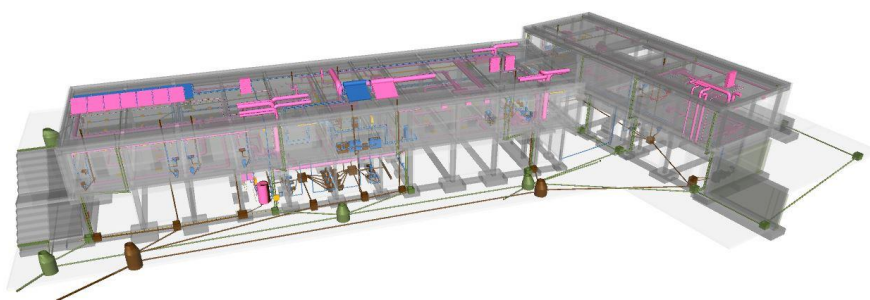




INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Civil



Análise da compatibilidade entre projetos de especialidades com recurso ao *BIM*

RICARDO JORGE ALMEIDA SIMÕES

(Licenciado em Engenharia Civil)

Trabalho de Projeto para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, na área de especialização de edificações

Orientador:

Especialista João António Antunes Hormigo (ISEL)

Júri:

Presidente:

Doutor Filipe Manuel Vaz Pinto Almeida Vasques

Vogais:

Doutor Pedro Miguel Soares Raposeiro da Silva

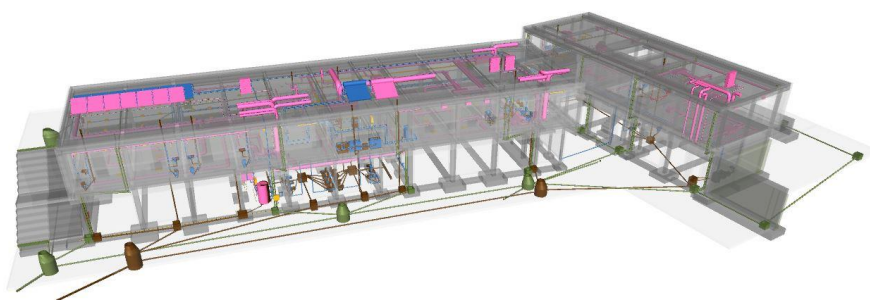
Especialista João António Antunes Hormigo

Junho 2018



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Civil



Análise da compatibilidade entre projetos de especialidades com recurso ao *BIM*

RICARDO JORGE ALMEIDA SIMÕES

(Licenciado em Engenharia Civil)

Trabalho de Projeto para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, na área de especialização de edificações

Orientador:

Especialista João António Antunes Hormigo (ISEL)

Júri:

Presidente:

Doutor Filipe Manuel Vaz Pinto Almeida Vasques

Vogais:

Doutor Pedro Miguel Soares Raposeiro da Silva

Especialista João António Antunes Hormigo

Junho 2018

AGRADECIMENTOS

No seu livro *The Light in the Heart*, Roy T. Bennett escreveu: “*Great things happen to those who don't stop believing, trying, learning and being grateful.*”

Dessa forma, e porque esta é uma filosofia de vida pela qual me rejo, quero agradecer a todos os que me apoiaram nesta etapa e que contribuíram para que este feito fosse possível, desde familiares, amigos, companheiros de profissão e professores.

Quero também deixar um obrigado a quem me acompanhou durante as diferentes fases da elaboração do presente Trabalho Final de Mestrado, incluindo nas formações extracurriculares, e que de certa forma contribuiu, através da partilha de experiências e de conhecimentos, para a valorização deste Trabalho e do meu crescimento pessoal.

Por fim, e não menos importante, gostaria também de agradecer a todas as pessoas e entidades que tiveram um papel preponderante no empreendimento que serve como Caso de Estudo deste Trabalho Final de Mestrado, e que por isso permitiram o seu desenvolvimento. Em especial, à Câmara Municipal de Cascais e à sua equipa nomeada para a fiscalização da empreitada referente à Sede do Parede Foot-Ball Club, assim como a equipa de projetistas que me apoiaram e colaboraram sempre que possível, fornecendo toda a informação e concedendo os esclarecimentos necessários.

RESUMO

Com a crescente preocupação relativamente à qualidade e objetividade na execução de empreitadas, na procura de uma melhoria da produtividade e de tornar a fase de conceção de projetos cada vez mais eficiente, desenvolveu-se um conceito baseado na criação de protótipos virtuais.

Foi nestas condições que surgiu o *Building Information Modeling (BIM)*, uma metodologia que pretende simular a construção real num modelo virtual, capaz de acompanhar a utilização de determinado empreendimento ao longo das diferentes fases do seu ciclo de vida. Com base em tecnologia, processos e políticas, tem como princípio a partilha de informação entre as diferentes partes interessadas, como a equipa de projetistas, o dono de obra e empreiteiros, com o objetivo de aprimorar o detalhe e de solucionar, ainda na fase de conceção, problemas que poderiam ser detetados ou surgir em obra.

O que se pretende com este Trabalho Final de Mestrado é analisar a compatibilidade dos projetos de várias especialidades de um edifício, examinando elementos como a arquitetura, a estrutura, equipamentos de iluminação, redes de águas e esgotos, sistemas de climatização e ventilação, rede de combate a incêndio e rede de gás natural, recorrendo a modelos virtuais. No caso de serem detetadas incompatibilidades, são apresentadas possíveis soluções que permitam a sua resolução.

A modelação das especialidades foi desenvolvida com recurso ao *Revit*, sendo que para a análise de incompatibilidades foi utilizado o *Navisworks*, ambos *softwares* da *Autodesk*. A escolha da utilização destes programas deveu-se à facilidade na obtenção de licenças para estudantes.

Palavras-chave: BIM, *Revit*, *Navisworks*, *Clash Detective*, PFC, Revisão de Projeto, Compatibilização, Especialidades

ABSTRACT

With the growing concern about quality and objectivity in the contract's execution, seeking to improve productivity and in order to make more effective the projects' design phase, it was developed a concept based on the creation of virtual prototypes.

It was under these conditions that Building Information Modeling emerged, a methodology that pretends to simulate real construction in a virtual model, able to keep up with an enterprise's use throughout the different phases of its life cycle. Based on technology, processes and policies, it has as principle the information's sharing among different stakeholders, such as the designers' team, developer and contractors, with the goal of improving the quality of the final product and to solve, still in the design phase, problems which could be detected or occur on site.

The purpose of this Final Master's Work is to analyze the compatibility of several projects' specialties of a building, examining elements such as architecture, structure, lighting equipment, water and sewage networks, air conditioning and ventilation systems, firefighting and natural gas network, through virtual models. In case incompatibilities are detected, possible solutions are presented that allow their resolution.

The project's modeling was developed using *Revit*, and in the analysis of incompatibilities it was used Navisworks, both *Autodesk's* software. The choice of using these programs was due to the ease to acquire student licenses.

Keywords: BIM, Revit, Navisworks, Clash Detective, PFC, Project Review, Compatibilization, Specialties

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	i
ÍNDICE DE TABELAS	iii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	v
SÍMBOLOS E ABREVIATURAS	vii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO	1
1.2. OBJETIVOS	3
1.3. ORGANIZAÇÃO	4
2. ESTUDO DE CASO	5
2.1. LOCALIZAÇÃO	5
2.2. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO	5
3. BUILDING INFORMATION MODELING	9
3.1. O CONCEITO <i>BIM</i>	9
3.1.1. NÍVEIS DE MATURIDADE	10
3.1.2. DIMENSÕES DO <i>BIM</i>	11
3.2. NORMALIZAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO	12
3.2.1. NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO	13
3.3. POTENCIALIDADES E DIFICULDADES	15
4. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA <i>BIM</i>	17
4.1. MODELAÇÃO DO EDIFÍCIO	17
4.1.1. METODOLOGIA	17
4.1.2. PROCESSO DE MODELAÇÃO	18
4.1.3. CARACTERIZAÇÃO DOS MODELOS	19
4.1.4. ERROS E OMISSÕES DE PROJETO	24
4.2. ESTUDO DE INCOMPATIBILIDADES ENTRE ESPECIALIDADES	26
4.2.1. METODOLOGIA	26
4.2.2. DETEÇÃO DE COLISÕES	28
4.2.3. CLASSIFICAÇÃO DE INCOMPATIBILIDADES	30
4.2.4. ANÁLISE DE POSSÍVEIS SOLUÇÕES	33
5. CONCLUSÕES	37
5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
5.2. CONSIDERAÇÕES FUTURAS	38

BIBLIOGRAFIA.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	40
ANEXOS	41
A.1 PEÇAS DESENHADAS	43
A.2 CONFRONTAÇÃO ENTRE MODELOS	55
A.2.1. ARQUITETURA E ESTABILIDADE.....	55
A.2.2. ARQUITETURA E ÁGUAS PREDIAIS	57
A.2.3. ARQUITETURA E ÁGUAS RESIDUAIS.....	57
A.2.4. ARQUITETURA E SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS	57
A.2.5. ARQUITETURA E AVAC	58
A.2.6. ARQUITETURA E ILUMINAÇÃO	58
A.2.7. ESTABILIDADE E ÁGUAS PREDIAIS	59
A.2.8. ESTABILIDADE E ÁGUAS RESIDUAIS.....	64
A.2.9. ESTABILIDADE E ÁGUAS PLUVIAIS.....	65
A.2.10. ESTABILIDADE E SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS	66
A.2.11. ESTABILIDADE E GÁS NATURAL	67
A.2.12. ESTABILIDADE E AVAC	67
A.2.13. ESTABILIDADE E ILUMINAÇÃO	73
A.2.14. ÁGUAS PREDIAIS E ÁGUAS RESIDUAIS.....	74
A.2.15. ÁGUAS PREDIAIS E ÁGUAS PLUVIAIS	76
A.2.16. ÁGUAS PREDIAIS E GÁS NATURAL.....	76
A.2.17. ÁGUAS PREDIAIS E AVAC	77
A.2.18. ÁGUAS RESIDUAIS E ÁGUAS PLUVIAIS.....	79
A.2.19. ÁGUAS RESIDUAIS E GÁS NATURAL	80
A.2.20. ÁGUAS RESIDUAIS E AVAC.....	81
A.2.21. ÁGUAS PLUVIAIS E SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS	82
A.2.22. ÁGUAS PLUVIAIS E GÁS NATURAL	82
A.2.23. ÁGUAS PLUVIAIS E AVAC	83
A.2.24. SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS E AVAC	84
A.2.25. AVAC E ILUMINAÇÃO	85
A.2.26. AVAC E AVAC	85
A.3 TABELAS DE QUANTIFICAÇÃO DE INCOMPATIBILIDADES.....	87
A.3.1. POR CLASSIFICAÇÃO	87
A.3.2. TABELAS RESUMO	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de incompatibilidade entre pilar e conduta de AVAC (Fonte: Slarc, 2017)	3
Figura 2 – Localização do lote do edifício (Fonte: Bingmaps, 2018)	5
Figura 3 – Plantas do piso -1 e piso 0, respetivamente (Fonte: Projeto de Arquitetura)	6
Figura 4 – Cortes AA' e BB' (Fonte: Projeto de Arquitetura).....	7
Figura 5 – O BIM no ciclo de vida de um empreendimento (Fonte: BIM Framework, 2018).....	9
Figura 6 – Níveis de maturidade BIM (Fonte:UK Government BIM Strategy Document).....	10
Figura 7 – Modelo da Arquitetura.....	19
Figura 8 – Cave e piso térreo do modelo da Arquitetura	19
Figura 9 – Modelo da Estabilidade.....	20
Figura 10 – Modelo da Rede de Águas Prediais	20
Figura 11 – Modelo da Rede de Segurança Contra Incêndio em Edifícios.....	21
Figura 12 – Modelo da Rede de Águas Residuais Domésticas.....	21
Figura 13 – Modelo da Rede de Águas Pluviais.....	22
Figura 14 – Modelo da Rede de Gás Natural	23
Figura 15 – Modelo de AVAC.....	23
Figura 16 – Modelo de Iluminação.....	24
Figura 17 – Exemplo de omissão no projeto de Estabilidade.....	25
Figura 18 – Incompatibilidade entre Arquitetura e Projeto de Águas Residuais Domésticas	25
Figura 19 – Identificação de uma colisão entre duas tubagens.....	27
Figura 20 – Combinação dos modelos	27
Figura 21 – Detecção visual de uma incompatibilidade entre o modelo de iluminação e o de arquitetura	30
Figura 22 – Prioridade na resolução de incompatibilidades (Fonte: LOD Planner).....	33
Figura 23 – Sistema de hierarquização no desenvolvimento de projetos de especialidades (Fonte: LOD Planner)	34

