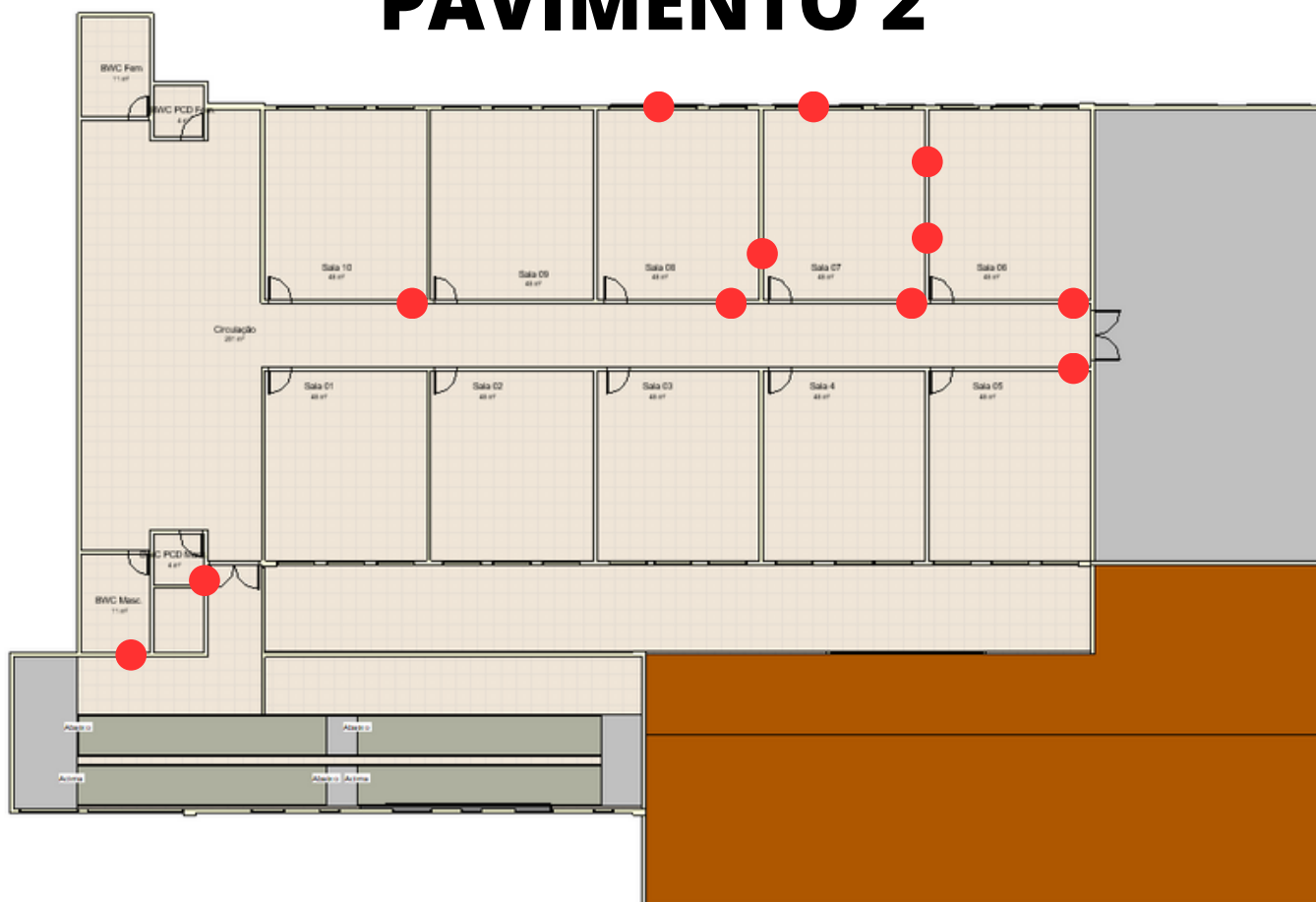


LOCALIZAÇÕES: ●

## PAVIMENTO 1



## PAVIMENTO 2

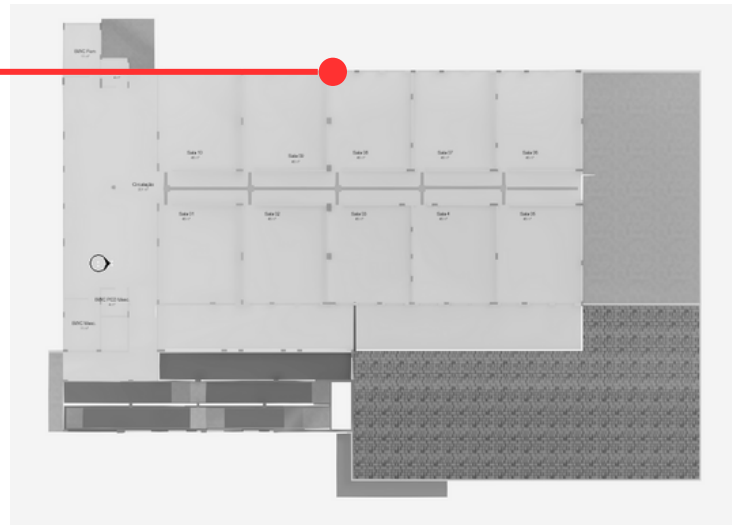
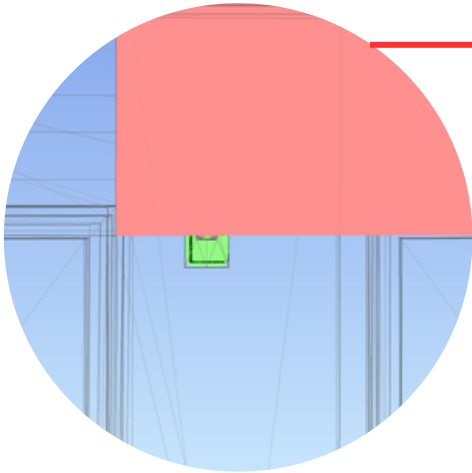


# INTERFERÊNCIA 03

Ponto de força x Viga

LOCALIZAÇÃO:

PAVIMENTO 2 - Sala de aula 08



## Descrição:

Conflito entre o ponto de energia e a viga na sala 08 do pavimento 2 e ocorre de forma semelhante em 15 posições. O ponto de energia foi instalado a uma altura de 250 cm, o que está em conflito com a viga, impossibilitando uma instalação adequada do ponto.