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Níveis de desenvolvimento, LOD	13
Tabela 2 – Quantificação das incompatibilidades entre especialidades	28
Tabela 3 – Sistema de classificação de colisões e incompatibilidades	31

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Áreas com maior impacto no incumprimento do planeamento e orçamento de uma empreitada (Fonte: Objetivo Lua, 2017)	1
Gráfico 2 – Incompatibilidades por especialidade.....	29
Gráfico 3 – Incompatibilidades discriminadas por especialidade	29
Gráfico 4 – Classificação das incompatibilidades	32
Gráfico 5 – Classificação das incompatibilidades discriminadas por especialidade	32
Gráfico 6 – Medidas de intervenção sugeridas para as incompatibilidades detetadas	34
Gráfico 7 – Medidas de intervenção discriminadas por classificação das incompatibilidades.....	35

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Símbolo	Descrição
A	Arquitetura
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
AP	Águas Prediais
AR	Águas Residuais Domésticas
AV	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
E	Estabilidade
G	Gás Natural
I	Iluminação
LOD	Level of Development
P	Águas Pluviais
PFC	Parede Foot-ball Club
S	Segurança Contra Incêndio em Edifícios

1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

A indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), conhecida pela sua tradicionalidade e resistência à mudança, tem, nos últimos anos, procurado superar-se nos campos tecnológicos e institucionais. A maior preocupação tem-se focado na proliferação da informação, na necessidade de aplicação de práticas sustentáveis e na melhoria da produtividade.

Num questionário referente às necessidades e dificuldades que os diretores de obra enfrentam em Portugal, realizado por uma organização de Consultoria e *Coaching*, uma das perguntas questionava quais eram as áreas com maior impacto na capacidade de cumprir o planeamento e o orçamento da empreitada (ver Gráfico 1).

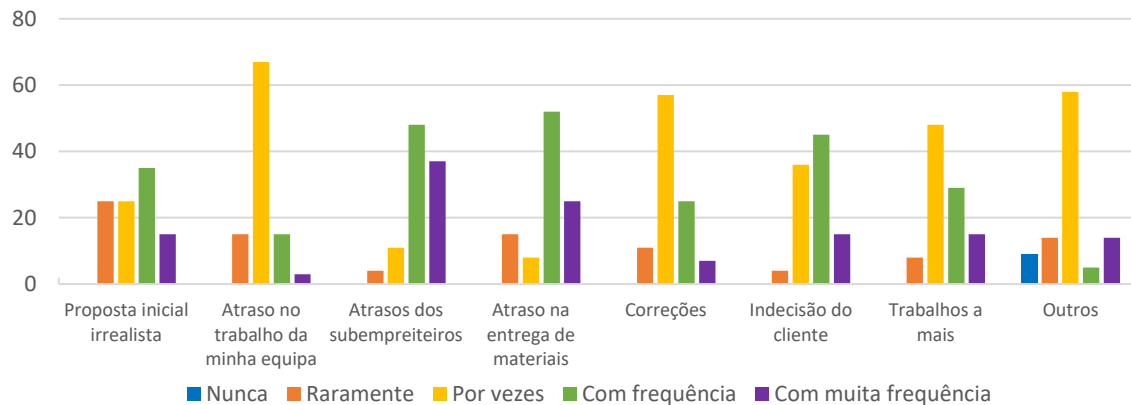


Gráfico 1 - Áreas com maior impacto no incumprimento do planeamento e orçamento de uma empreitada (Fonte: Objetivo Lua, 2017)

Das oito respostas, três estão relacionadas com a fase de projeto, outras três com a execução da empreitada e uma, de âmbito mais alargado, com a indecisão do cliente. No entanto, a ausência da compatibilização dos projetos de especialidades pode ter influência em cinco destas justificações.

Como alternativa às metodologias tradicionais, surge o *Integrated Project Delivery*, uma abordagem de projeto que defende uma contribuição inicial de conhecimentos e competências das partes interessadas, aplicando uma filosofia de gestão, com vista à otimização dos recursos utilizados, melhoria da qualidade do produto final, redução de imprevistos e dos custos associados (American Institute of Architects, 2007). É com estas bases que o *BIM*, aplicação dessa metodologia no âmbito da Indústria da AEC, se desenvolve, através da partilha da informação e de comunicação entre todos os intervenientes ao longo de todas as fases do ciclo de vida de edifícios ou infraestruturas, baseado em modelos digitais.

Este conceito representa uma mudança no paradigma na fase de conceção de projetos, permitindo um maior rigor na sua elaboração, onde é permitido gerir e modelar toda a informação referente ao empreendimento, simulando a sua construção através de um protótipo virtual.

Através de uma parametrização é possível caracterizar elementos, como estrutura, paredes, vãos envidraçados, condutas e tubagens e encontrar incompatibilidades entre os diferentes elementos e definir soluções para a sua resolução, antes da fase de execução da obra.

Com o recurso a esta modelação, também é possível gerir e planear a empreitada de uma forma mais eficiente, demorando menos tempo na elaboração de tarefas como por exemplo mapa de quantidades, e reduzindo a possibilidade da ocorrência de erros e omissões, através de um processo de visualização dinâmico dos modelos. A gestão da manutenção de edifícios também se torna menos complexa e eficiente com recurso a modelos desenvolvidos segundo esta metodologia.

O estudo de caso do presente Trabalho Final de Mestrado (TFM) é o edifício da nova Sede do Parede Foot-Ball Club (PFC), no concelho de Cascais, cuja construção teve início em setembro de 2017. Tendo como base para a elaboração deste Trabalho os respetivos projetos de execução elaborados em formato *CAD 2D*.

Trata-se de um Trabalho desenvolvido como trabalho de projeto, com um grau de complexidade elevado, inovador nesta Instituição de Ensino, que, através de um Estudo de Caso real, utiliza a metodologia *BIM* no âmbito da coordenação de especialidades.

Nesse sentido, foram modeladas nove especialidades (Arquitetura, Estabilidade, Águas Prediais, Águas Residuais Domésticas, Águas Pluviais, Segurança Contra Incêndio em Edifícios, Gás Natural, Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado (AVAC) e Iluminação) e analisada a compatibilidade entre elas, desenvolvendo um sistema de classificação para as incompatibilidades detetadas e indicando possíveis abordagens para as solucionar.

1.2. OBJETIVOS

Uma vez que os projetos das especialidades foram desenvolvidos em *CAD* 2D, a sua modelação segundo a metodologia *BIM* poderá ajudar a encontrar eventuais incompatibilidades que sejam dificilmente detetadas a duas dimensões, segundo o método tradicional.

Como tal, e motivado pelos conceitos e filosofia de base do *BIM*, o principal objetivo deste trabalho é analisar a compatibilidade entre os diversos projetos com recurso a uma modelação dos mesmos, e caso sejam identificadas incongruências, indicar possíveis soluções ou medidas que ajudem a corrigir essa situação.

Exemplificando, na Figura 1 é possível verificar um exemplo de incompatibilidade entre uma conduta de ventilação e um pilar metálico, detetada numa modelação.

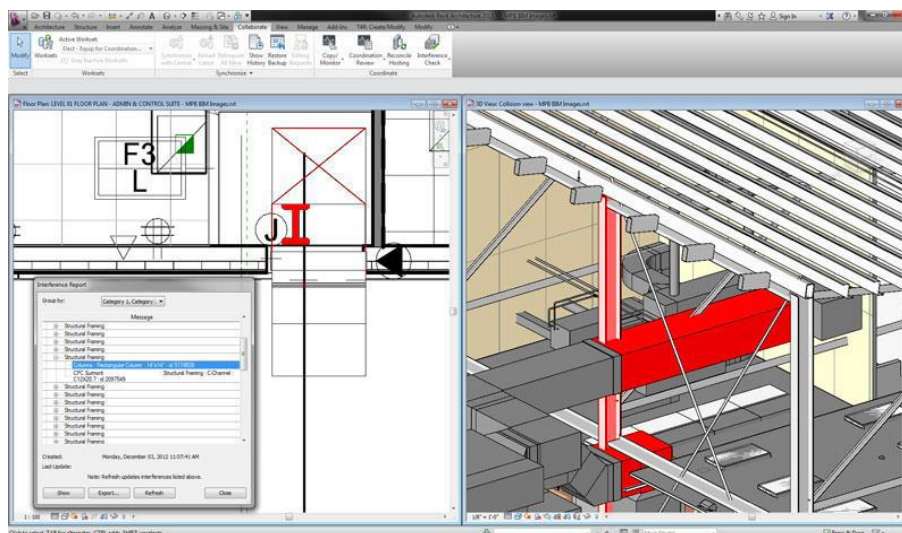


Figura 1 – Exemplo de incompatibilidade entre pilar e conduta de AVAC (Fonte: Slarc, 2017)

1.3. ORGANIZAÇÃO

A parte escrita do presente TFM é composta 5 capítulos.

O primeiro é constituído pela introdução, onde se faz um enquadramento do Trabalho no contexto real da Indústria da Arquitetura, Engenharia e da Construção, referindo também o seu âmbito e objetivo.

No segundo capítulo é apresentado o Estudo de Caso, onde se refere a sua localização e se descreve, de uma forma geral, o edifício, referindo aspetos como a utilização prevista e de uma forma resumida a sua arquitetura, estrutura e instalações técnicas.

O terceiro capítulo refere-se à metodologia utilizada neste Trabalho, o *Building Information Modeling*. Aqui são enumeradas algumas noções e conceitos relacionados ao *BIM*. São também abordadas as questões referentes à normalização e especificações, assim como às suas potencialidades e dificuldades.

O quarto capítulo diz respeito à aplicação do *BIM* no âmbito do presente Trabalho. Numa primeira parte é descrita a fase de elaboração dos modelos, onde se apresenta a metodologia adotada e o processo de modelação. Depois deste, são comparados os modelos com os respetivos projetos de especialidades, onde se indicam os elementos que foram modelados e os que não foram considerados, apresentando-se a justificação da sua não inclusão. Ainda neste subcapítulo é abordada a temática de erros e omissões, dado que a utilização desta metodologia permitiu detetar alguns deles durante a fase de modelação. Na segunda parte deste capítulo é descrito o processo de análise das incompatibilidades entre os modelos, abordando a metodologia utilizada, o sistema de classificação definido para as incompatibilidades, e por fim, uma análise de possíveis soluções para a sua resolução.

No quinto e último capítulo são realizadas as conclusões, referindo as considerações finais referentes ao presente TFM, assim como as futuras, numa perspetiva de continuidade do mesmo.

2. ESTUDO DE CASO

2.1. LOCALIZAÇÃO

O edifício que serve de estudo de caso no presente Trabalho Final de Mestrado situa-se junto à Escola Secundária Fernando Lopes Graça, onde é, até à data, a sede do Parede Foot-Ball Club, localizada na União das Freguesias de Carcavelos e Parede, Concelho de Cascais, distrito de Lisboa.

O lote, identificado na Figura 2, tem cerca de 4416 m² e confronta-se a Norte com a Avenida Comandante Gilberto Duarte e Duarte e a Oeste com a Avenida Melvin Jones.



Figura 2 – Localização do lote do edifício (Fonte: Bingmaps, 2018)

2.2. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO

O edifício, com cerca de 1544m² de área de construção bruta e utilização destinada a comércio e serviços, tem como objetivo dinamizar a prática desportiva na freguesia, funcionando como sede do Parede Foot-Ball Club, um clube desportivo fundado a 8 de fevereiro de 1928, que conta com cerca de 900 sócios. O PFC é representado nas modalidades de Hóquei em Patins, Patinagem Artística e Patinagem de Velocidade (patins em linha), contando com, à data da elaboração deste Trabalho, aproximadamente 287 atletas nos diferentes escalões. E ainda com 33 praticantes nas modalidades de Dança e Shorinji Kempo (Artes Marciais).

O custo previsto da empreitada foi de 1.350.000,00€ (CM Cascais, 2017) e nas suas instalações, além da exploração de quatro lojas e um restaurante, é possível a utilização de duas salas polivalentes para a prática de desportos, assim como na envolvente, através da requalificação do espaço exterior.

O edifício é constituído por dois corpos, ambos com piso térreo e cave, parcialmente enterrada, como ilustra a Figura 3. A sua estrutura é composta por fundações diretas que apoiam a estrutura de betão armado. Relativamente às lajes, a do pavimento da cave foi concebida em massame armado, não contemplando desvão sanitário, e as restantes maciças de betão armado. As suas paredes exteriores são constituídas por um pano simples de alvenaria de tijolo de argila expandida e isolamento térmico pelo exterior, tipo *ETICS*. A cobertura composta por placas suspensas de betão armado apoiadas em pernos de plástico sobre o isolamento térmico aplicado na face superior da laje. Os vãos envidraçados são constituídos por caixilharia metálica com corte térmico e sem quadrícula, vidro duplo refletante incolor pelo exterior, e incolor pelo interior, tendo como proteção solar móvel portadas de régua metálicas com isolamento térmico.

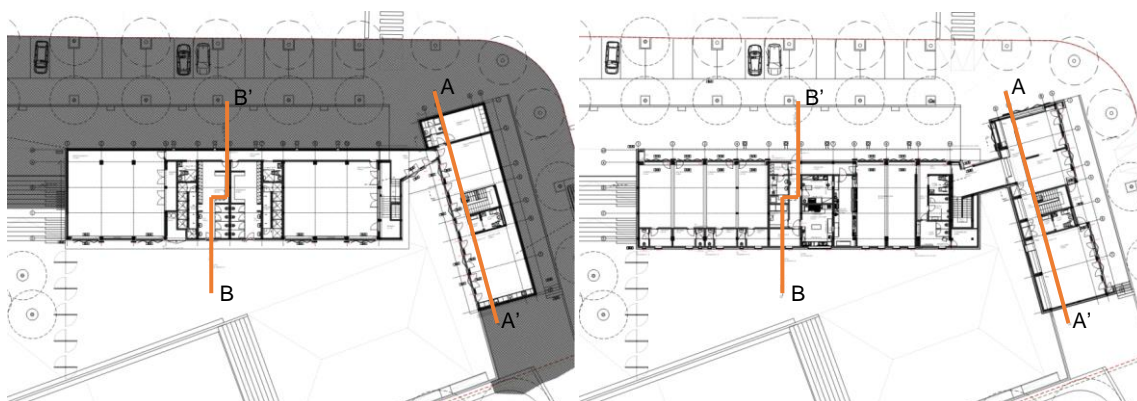


Figura 3 – Plantas do piso -1 e piso 0, respetivamente (Fonte: Projeto de Arquitetura)

No que diz respeito a equipamentos, foi prevista a instalação de um sistema de ventilação forçada mecanicamente com recurso a seis recuperadores de calor e um sistema do tipo *VRF* (*Variable Refrigerant Flow*), alimentado a energia elétrica para climatização do ambiente interior do edifício. O aquecimento de águas quentes sanitárias é efetuado com recurso a dois sistemas solares térmicos com apoio de caldeira e pontualmente através de termoacumuladores.

Relativamente às restantes instalações técnicas, como AVAC, Redes de Eletricidade e Telecomunicações, de Águas Prediais, Residuais Domésticas e Pluviais, são, maioritariamente, instaladas nos tetos falsos, representados na Figura 4, como tal é necessário analisar a compatibilidade destas especialidades.

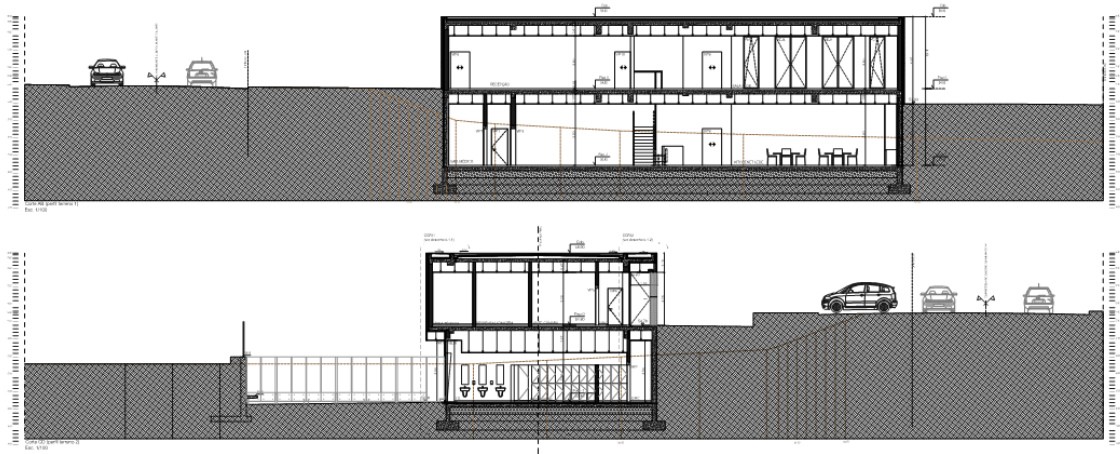


Figura 4 – Cortes AA' e BB' (Fonte: Projeto de Arquitetura)

3. BUILDING INFORMATION MODELING

3.1. O CONCEITO *BIM*

Building Information Modeling é uma metodologia baseada em tecnologia, processos e políticas que permitem a todas as partes interessadas de um determinado empreendimento atuarem de forma colaborativa em todas as fases do seu ciclo de vida, seja na conceção, construção, exploração, manutenção, ou até mesmo na sua demolição (*BIM Dictionary*, 2018).

Este conceito surge em meados de 1970, através de *Charles M. Eastman*, professor de *Design and Computer Science* no Instituto de Tecnologia da Geórgia, nos Estados Unidos da América (*Georgia Institute of Technology*, 2018). A sua principal inovação era o desenvolvimento de modelos virtuais através de objetos parametrizados, que pudessem conter e gerar informação, criando assim um modelo inteligente capaz de simular a construção de um empreendimento, envolvendo nesse processo todas as partes interessadas, como o dono de obra, equipa de projetistas, empreiteiros, entre outros.

Influenciado pela abordagem *Lean*, filosofia no âmbito da gestão que tem como principal objetivo a eliminação dos desperdícios e otimização de processos, o *BIM* visa otimizar soluções, maximizar a produtividade e a qualidade do produto final, e reduzir os desperdícios, quer de tempo, quer de recursos, sejam financeiros ou materiais (*LODPlanner*, 2018).

Esta metodologia consiste num método colaborativo dinâmico, assente na partilha de informação. Desta forma, o desenvolvimento de um protótipo permite tirar partido da sua aplicação nos diferentes ciclos de vida de um empreendimento, conforme se apresenta na Figura 5.

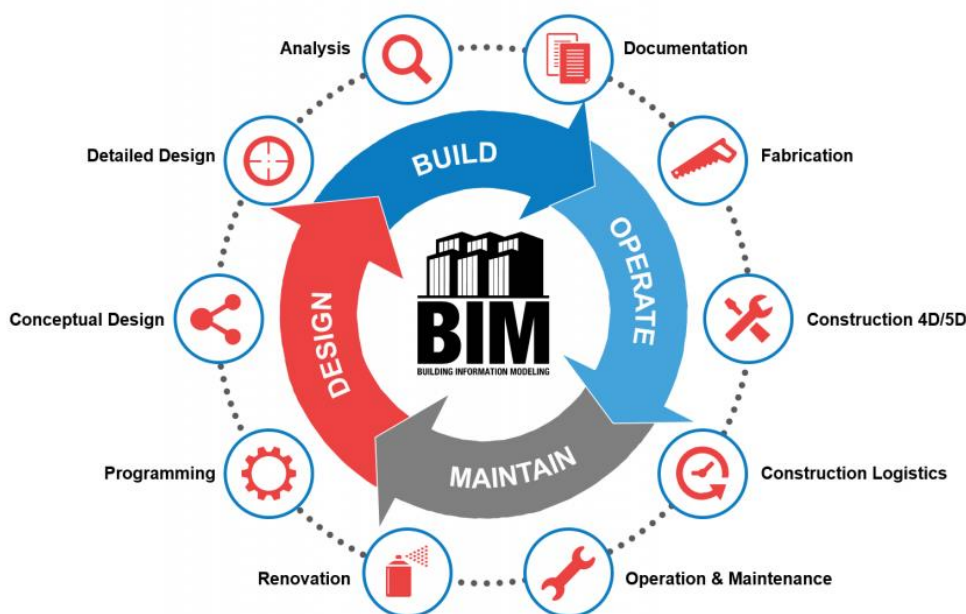


Figura 5 – O BIM no ciclo de vida de um empreendimento (Fonte: *BIM Framework*, 2018)

Esta metodologia tem também como principal característica a interoperabilidade, ou seja, a capacidade de transmissão de dados entre aplicações ou *softwares*. Assim, os processos tornam-se mais dinâmicos, o que minimiza a ocorrência de erros e o tempo de execução de determinadas tarefas. Um exemplo da facilidade na troca de informação, é a interação entre um *software* de quantificação e outro de cálculo de custos, tornando os processos de medição e orçamentação muito menos exaustivos.

Com o *BIM* é possível obter, de uma forma automática, representações bidimensionais e tridimensionais, especificações e informação detalhada, mapa de quantidades, plano de atividades e análises interdisciplinares dos modelos, como por exemplo temporais, espaciais, sísmicas, térmicas, entre outras (Bilal Succar, 2015).