## Quantidade:

Tipo de Conflito	Quantidade
Ponto de força x viga	16

## Solução Sugerida:

A solução sugerida, é ajustar a localização do ponto de força. Ajustou-se sua altura de 250 cm para 235 cm.

ANTES:



DEPOIS:



# INTERFERÊNCIA 03

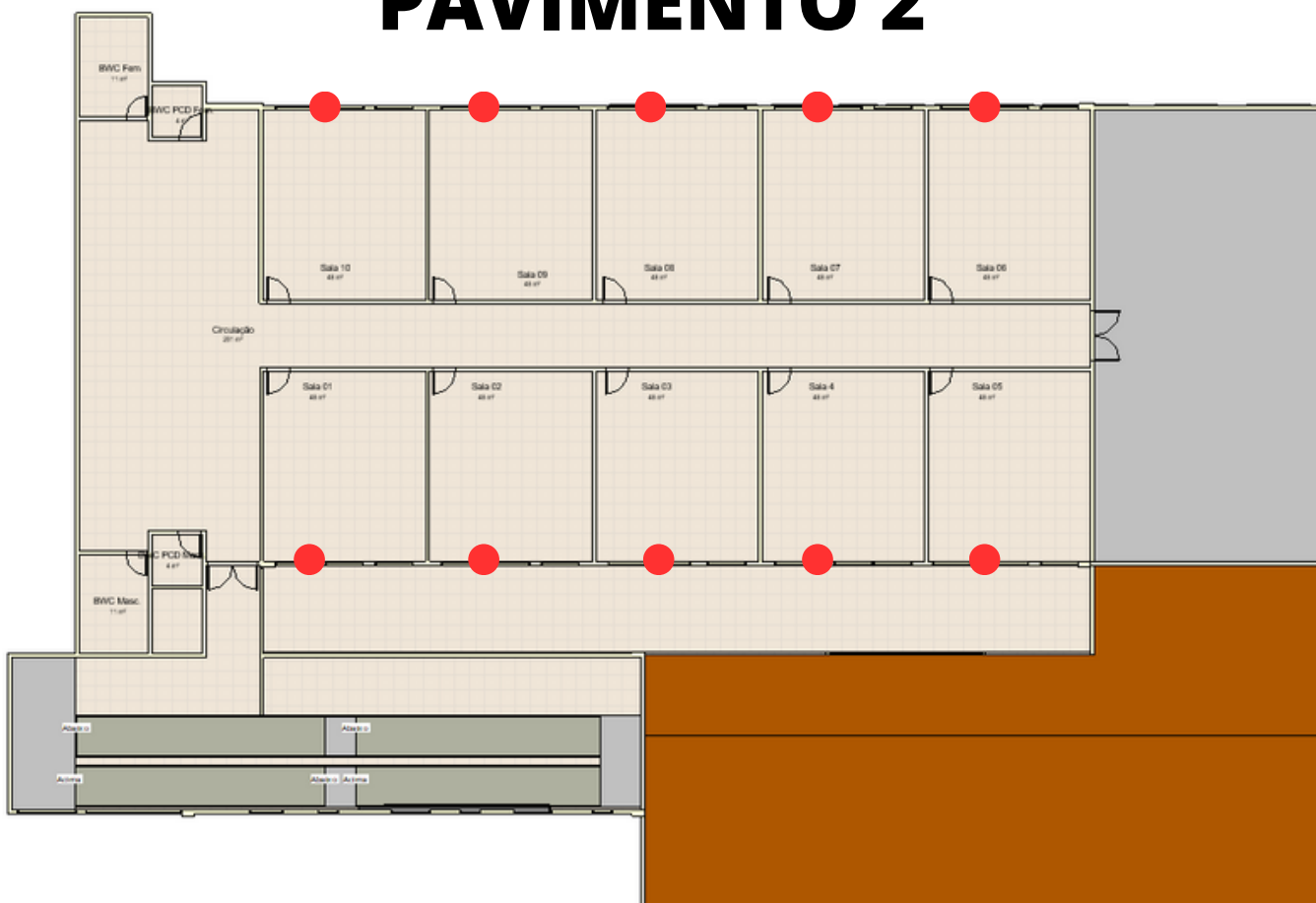
Ponto de força x Viga

LOCALIZAÇÕES: ●

## PAVIMENTO 1



## PAVIMENTO 2

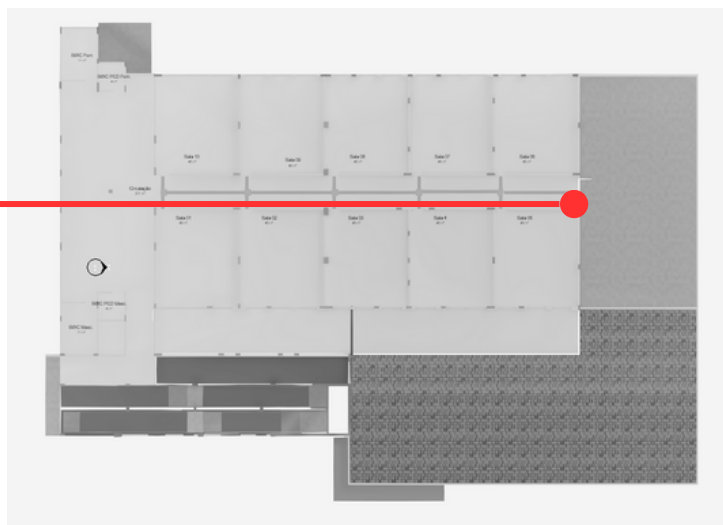
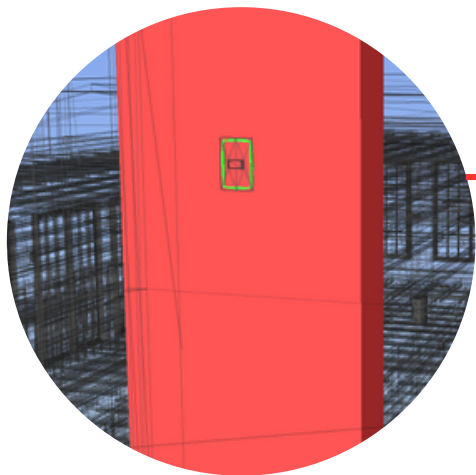


# INTERFERÊNCIA 04

Interruptor x Pilar

LOCALIZAÇÃO:

PAVIMENTO 2 - Circulação



## Descrição:

Conflito entre o interruptor e o pilar na circulação do pavimento 2. O interruptor foi colocado em conflito com o pilar, impossibilitando uma instalação adequada do mesmo.