3.1.1. NÍVEIS DE MATURIDADE

Os níveis de maturidade indicam o grau de sofisticação e a capacidade que determinada organização tem para desenvolver projetos no âmbito do *BIM* (Azenha, M., Lino J. C., Caires, B., 2014). Esta classificação, criada no Reino Unido, articula as competências, padrões e orientações, relacionando-os entre si e a forma como podem ser aplicados em projetos e está dividida em 4 patamares, como ilustra a Figura 6 (*BIM Dictionary*, 2018).

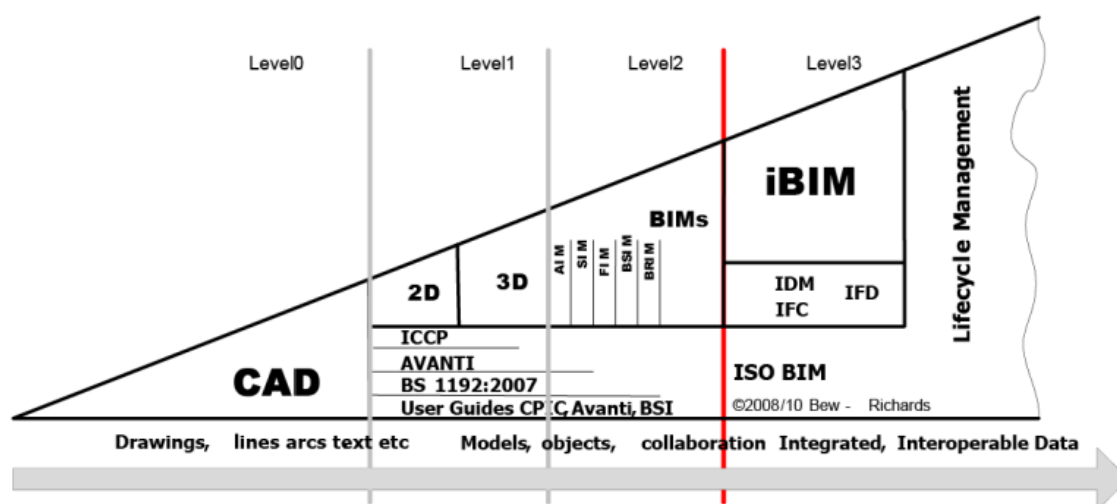


Figura 6 – Níveis de maturidade BIM (Fonte:UK Government BIM Strategy Document)

O processo tradicional é definido como o nível zero, não tendo qualquer influência da metodologia *BIM*. Toda a informação é processada através de documentos escritos e as peças desenhadas são desenvolvidas em 2D, existindo por isso uma barreira significativa à implementação do *BIM*.

O segundo nível é o patamar onde começa a surgir alguma representação tridimensional, ainda que toda a documentação seja constituída por elementos em duas dimensões.

No nível dois, a modelação tridimensional já é desenvolvida por várias disciplinas, existindo uma partilha integrada de informação entre as partes interessadas. É neste patamar que se começa a explorar um modelo baseado na colaboração e interoperabilidade.

Toda a potencialidade da metodologia *BIM* é conseguida no nível três, através da interoperabilidade da informação e da integração de modelos, recorrendo a um servidor colaborativo. Desta forma, é possível desenvolver protótipos que interagem em tempo real, permitindo uma análise complexa na fase de conceção do projeto e uma utilização do modelo em todo o ciclo de vida de um empreendimento.

3.1.2. DIMENSÕES DO *BIM*

Ao longo do tempo, tem-se explorado novas funcionalidades nos modelos *BIM*, atribuindo-lhes com isso novas dimensões e tirando o maior partido da informação que se consegue anexar aos elementos dos modelos.

A primeira dimensão é o Planeamento, conhecido por 4D e tendo por base a dimensão do tempo. Desta forma, todo o planeamento e gestão da construção pode ser simulado de forma a otimizar a execução das diferentes atividades e a organização tanto de equipas, como de equipamentos, durante a execução de uma empreitada.

Com o Planeamento dos Custos, 5D, associada à dimensão económica, é possível analisar e gerir os custos de uma obra de uma forma mais viável. Esta funcionalidade permite um maior controlo dos custos, criar relatórios com maior rigor e desenvolver projeções de diferentes cenários.

Outra dimensão é a Exploração e Manutenção, 6D, a dimensão da gestão do empreendimento, também conhecida como *Facility Management*. Conciliando o modelo virtual e uma base de dados com a informação necessária, é possível uma melhoria na gestão de espaços e equipamentos, uma rápida partilha de informação e uma manutenção simplificada.

A sustentabilidade é outra dimensão que também está associada à metodologia *BIM*, sendo que mais tarde ou mais cedo surgirão outras como a segurança, análises térmicas, entre outras. Servem de exemplo simulações do fluxo de calor ou de evacuação, associadas à ventilação e à segurança contra incêndio em edifícios, respetivamente.

3.2. NORMALIZAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO

Sendo o *BIM* uma metodologia complexa, houve desde cedo uma necessidade de normalizar processos e criação de *guidelines*.

Foram diversos os países que desenvolveram regulamentações e diretrizes próprias, destacando-se a Finlândia que desde meados de 1990 tem desenvolvido investigações e implementado esta metodologia na construção, publicando em 2012 a *Common BIM Requirements*, conhecida como *COBIM*, e em 2017 a norma *Senate Properties BIM Requirements*. Este primeiro documento é constituído por treze partes onde são abordadas diversas áreas como a Modelação, Arquitetura e Especialidades, Garantia da Qualidade, Gestão do Projeto *BIM*, entre outros.

No Reino Unido, em 2011 foram definidas estratégias para se tornar o líder mundial no âmbito do *BIM*, incentivando o investimento da indústria na sua implementação (*Cabinet Office*, 2012). Relativamente à normalização, está a cargo da *AEC (UK) BIM Standard Committee*, tendo publicado em 2012 diversas normas e guias com instruções para a uniformização de processos e implementação de um Plano de Execução *BIM*, ajudando a definir os papéis dos intervenientes em todo o processo. Nesse sentido, foram publicadas as *Publically Available Specification (PAS)* com o objetivo de apoiar a implementação e a aplicação da metodologia *BIM* na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção.

Outros países têm-se empenhado na implementação do *BIM*, desenvolvendo normas e diretrizes para o seu desenvolvimento, como é o caso dos Estados Unidos da América, a Noruega, a Singapura, a Alemanha e a Suécia.

Em Portugal, apesar de estarem a ser desenvolvidos esforços nesse sentido, ainda não existe nenhuma legislação relativa ao *BIM*. No entanto, a Comissão Técnica de Normalização *BIM*, a CT197, com o apoio de diversas entidades, como o Instituto Superior Técnico e diversas organizações, tem vindo a promover esta metodologia em solo nacional. Atualmente conta com vários documentos publicados, sendo o Guia da Contratação *BIM* um dos mais relevantes.

Relativamente a normas internacionais, podem ser consultados vários documentos, destacando-se os seguintes entre eles:

- ISO/DIS 19650 – *Organization of information about construction works – Information management using building information modelling*
- ISO 29481-1 e ISO 29481-2 – *Building information modelling - Information delivery manual*
- ISO 16739 – *Industry Foundation Classes, IFC*
- ISO 12006-3 – *Building construction - Organization of information about construction works*

Uma das normas internacionais com maior importância é a ISO 16739, que dada a variedade de *softwares* preparados para esta metodologia, veio uniformizar a linguagem entre eles, tornando possível a interação entre esses programas através de uma linguagem única, conhecida por IFC (*Industry Foundation Classes*).

Um outro tipo de regulamentação, ainda que não exista um formato uniforme a nível mundial, é o sistema de classificação. Este tem como principal objetivo a definição de atividades ou elementos por categorias, sendo as de maior relevo o Sistema *Uniformat*, as *OmniClass* e a classificação *Talo*. Em Portugal, um exemplo deste tipo de sistema é o utilizado na publicação “Informação sobre custos. Fichas de rendimentos” do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

3.2.1. NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO

Um dos principais parâmetros para a elaboração de um projeto segundo a metodologia *BIM* é o nível de desenvolvimento, ou *Level of Development*, (*LOD*) dos modelos. Este define o grau de sofisticação de um projeto, de acordo com o que foi definido com a entidade contratante.

Por vezes, o nível de desenvolvimento é confundido com nível de detalhe. Este último apenas diz respeito à escala gráfica e minuciosidade de um objeto, enquanto o *LOD* define a quantidade e o tipo de informação a aplicar nos modelos (*American Institution of Architects*, 2013). Este parâmetro está dividido em cinco categorias, indicadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Níveis de desenvolvimento, *LOD*

Nível de desenvolvimento	Descrição
LOD100	Fase inicial do projeto concetual – Programa Base Constituído por representações tridimensionais simples Utilizações possíveis: <ul style="list-style-type: none"> • Análise – volume, área e orientação; • Estimativa de custos – preço por metro quadrado; • Planeamento – duração total do projeto.
LOD200	Fase de projeto esquemático – Estudo Prévio Constituído por modelos aproximados (quantidades, dimensões, forma, localização, orientação, objetos, etc) Utilizações possíveis: <ul style="list-style-type: none"> • Análise – desempenho de sistemas; • Estimativa de custos – custo e quantidades aproximados; • Planeamento – escala de tempo aproximada; • Coordenação esquemática entre modelos.

Nível de desenvolvimento	Descrição
LOD300	<p>Fase de projeto detalhado – Anteprojeto</p> <p>Constituído por modelos com informação necessária para simulações de elementos e sistemas detalhadas</p> <p>Utilizações possíveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análise – sistemas específicos e medições precisas; • Estimativa de custos – baseada na informação dos modelos; • Planeamento – escala de tempo detalhada; • Coordenação e gestão de modelos mais precisa.
LOD400	<p>Projeto detalhado para fabrico, montagem e execução – Projeto de Execução</p> <p>Constituído por modelos com informação pormenorizada para fabrico e montagem</p> <p>Utilizações possíveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análise – critérios reais de projeto; • Estimativa de custos – baseada nos valores de mercado; • Planeamento – métodos e processos construtivos; • Coordenação pormenorizada entre modelos.
LOD500	<p>Projeto como construído – Telas Finais</p> <p>Representação do projeto como foi construído na íntegra</p> <p>Utilizações possíveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gestão e Manutenção do empreendimento.

No entanto, o *BIM Forum USA* publicou um outro documento relativo aos níveis de desenvolvimento. Nesta publicação são introduzidas duas alterações em relação à definição original do AIA. Em primeiro lugar é criada uma categoria intermédia, o LOD350. Este novo nível tem como base os requisitos do LOD300, incluindo também novos elementos cuja informação associada permite uma coordenação detalhada entre especialidades.

Outra alteração foi a exclusão do *LOD500* por estar relacionado com o âmbito da verificação pós-construção, e o facto de ter por base um conjunto de requisitos e tipos de utilizações similares ao estipulado para o *LOD400* (*BIM Forum USA, 2015*).

3.3. POTENCIALIDADES E DIFICULDADES

Tratando-se de uma metodologia com uma forte componente digital, são inúmeras as funcionalidades que é possível adicionar ao *BIM*, como são exemplos as suas dimensões: Custo, Planeamento e *Facility Management*. No entanto, enquanto ferramenta permite tirar partido de outras potencialidades.

Uma das grandes potencialidades do *BIM* é a gestão de projeto. Um projeto deve ser inequívoco, consistente e completo. Quando na fase de conceção de um projeto se dá pouca importância à coordenação de especialidades, é natural que mais tarde sejam detetadas incompatibilidades, cuja resolução pode ser simples ou implicar alterações nos projetos iniciais, resultando muitas vezes em atrasos na empreitada. É nesse aspeto que esta metodologia, através de uma coordenação multidisciplinar, permite uma otimização do resultado final, reduzindo os erros e omissões de projeto que ocorrem devido à pressão do trabalho e prazos maioritariamente irrealistas.

No que diz respeito à representação geométrica, trabalhando com um modelo paramétrico tridimensional, a elaboração de cortes, alçados e plantas é um processo automático e dinâmico. Isto é, qualquer alteração efetuada numa vista, será corrigida instantaneamente nas restantes.

Relativamente a medições, dependendo do seu nível de desenvolvimento, o *BIM* permite uma quantificação e uma estimativa orçamental automáticas. Este, através de uma definição de rendimento ou tempo de duração, possibilita também um planeamento das atividades a executar.

Outra potencialidade do *BIM* é a possibilidade de simular todo o processo construtivo, permitindo assim uma melhor gestão de pessoas e equipamentos durante o seu desenvolvimento. Serve de exemplo o estaleiro de uma obra.

É também possível explorar a interação com o modelo através de aplicações para *smartphones* e *tablets* desenvolvidas para esse efeito, tirando partido da informação introduzida no modelo.

No entanto, como já foi descrito em capítulos anteriores, o *BIM* é uma metodologia complexa que tem algumas dificuldades associadas.

Uma dessas dificuldades é o investimento financeiro que vem associado à sua implementação. Apesar de existirem vários *softwares* preparados para trabalhar segundo esta metodologia, não existe um único capaz de desenvolver todas as suas funcionalidades. Como tal é necessária a aquisição de mais do que um *software*, dependendo do grau de maturidade e das dimensões desta metodologia que uma determinada organização pretenda desenvolver. Associado ao investimento tecnológico está também a aposta em *hardware* mais desenvolvido, com melhores componentes que permitam um desempenho eficiente.

Outra dificuldade, associada aos recursos humanos, é a resistência à mudança por parte de funcionários mais experientes com base no medo do desconhecido e/ou falta de interesse pela nova tecnologia. Estes são alguns dos fatores que tornam difícil a transição para o processo *BIM*.

Dado que se trata de um processo colaborativo, a definição de papéis e responsabilidades pode representar também uma dificuldade no âmbito do *BIM*. Será sempre necessária a figura de pelo menos uma pessoa, cujo papel passa pela gestão do processo e coordenação entre os diferentes intervenientes e os vários modelos.

Existem ainda outros obstáculos no âmbito da gestão, como a falta de conhecimento de estratégia para alcançar um maior nível de competitividade, a mudança de cultura no processo de conceção de projeto, planeamento e gestão, a inexperiência no desenvolvimento de modelos tridimensionais, entre outros.

4. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA *BIM*

4.1. MODELAÇÃO DO EDIFÍCIO

4.1.1. METODOLOGIA

A fase inicial do processo é constituída pela caracterização do modelo, onde se define o seu âmbito, objetivo e nível de desenvolvimento. Deste modo, é delimitada, à priori, toda a informação que deve constar nos modelos e aquilo que não é relevante de acordo com a fase do ciclo de vida para a qual o modelo será destinado.

Tendo em conta que o objetivo do presente Trabalho Final de Mestrado é a análise da compatibilidade entre projetos de especialidades, há objetos cuja representação foi simplificada e elementos de projeto em que a sua reprodução nos modelos foi desconsiderada. Servem de exemplo os vãos envidraçados ou opacos, sendo representados apenas pelas respetivas aberturas, ou a desvalorização de válvulas de seccionamento na rede de abastecimento de águas prediais, modelando apenas as tubagens. Assim, e de acordo com a G202-2013 da *American Institution of Architects*, os modelos foram elaborados segundo o LOD200, dado que o âmbito deste Trabalho se insere na categoria de Desenvolvimento de Projetos, permitindo assim uma coordenação esquemática entre os diferentes modelos.

Como descrito em capítulos anteriores, a modelação das especialidades foi realizada com recurso ao *Revit*, versão 2017. Este *software* possui ferramentas que permitem a utilização de modelos para planear, projetar, construir e gerir empreendimentos de uma forma inteligente, sejam edifícios ou infraestruturas. E está dividido em três áreas de conhecimento: Arquitetura, Estrutura e *MEP*, estando englobadas neste último as disciplinas de Mecânica, Eletrotécnica e Hidráulica.

Baseado no princípio dos modelos parciais da metodologia *BIM*, em que cada especialidade tem o seu modelo e o protótipo resulta da combinação entre eles, foram criados dez modelos:

- Implantação;
- Arquitetura;
- Estabilidade;
- Águas Prediais;
- Águas Residuais Domésticas;
- Águas Pluviais;
- Segurança Contra Incêndio em Edifícios;
- Gás Natural;
- Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC), e;
- Iluminação.

4.1.2. PROCESSO DE MODELAÇÃO

A modelação é iniciada com a escolha do *template* adequado. Este é um ficheiro pré-formatado com configurações específicas para determinada especialidade. Nele estão definidas, por defeito, as regras de representação de elementos, e associada uma biblioteca de objetos e famílias correspondentes à disciplina em questão. No entanto, há algumas formatações complementares que deverão ser realizadas, como o sistema de unidades, precisão das casas decimais, entre outras.

A georreferenciação é um fator fundamental quando se desenvolve um modelo com base no princípio dos modelos parciais. Nesse sentido, é essencial a definição do sistema de coordenadas para que a localização e orientação dos modelos sejam compatibilizadas. No *software*, este processo pode ser realizado de duas formas, ou através da definição no próprio modelo, ou por associação aos modelos importados para o ficheiro.

Relativamente ao presente Trabalho Final de Mestrado, foi criado o modelo Implantação com base no sistema de georreferenciação PT-TM06/ETRS89, definindo assim as coordenadas M e P, altitude e orientação das bases de projeto. Os restantes modelos, através de interligações entre eles, adquiriram essas mesmas configurações geográficas.

De forma a modelar os projetos de especialidades com o maior rigor possível, foram importadas plantas base no formato *dwg*. Estas peças desenhadas continham apenas a informação necessária para a representação dos elementos de acordo com o nível de desenvolvimento definido. Também a sua importação para os respetivos modelos foi sujeita a georreferenciação.

Para concluir a fase da definição geográfica dos modelos foi necessária a criação de níveis e eixos, ambos elementos de referência que ajudam a enquadrar o modelo no projeto. Os primeiros são planos horizontais, definidos por cotas altimétricas, e que servem de referência para elementos como pavimentos, tetos, patamares de escadas, etc. E os segundos são planos verticais de referência, definidos por linhas retas ou curvas, para diversos tipos de elementos como paredes, pilares, vigas, tubagens, condutas, etc.

Concluídas essas configurações, deu-se início à modelação das especialidades. Ao longo do seu desenvolvimento foram utilizadas famílias de objetos *standard*, parte integrante dos *templates*. No entanto, houve a necessidade de importar e de criar novas famílias específicas, como equipamentos sanitários, caixas de visita, grelhas de escoamento, carretéis, entre outros.

A modelação das especialidades teve como referência a documentação facultada de projeto, como o caderno de encargos e as peças desenhadas. Sendo que, na ausência de informação, como por exemplo a cota das tubagens de águas prediais a instalar sobre os tetos falsos, foi realizada a compatibilização entre a respetiva especialidade e o modelo de Arquitetura.

O mesmo aconteceu com o modelo de AVAC, cujo caderno de encargos remetia para o empreiteiro a responsabilidade da verificação das cotas de montagem dos equipamentos e sistemas constituintes da especialidade.

4.1.3. CARACTERIZAÇÃO DOS MODELOS

O edifício é composto por dois blocos de dois pisos, como descrito no capítulo 2.2, referente à descrição geral do edifício.

A cave do bloco a Oeste, o de maior desenvolvimento, é constituída por balneários, masculinos e femininos, entre duas salas polivalentes, e por quatro lojas e um restaurante no piso superior. O outro bloco é destinado à Sede do Parede Foot-Ball Club, possuindo um gabinete médico e salas de convívio e de refeição na cave, e três salas administrativas no piso superior.

No modelo de Arquitetura (Figura 7) os vãos envidraçados e os opacos foram representados por aberturas nas paredes e na cobertura, no caso das claraboias, dado que não apresentam grande relevância para o âmbito do Trabalho Final de Mestrado.

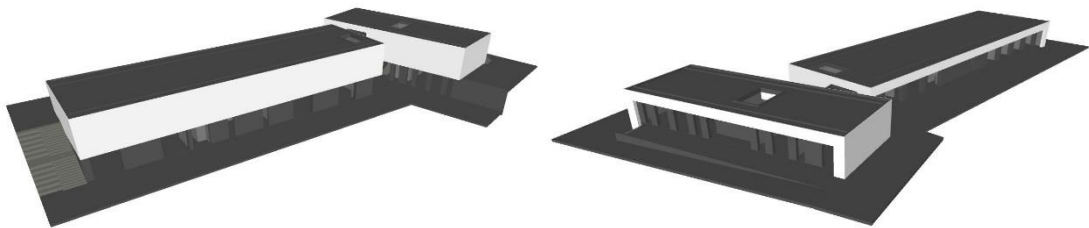


Figura 7 – Modelo da Arquitetura

Uma vez que os equipamentos sanitários e de iluminação seriam representados noutros modelos, a sua inclusão neste, iria sobrepô-los no modelo final dando origem a uma colisão entre eles. Por esse motivo também não foram incluídos no modelo de Arquitetura. Outros elementos, como os equipamentos de mobiliário, por não se inserirem no âmbito deste Trabalho, não foram representados, dando origem a um modelo vazio em relação a equipamentos (Figura 8).

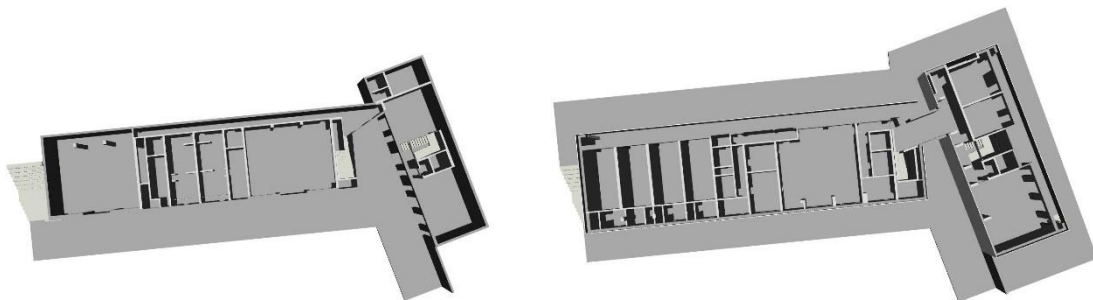


Figura 8 – Cave e piso térreo do modelo da Arquitetura

Relativamente ao projeto de estabilidade do edifício, foi projetada uma estrutura de pórticos e lajes maciças de betão armado. Foram consideradas também paredes de contenção na cave, assim como no exterior, em zonas de contacto com o terreno.

No que diz respeito ao modelo desta especialidade (Figura 9) foram representados todos os elementos estruturais do edifício, incluindo parte dos que constituem os arranjos exteriores, como uma escada e muros de contenção.