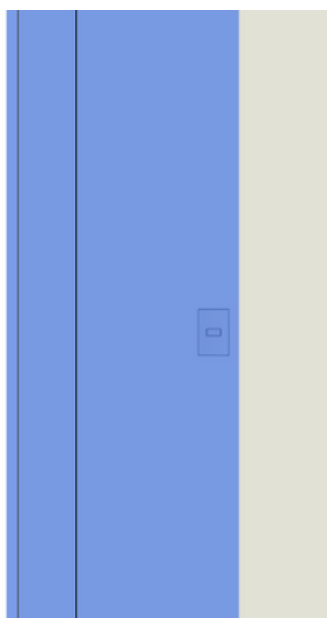
## Quantidade:

Tipo de Conflito	Quantidade
Interruptor x pilar	01

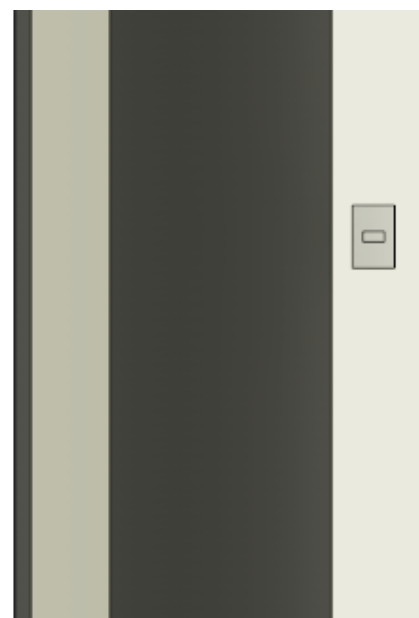
## Solução Sugerida:

A solução sugerida, é ajustar a localização do interruptor lateralmente. Deslocou-se 15 cm o interruptor para o lado, não conflitando mais com o pilar.

ANTES:



DEPOIS:



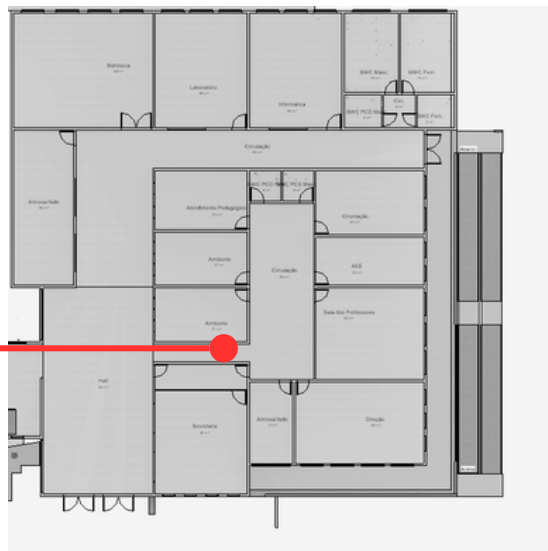
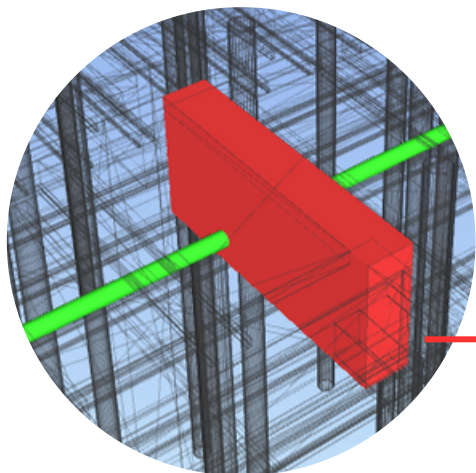
**PPCI  
X  
ESTRUTURAL**

# INTERFERÊNCIA 01

Tubulação x Viga

LOCALIZAÇÃO:

PAVIMENTO 1 - Circulação



## Descrição:

Conflito entre Tubulação e Viga, a tubulação atravessa a viga sem forma aparente de desvio, a imagem de exemplo é na circulação no pavimento 1 e ocorre de forma semelhante em 07 posições.