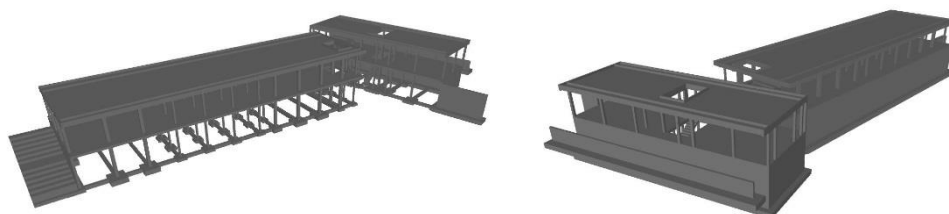


Figura 9 – Modelo da Estabilidade

Quanto à especialidade de Águas Prediais, foram consideradas seis redes independentes, uma por fração, cada uma com o seu contador. Apenas a sede, nos balneários e na sala de refeições, e o restaurante possuem sistemas de produção de águas quentes sanitárias, seja através de termoacumulador, caldeira, ou com recurso a um sistema solar térmico. A instalação das tubagens foi considerada pelas paredes, no entanto, há zonas onde foi preconizada a sua instalação sobre o teto falso.

No respetivo modelo de Águas Prediais (Figura 10) foram representadas as ligações desde a bateria de contadores até aos respetivos equipamentos nas diversas frações. Devido à pouca relevância que apresentam para o âmbito do trabalho, as válvulas de seccionamento e de antirretorno, assim como os elementos de ligação entre tubagens de materiais diferentes não foram introduzidas no modelo, por se tratarem de singularidades.

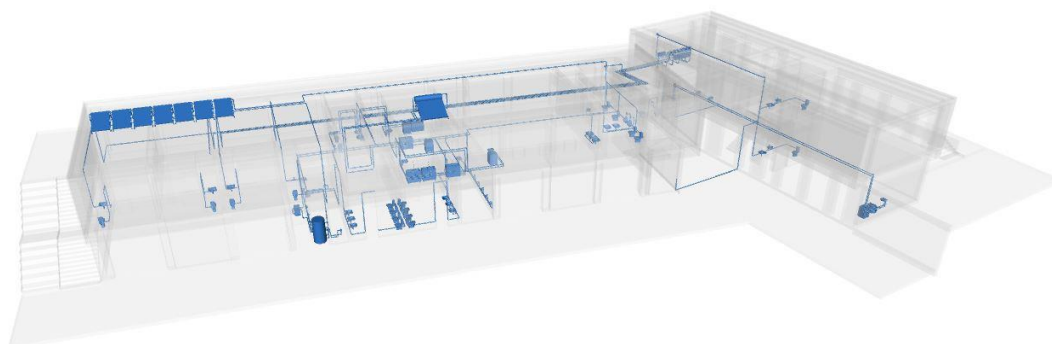


Figura 10 – Modelo da Rede de Águas Prediais

A especialidade de Segurança Contra Incêndios em Edifícios definiu a instalação de seis carretéis distribuídos pelo edifício. À semelhança da rede de Águas Prediais, foi considerada a instalação das tubagens nas paredes e em determinadas zonas sobre o teto falso.

Este modelo é constituído pelas ligações a jusante da bateria de contadores, representando as tubagens e carretéis definidos no respetivo projeto (Figura 11).

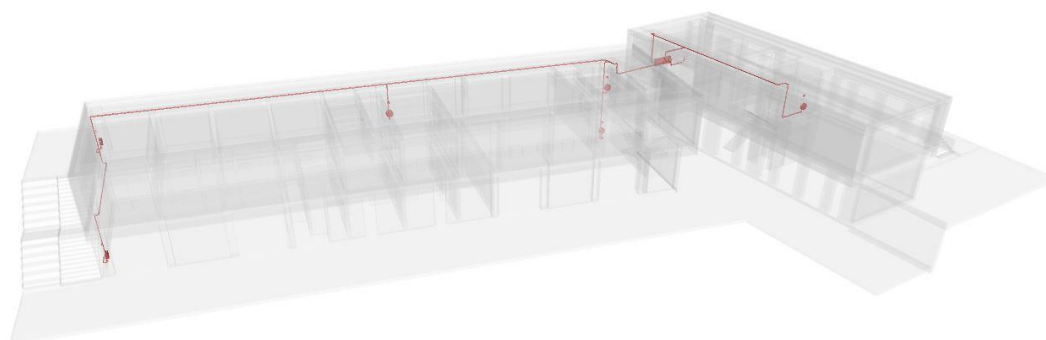


Figura 11 – Modelo da Rede de Segurança Contra Incêndio em Edifícios

Relativamente à especialidade de Águas Residuais Domésticas, a maioria do escoamento dos equipamentos do piso 0 é realizado através de coletores instalados sobre os tetos falsos da cave e as suas prumadas, seja de tubos de queda ou de ventilação, são constituídas por troços descontínuos.

O modelo de Águas Residuais Domésticas é constituído pelos equipamentos sanitários, grelhas de escoamento, ralos de pavimento, bocas de limpeza, caixas de visita e tubagens, onde se inclui os coletores, ramais de ligação e tubos de queda (Figura 12).

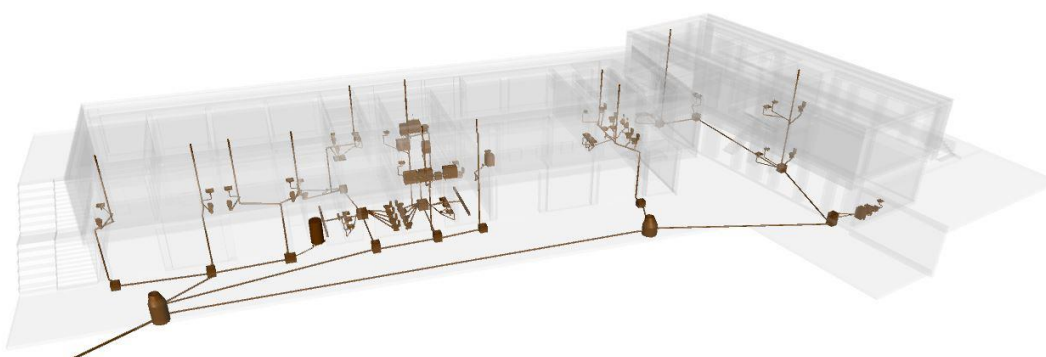


Figura 12 – Modelo da Rede de Águas Residuais Domésticas

O sistema de escoamento da especialidade de Águas Pluviais foi preconizado de forma semelhante ao das Águas Residuais Domésticas, sendo que neste caso os coletores são instalados sobre os tetos falsos do piso 0, e as prumadas são também constituídas por troços descontínuos. Foram considerados também geodrenos como sistema de escoamento das águas a tardo dos muros de contenção.

Na Figura 13 apresenta-se o respetivo modelo, o qual é constituído por caixas de visita, grelhas de escoamento, ralos de pavimento, geodrenos, bocas de limpeza e tubagens, como coletores e tubos de queda.

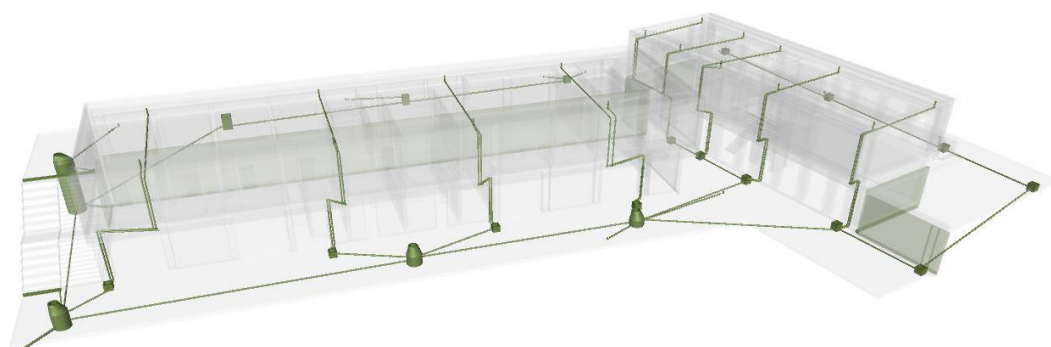


Figura 13 – Modelo da Rede de Águas Pluviais

No que diz respeito à especialidade de Gás Natural, foram consideradas duas redes de abastecimento independentes, uma para o restaurante e outra para os balneários. A instalação das respetivas tubagens, quer no exterior quer no interior, foi considerada pelo pavimento. No entanto, a ligação ao interior do edifício é realizada através de caixas de corte instaladas nas paredes exteriores.

Neste modelo foram representadas as ligações a jusante dos contadores, incluindo tubagens e caixas de derivação e de corte (Figura 14). Na conceção destes elementos, não foi considerado o interior dessas caixas, uma vez que é a sua geometria que poderá originar conflitos entre outras especialidades.

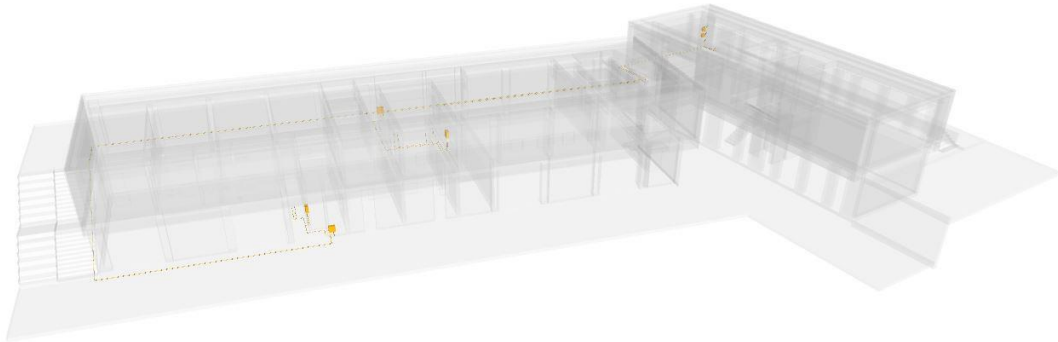


Figura 14 – Modelo da Rede de Gás Natural

No projeto de AVAC foram considerados seis sistemas constituídos por redes de admissão, exaustão e retorno de ar. Cada sistema é composto por um recuperador de calor com apoio de uma unidade climatizadora exterior e a instalação das condutas foi preconizada sobre os tetos falsos.

Na Figura 15 apresenta-se este modelo, onde foram representadas as redes de insuflação, de exaustão e de retorno, incluindo as respetivas condutas e equipamentos. Foi representada também a ligação entre os equipamentos de climatização interiores e exteriores, assim como o sistema de produção de águas quentes sanitárias referente aos balneários, localizados na cave. De relembrar que a cota das condutas foi compatibilizada com o modelo de Arquitetura.

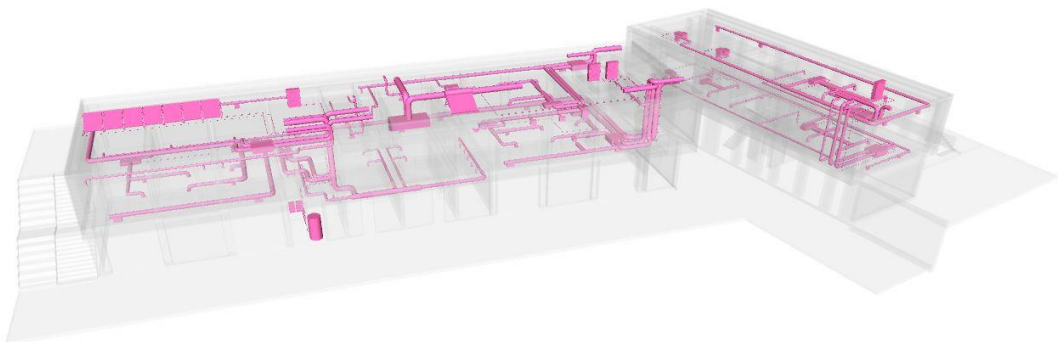


Figura 15 – Modelo de AVAC

Relativamente às especialidades de Eletricidade e Telecomunicações, à semelhança de outras especialidades, as frações do edifício foram consideradas independentes, possuindo redes de alimentação autónomas. A iluminação é realizada através de luminárias encastradas em sanca, estanques com lâmpadas fluorescentes, spots de encastrar ou tipo apliques nas paredes.

No modelo de Iluminação (Figura 16) foram representados os elementos referentes à iluminação que têm maior probabilidade de criar conflitos com outras especialidades, como caleiras técnicas e luminárias instaladas no teto.

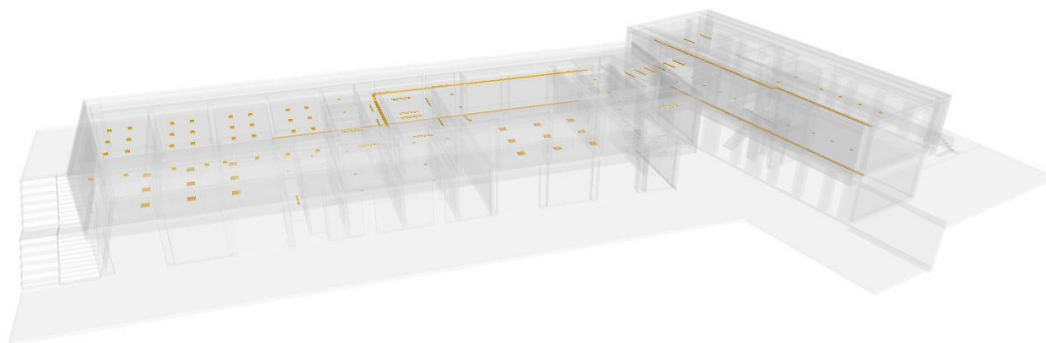


Figura 16 – Modelo de Iluminação

4.1.4. ERROS E OMISSÕES DE PROJETO

Segundo o Artigo 50º do Decreto-Lei n.º 111-B/2017 de 31 de agosto, denominado por Código dos Contratos Públicos, e no que se aplica ao âmbito do presente Trabalho Final de Mestrado, são erros e omissões os “*aspetos ou dados que se revelem desconformes com a realidade*” ou as “*condições técnicas de execução do objeto do contrato a celebrar que o interessado não considere exequíveis*”.

Ao longo da elaboração dos modelos foram detetados erros e omissões em diversas especialidades. A grande maioria resulta da não atualização de elementos de projeto em todas as peças desenhadas onde estes são representados, após alterações dos mesmos. Por esse motivo, determinados erros e omissões de projeto seriam evitados com recurso a uma modelação tridimensional.

No projeto de Estabilidade verifica-se uma omissão a qual resulta da não definição de um patamar de ligação entre um muro de suporte, que serve de apoio ao acesso à ala Este do edifício e a própria estrutura do mesmo. Na Figura 17 estão representados os modelos de Arquitetura (a transparente) e de Estabilidade (a azul) ilustrando esta situação (identificada a vermelho), e demonstrando que através de uma modelação colaborativa, omissões como esta seriam facilmente detetadas.

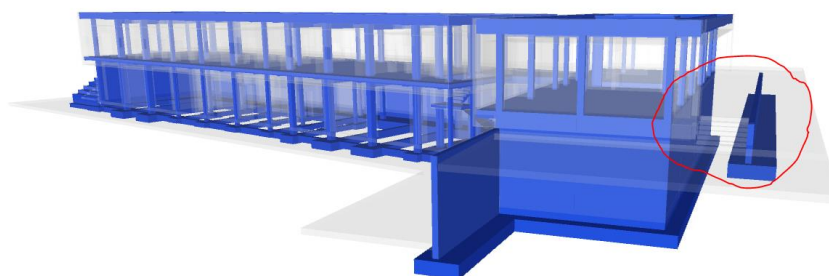


Figura 17 – Exemplo de omissão no projeto de Estabilidade

Relativamente a erros, existem, por exemplo na Arquitetura, informações contraditórias, na representação do pé direito de algumas divisões, quando confrontadas as plantas de tetos, as reproduções em corte e os mapas de vãos. Outro tipo de erro, que com a implementação da metodologia *BIM* seria evitado, é a discordância da nomenclatura definida para os vãos exteriores entre as plantas e o respetivo mapa de vãos.

O mesmo aconteceu com as cotas de superfície e de fundo de algumas caixas de visita no projeto de Águas Residuais Domésticas. Este tipo de erros é comum em algumas especialidades, em que após a alteração de determinada informação, por lapso, esta não é atualizada em todas as peças desenhadas onde é representada.

Outro tipo de erros facilmente detetados através de uma modelação tridimensional é a passagem de tubagens em vãos, ou um tubo de queda cuja prumada foi definida numa parede com altura inferior ao pé direito, identificada a azul na Figura 18.

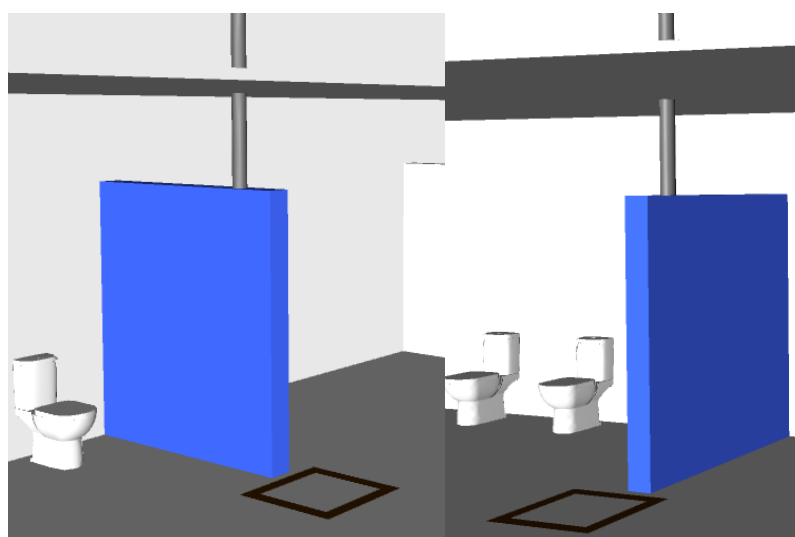


Figura 18 – Incompatibilidade entre Arquitetura e Projeto de Águas Residuais Domésticas

Este e outros erros semelhantes, onde existe uma colisão entre objetos, serão analisados no capítulo seguinte, referente ao estudo de incompatibilidades entre especialidades.

4.2. ESTUDO DE INCOMPATIBILIDADES ENTRE ESPECIALIDADES

4.2.1. METODOLOGIA

A revisão tradicional de projetos é constituída por um processo exaustivo e suscetível de falhas, pois tem como objeto de estudo uma quantidade excessiva de elementos.

Quando não há uma preocupação inicial com a compatibilização entre os projetos das várias especialidades, é necessário depois confrontar os elementos de todas as especialidades, sendo as peças desenhadas e o caderno de encargos os de maior relevância. Esta atividade torna-se ainda mais difícil quanto maior a dimensão do empreendimento e a quantidade de projetos de especialidades elaborados.

Uma forma de verificar a compatibilidade entre projetos de várias especialidades é através da sobreposição das respetivas peças desenhadas. No entanto, dada a falta de noção de profundidade ou a ausência de informação, torna-se num processo muito complicado e com um grau de incerteza elevado, como é possível verificar através das peças desenhadas no Anexo A.1, ilustrando em papel os modelos virtuais desenvolvidos no âmbito do presente TFM. Por esse motivo, na grande maioria dos casos, a compatibilização entre especialidades é remetida para a fase de execução da empreitada.

A metodologia *BIM* vem substituir essa quantidade exagerada de elementos a analisar, por um único modelo onde está incluída toda a informação. Esta alteração de paradigma torna a revisão de projetos num processo muito mais detalhado e significativamente mais eficiente.

Neste capítulo, será analisada a compatibilidade entre os projetos de especialidades, através dos seus respetivos modelos e como já foi referido em capítulos anteriores, com recurso ao *Navisworks*, versão 2017, da *Autodesk*.

Trata-se de um *software* desenvolvido para o âmbito da gestão de projeto. Nele é possível, entre outras funcionalidades, realizar uma análise integral e obter um entendimento geral dos modelos, permitindo assim uma melhor coordenação das especialidades. O comando desenvolvido para esse efeito é o *Clash Detective*, que permite a realização de testes entre modelos com o objetivo de detetar interseções entre elementos. Através desta ferramenta é possível criar relatórios onde são identificadas colisões entre objetos (Figura 19).

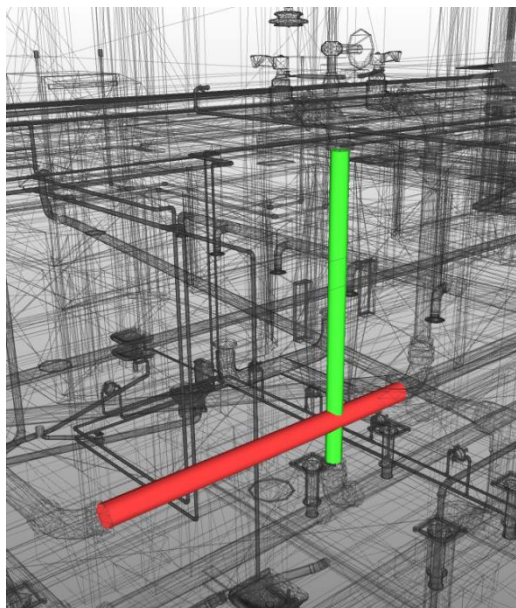


Figura 19 – Identificação de uma colisão entre duas tubagens

O modelo final, apresentado na Figura 20, resulta da combinação dos modelos parciais desenvolvidos com recurso ao *Revit*. Este será o objeto de estudo da análise de incompatibilidades entre os projetos de especialidades.

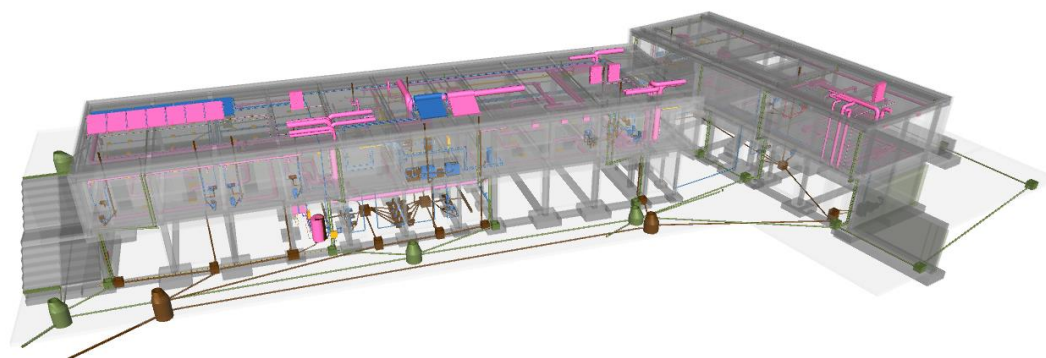


Figura 20 – Combinação dos modelos

No Anexo A.2 apresentam-se em detalhe os resultados dos testes realizados entre os modelos referentes às diferentes especialidades. Este é constituído por tabelas onde a cada incompatibilidade é atribuída uma referência mediante os modelos confrontados, uma imagem que ilustram os elementos que lhe dão origem, a sua classificação e uma possível solução para a resolução da incongruência em questão.