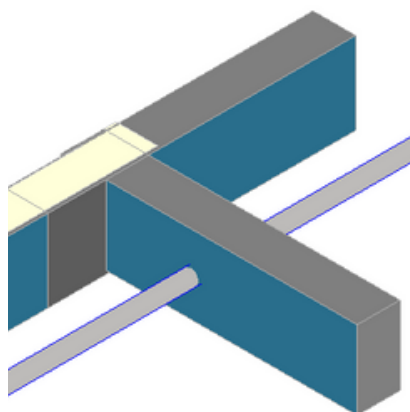
## Quantidade:

Tipo de Conflito	Quantidade
Tubulação x viga	07

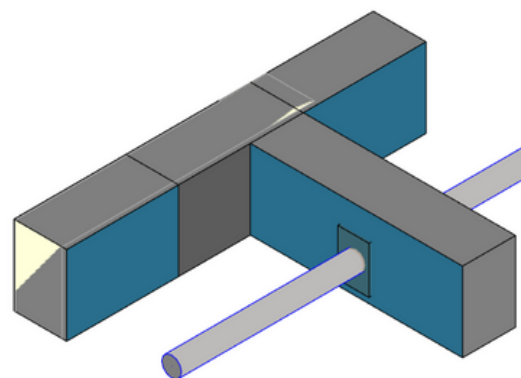
## Solução Sugerida:

A solução sugerida é da criação de um projeto de passagens. A ausência deste projeto, causaria a necessidade de executar furos na estrutura após concretado, acarretando em uma maior valor, e podendo comprometer a estrutura, ao furar uma armadura, por exemplo.

ANTES:



DEPOIS:

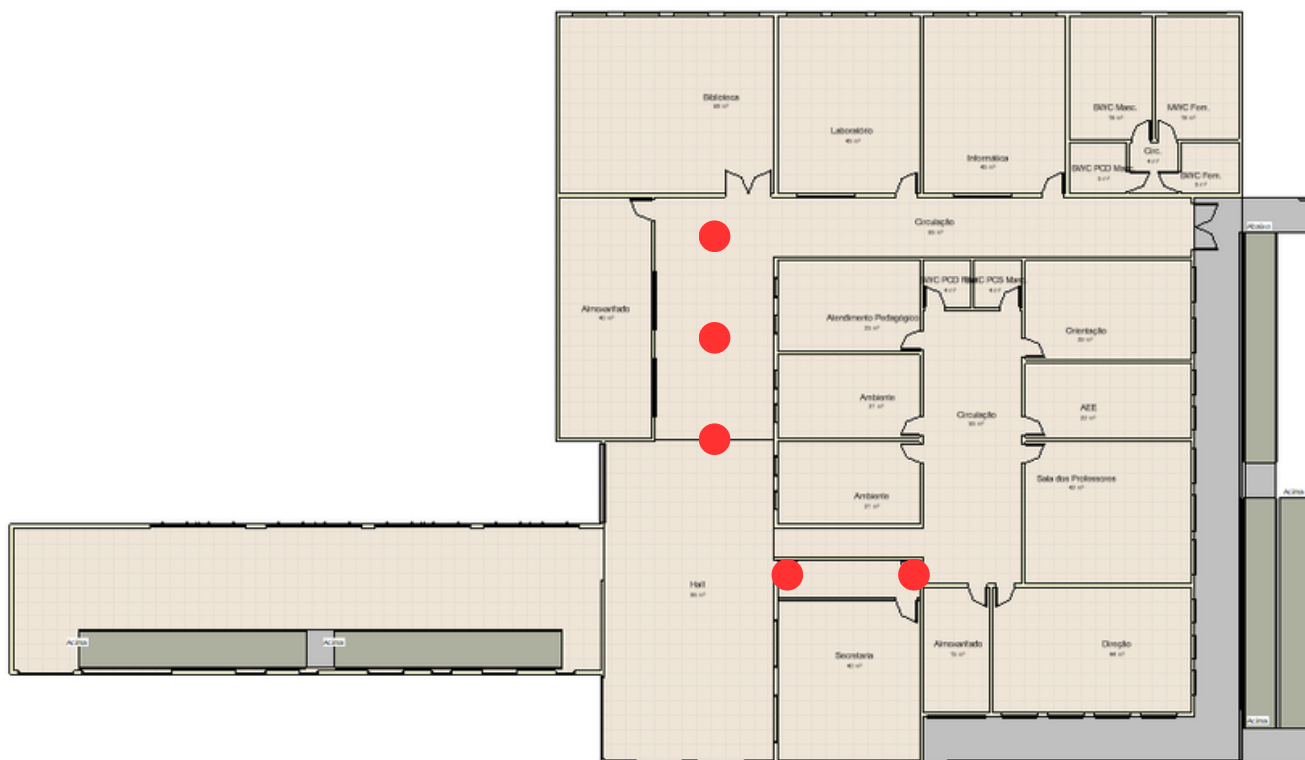


# INTERFERÊNCIA 01

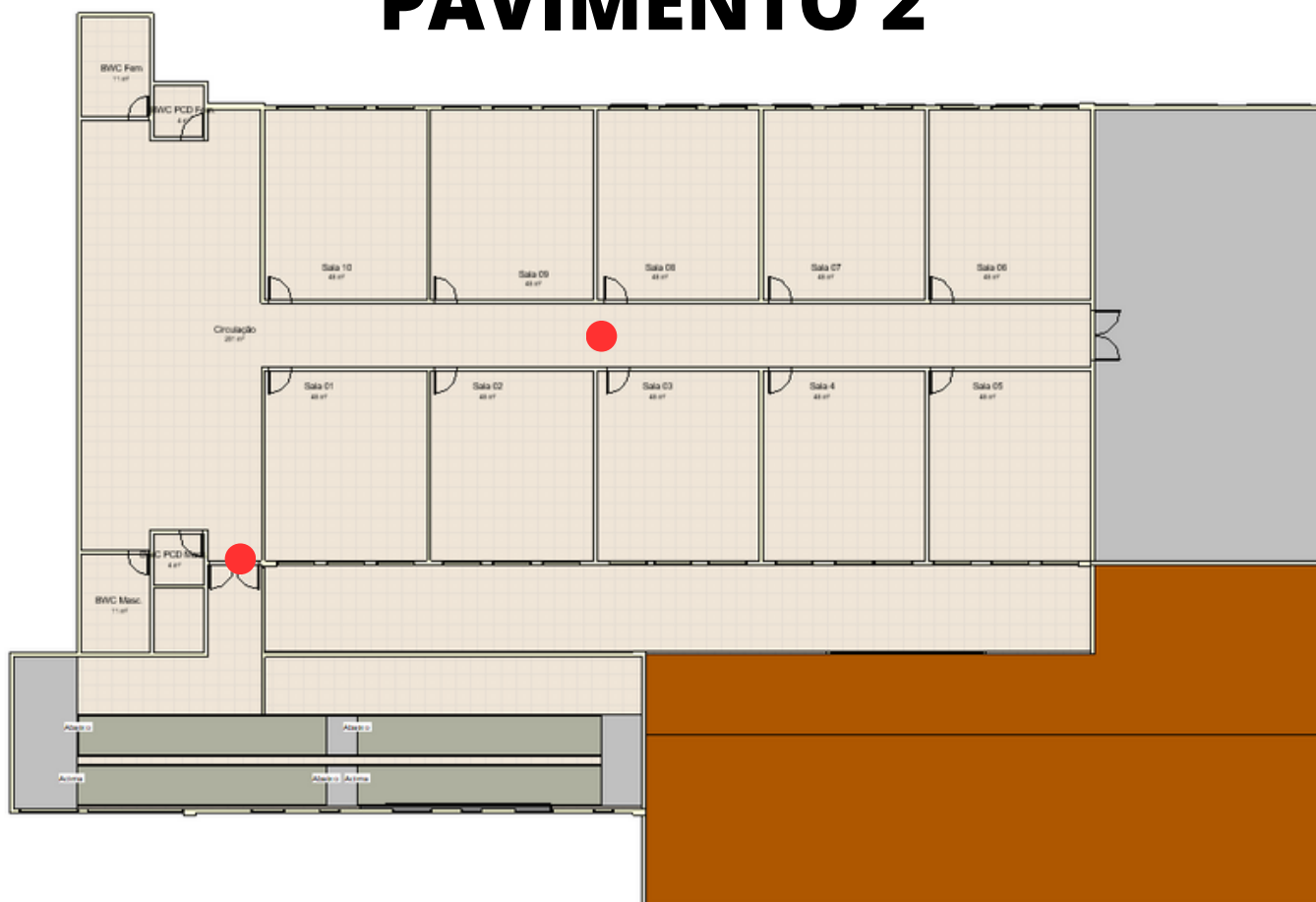
# Tubulação x Viga

LOCALIZAÇÕES: ●

## PAVIMENTO 1



## PAVIMENTO 2

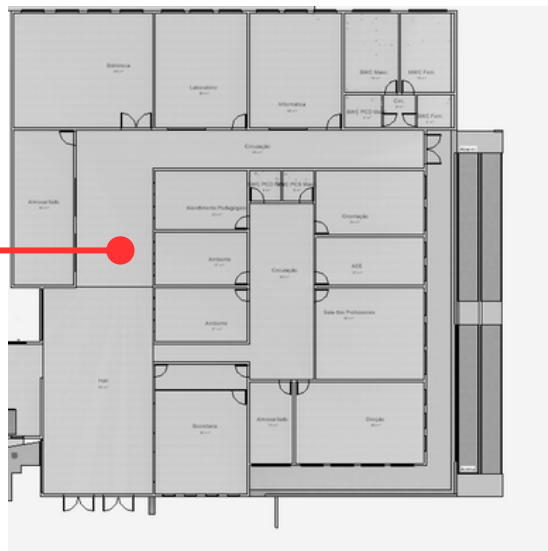
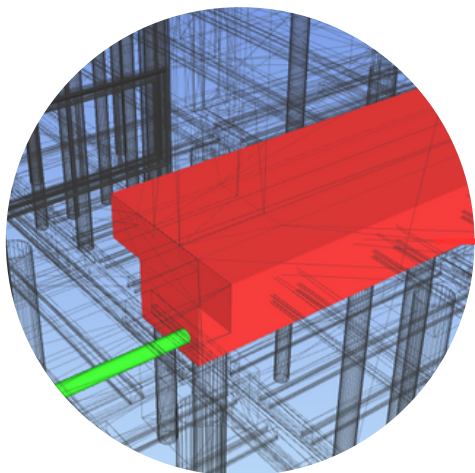


# INTERFERÊNCIA 02

## Tubulação x Viga

LOCALIZAÇÃO:

PAVIMENTO 1 - Circulação



### Descrição:

Conflito entre Tubulação e Viga, a tubulação tem a mesma rota que a viga, a imagem de exemplo é na circulação no pavimento 1.

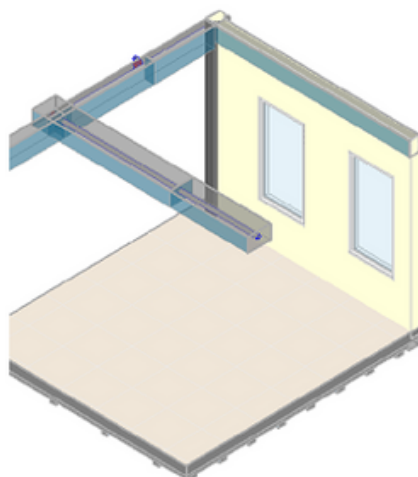
### Quantidade:

Tipo de Conflito	Quantidade
Tubulação x viga	01

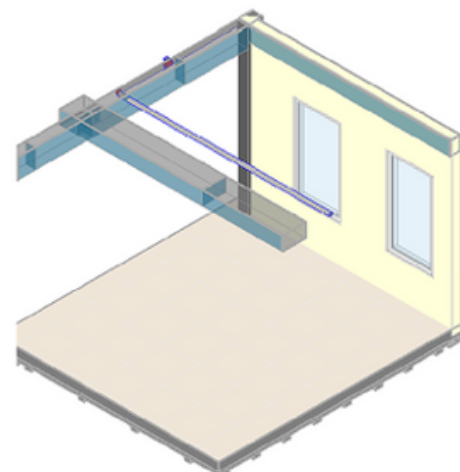
### Solução Sugerida:

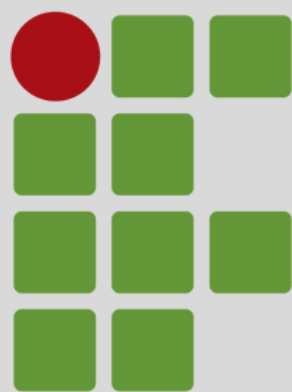
A solução sugerida é deslocar a tubulação para a lateral da viga. É necessário deslocar a tubulação 15 cm lateralmente para fora da viga.

ANTES:

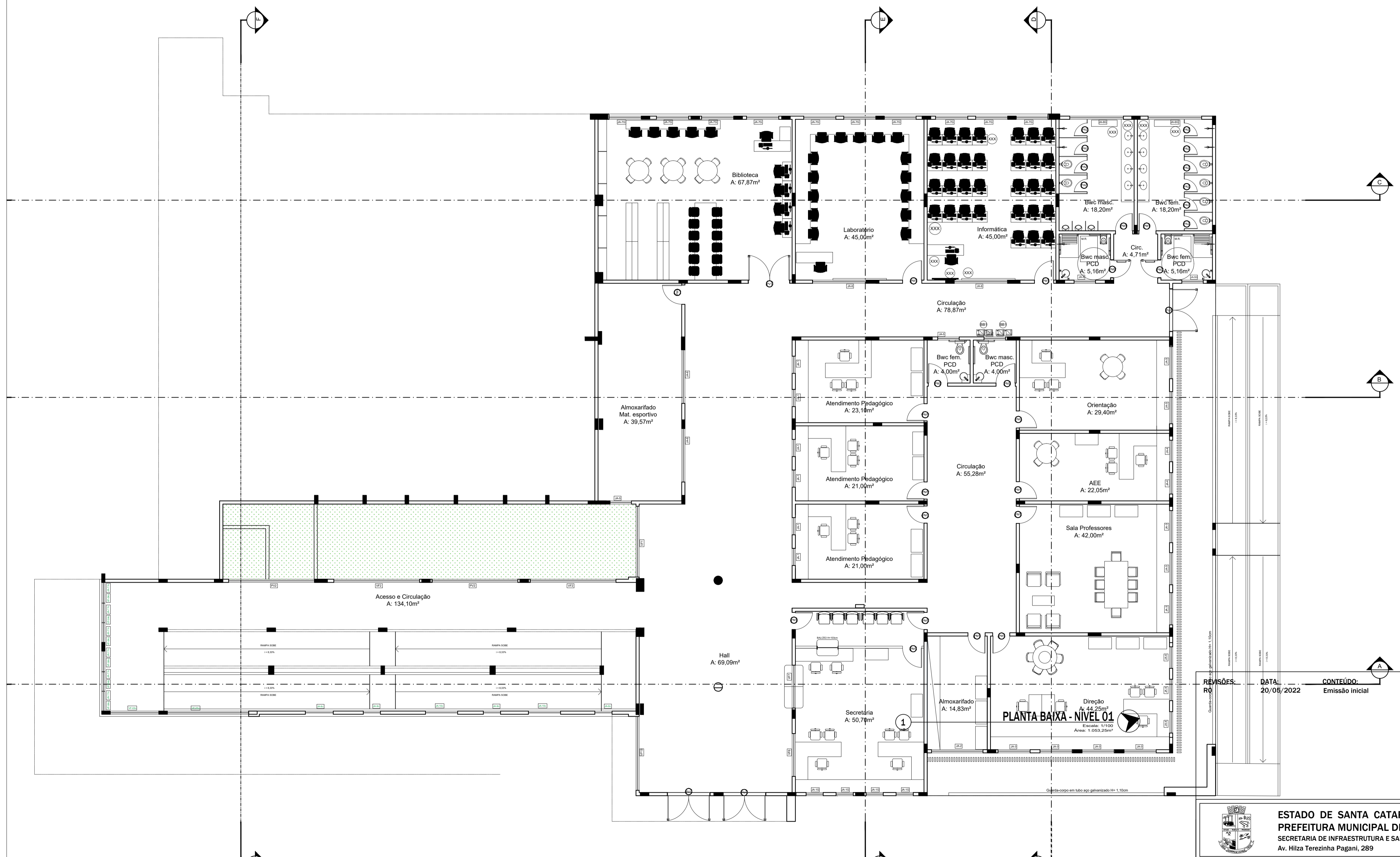


DEPOIS:





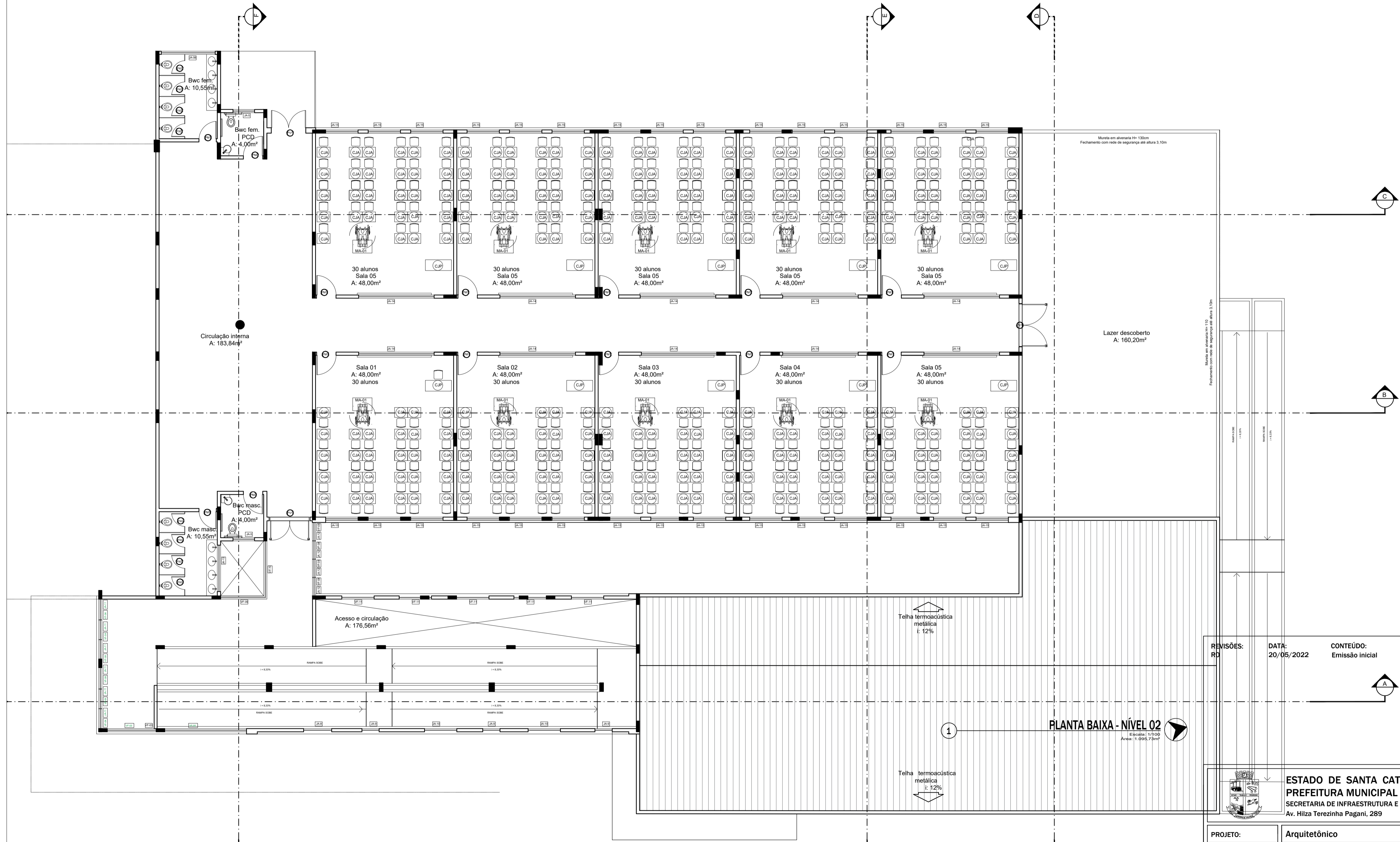
**INSTITUTO  
FEDERAL**  
Santa Catarina



REVISÕES: DATA: 20/05/2022 CONTEÚDO: Emissão inicial

**PLANTA BAIXA - NÍVEL 01**  
 Circulação: 78,87m²  
 Área: 1.953,25m²

 <b>ESTADO DE SANTA CATARINA</b> <b>PREFEITURA MUNICIPAL DE PALHOÇA</b> SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E SANEAMENTO Av. Hilza Terezinha Pagani, 289			
PROJETO:	Arquitetônico		
OBRA:	Construção de Escola Jardins		
ENDEREÇO:	R. Lídio Dorval da Silva, Lot. Jardins - Palhoça/SC		
RESPONSÁVEL TÉCNICO PROJETO:	THIAGO BERNARDES CAU/SC A100767-0 Matric 3745700-1		
CONTEÚDO:	Planta baixa - nível 01		
DATA: Maio/2022	ÁREA TOTAL: Indicada	ESCALA: Indicada	PRANCHA: 01/01
		DESENHO: Dpto. técnico	

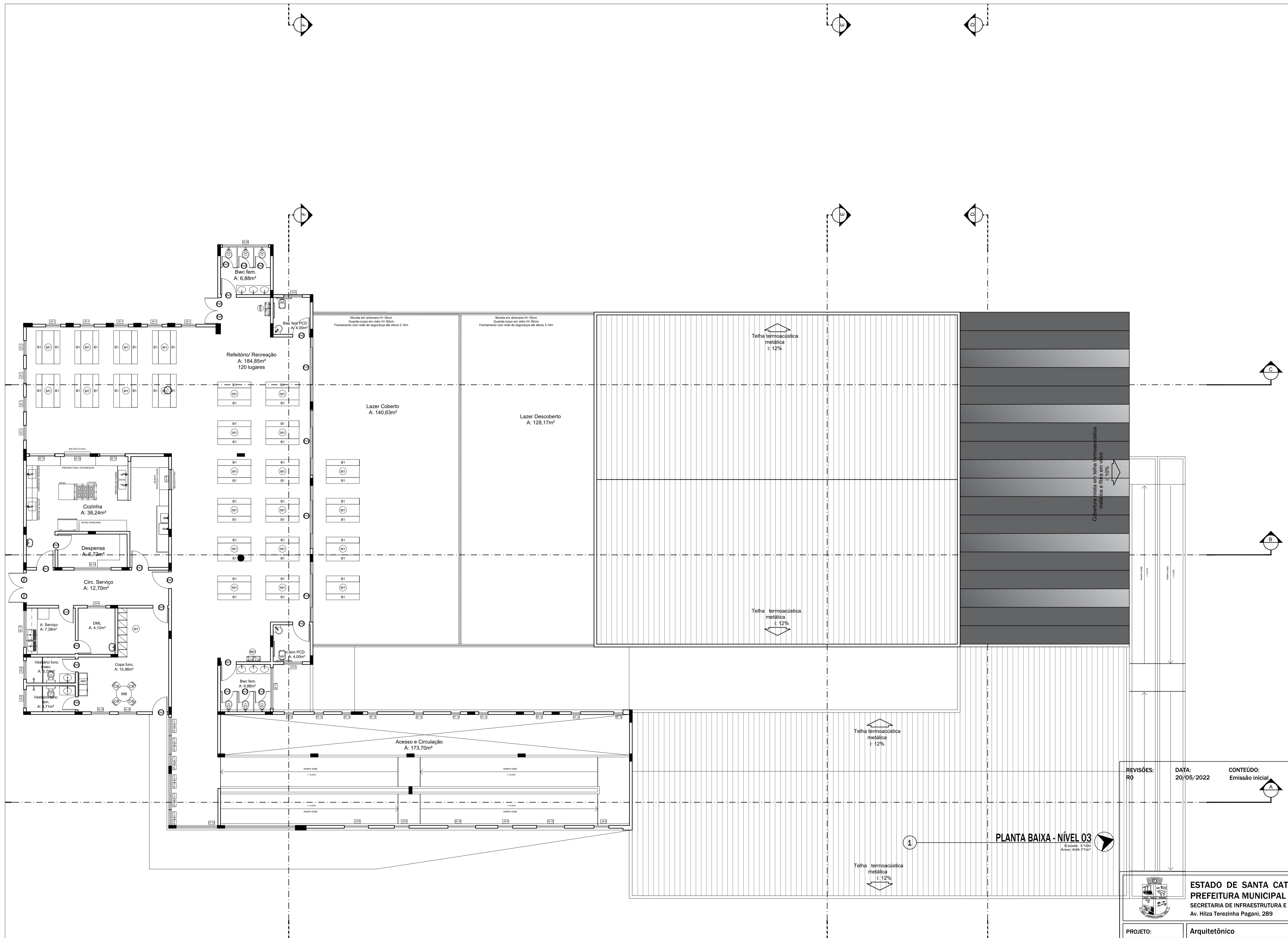


**PLANTA BAIXA - NÍVEL 02**  
Escala: 1/7500  
Área: 1.095,79m²

REVISÕES: DATA: CONTEÚDO:  
R0 20/05/2022 Emissão inicial

**ESTADO DE SANTA CATARINA**  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALHOÇA**  
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E SANEAMENTO  
Av. Hilza Terezinha Pagani, 289

PROJETO:	Arquitetônico		
OBRA:	Construção de Escola Jardins		
ENDEREÇO:	R. Lídio Dorval da Silva, Lot. Jardins - Palhoça/SC		
RESPONSÁVEL TÉCNICO PROJETO:	THIAGO BERNARDES CAU/SC A100767-0 Matric 3745700-1		
CONTEÚDO:	Planta baixa - nível 02		
DATA: Maio/2022	ÁREA TOTAL: Indicada	DESENHO: Dpto. técnico	PRANCHA: 01/01



**PLANTA BAIXA - NÍVEL 03**  
 Escala: 1/100  
 Área: 646,77m²

REVISÕES: R0	DATA: 20/05/2022	CONTEÚDO: Emissão inicial
-----------------	---------------------	------------------------------

**ESTADO DE SANTA CATARINA**  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALHOÇA**  
 SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E SANEAMENTO  
 Av. Hilza Terezinha Pagani, 289

PROJETO:	Arquitetônico		
OBRA:	Construção de Escola Jardins		
ENDEREÇO:	R. Lídio Dorval da Silva, Lot. Jardins - Palhoça/SC		
RESPONSÁVEL TÉCNICO PROJETO:	<b>THIAGO BERNARDES</b> CAU/SC A100767-0 Matric 3745700-1		
CONTEÚDO:	Planta baixa - nível 03		
DATA: Maio/2022	ÁREA TOTAL: Indicada	ESCALA: Indicada	PRANCHA: 01/01