4.2.2. DETEÇÃO DE COLISÕES

A deteção de colisões, como descrito no subcapítulo anterior, foi realizada com recurso ao comando *Clash Detective* do *Navisworks*. Através desta funcionalidade é possível a criação de testes que identificam interseções entre objetos, sejam de outros ou do próprio modelo, se assim for definido.

Estes testes são recíprocos, ou seja, o resultado da confrontação do modelo A com o B é o mesmo que o B com o A. Logo não é necessário realizar novos testes incluindo as especialidades cuja compatibilidade já tenha sido analisada em verificações anteriores.

Assim sendo, foram realizados 36 testes confrontando os diferentes modelos individualmente, de modo a obter um resultado o mais pormenorizado possível. Houve, no entanto, a necessidade de elaborar um teste adicional confrontando o modelo de AVAC entre si, dado que durante a modelação dessa especialidade foram detetadas possíveis incompatibilidades entre condutas sobre o teto falso.

Os testes realizados identificaram 3680 colisões, sendo que na Tabela 2 é apresentado o resultado dessas confrontações após uma triagem, onde se retiraram os erros de modelação e foram agrupadas as incompatibilidades definidas por mais do que uma colisão.

Tabela 2 – Quantificação das incompatibilidades entre especialidades

Modelos	A	E	AP	AR	P	S	G	AV	I
A	-	14	2	2	0	1	0	2	1
E	14	-	36	8	9	5	1	47	2
AP	2	36	-	13	3	0	2	12	0
AR	2	8	13	-	4	0	4	8	0
P	0	9	3	4	-	2	3	12	0
S	1	5	0	0	2	-	0	2	0
G	0	1	2	4	3	0	-	0	0
AV	2	47	12	8	12	2	0	3	3
I	1	2	0	0	0	0	0	3	-

Legenda:

- A – Arquitetura
- E – Estabilidade
- AP – Águas Prediais
- AR – Águas Residuais Domésticas
- P – Águas Pluviais
- S – Segurança Contra Incêndio
- G – Gás Natural
- AV – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
- I – Iluminação

Nos testes realizados foram identificadas 201 incompatibilidades, sejam colisões simples ou compostas por várias interseções. Este valor corresponde ao somatório dos valores acima da diagonal principal da Tabela 2, incluindo o resultado do teste da confrontação do modelo de AVAC entre si.

No entanto, esta quantificação aumenta para 399, se as incongruências forem consideradas individualmente por especialidade quando confrontadas com as restantes, conforme se apresenta no Gráfico 2. Este valor corresponde à soma das incompatibilidades por linha, ou coluna uma vez que a matriz é simétrica.

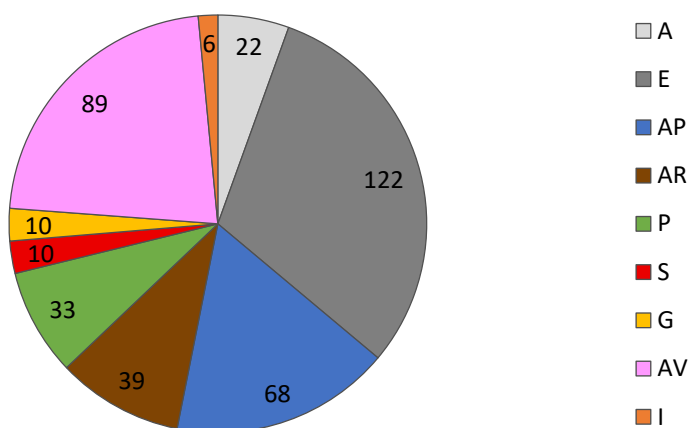


Gráfico 2 – Incompatibilidades por especialidade

A especialidade com um maior número de incompatibilidades entre os outros modelos é o da Estabilidade. Outros modelos que apresentaram um número de incompatibilidades elevado, e que por isso também requerem alguma atenção, são o de AVAC e o de Águas Prediais.

O Gráfico 3 ilustra o resultado dos testes entre os modelos, discriminando as incompatibilidades por especialidade.

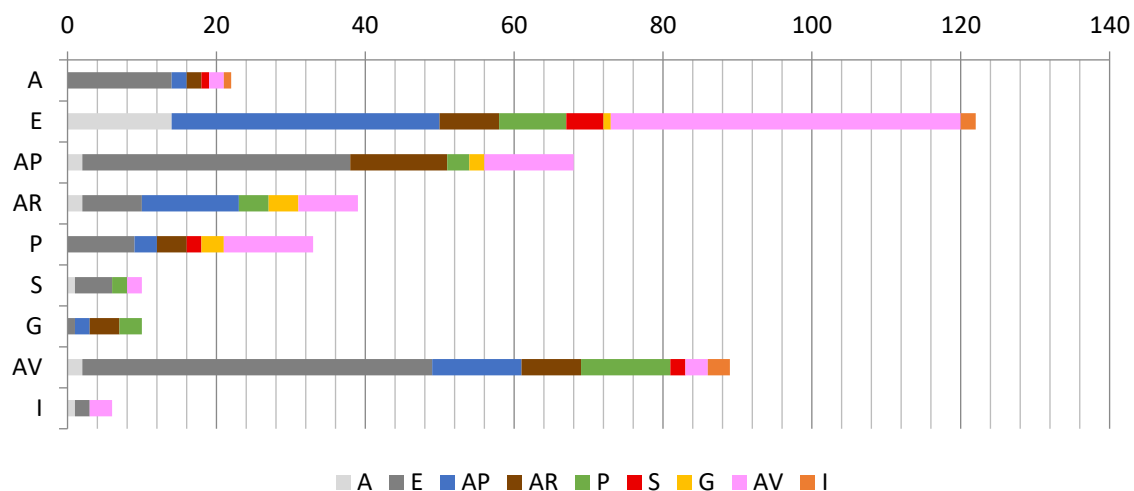


Gráfico 3 – Incompatibilidades discriminadas por especialidade

Os testes de colisões identificaram várias incompatibilidades entre o modelo de Estabilidade com os das restantes especialidades. No entanto, as confrontações que requerem uma maior atenção são com o modelo de AVAC e com o de Águas Prediais, as três especialidades que já tinham sido identificadas com o maior número de incongruências. Estas representam 41 % do total de incompatibilidades detetadas, resultando, entre outros casos, de colisões entre vigas e condutas ou pilares e tubagem.

No entanto, nem todas as incompatibilidades são detetadas pelo *Clash Detective*, sendo por isso bastante útil uma verificação visual dos modelos. Só desta forma é possível identificar incongruências que não resultem de colisões entre objetos. Como é o caso de uma luminária na Figura 21, cuja cota não foi compatibilizada com o modelo de Arquitetura.

No entanto, como se trata do mesmo tipo de incompatibilidade entre as duas luminárias representadas na figura e o modelo de Arquitetura, estas serão analisadas em conjunto.

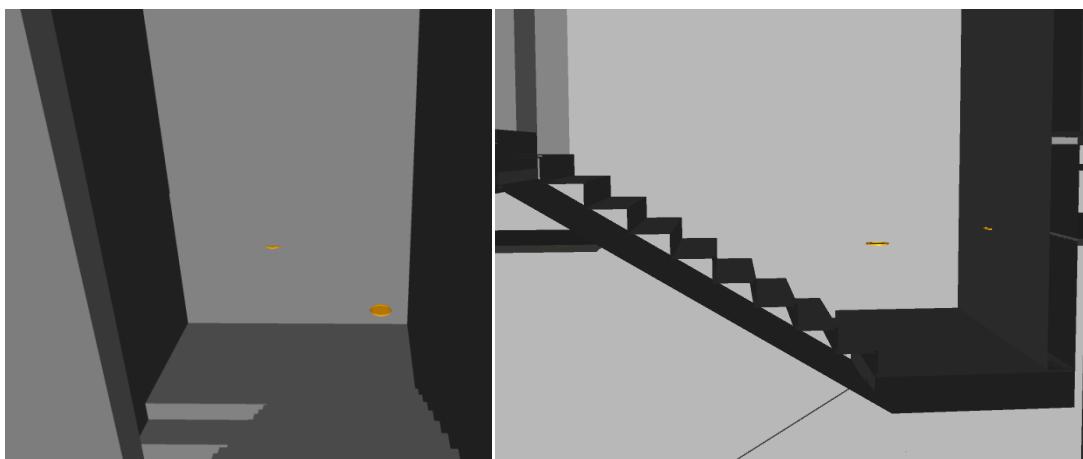


Figura 21 – Detecção visual de uma incompatibilidade entre o modelo de iluminação e o de arquitetura

4.2.3. CLASSIFICAÇÃO DE INCOMPATIBILIDADES

Por defeito, o *Clash Detective* facultava um sistema de classificação das colisões. As que são detetadas pela primeira vez no teste são qualificadas como *New*. Caso o utilizador não lhe altere a classificação, o *software* modificará essa classificação para *Active* ou *Resolved*, quando o respetivo teste for atualizado, dependendo da sua existência ou resolução, respetivamente. Existem outros dois tipos de classificação, no entanto, caberá ao utilizador atribuí-las às colisões detetadas, são elas: *Reviewed* ou *Approved*.

A definição do sistema de classificação das colisões detetadas nos testes realizados teve por base o sistema original do *software*. Assim, foram estipuladas as condições (Tabela 3), que permitem classificar cada colisão mediante a sua compatibilidade em fase de projeto.

Tabela 3 – Sistema de classificação de colisões e incompatibilidades

Classificação	Condição
<i>Active</i>	Colisão ou incompatibilidade cuja solução necessita de revisão ou alteração de projeto
<i>Reviewed</i>	Colisão ou incompatibilidade cuja alteração em obra requer de aprovação ou validação do projetista
<i>Approved</i>	Colisão ou incompatibilidade cuja solução em obra não exige aprovação ou validação do projetista
<i>Resolved</i>	Colisão ou incompatibilidade que resulta de um erro de modelação

ado que os erros de modelação resultam da não compatibilização entre modelos, estes foram considerados pouco relevantes para a análise das incompatibilidades, e como tal ignorados na análise da compatibilidade entre modelos. Serve de exemplo a colisão entre um pilar e o teto falso, ou uma colisão entre ligações dos objetos no mesmo modelo.

A atribuição da classificação das incompatibilidades teve como princípio base a Portaria n.º 704-H/2008 de 29 de julho, que na alínea t) do Artigo 1.º define que um projeto de execução é “o documento elaborado pelo Projetista, a partir do estudo prévio ou do anteprojeto aprovado pelo Dono de Obra, destinado a facultar todos os elementos necessários à definição rigorosa dos trabalhos a executar”.

Ainda no mesmo documento, no n.º. 1 do artigo 7º é discriminado que “O Projeto de Execução desenvolve o Projeto Base aprovado, sendo constituído por um conjunto coordenado das informações escritas e desenhadas de fácil e inequívoca interpretação por parte das entidades intervenientes na execução da obra, obedecendo ao disposto na legislação e regulamentação aplicável.”.

Considerando esta definição, a classificação das incompatibilidades foi atribuída respeitando os projetos de especialidades elaborados e analisando as condições da sua execução em obra, conforme se apresenta no Anexo A.3.1 e se resume no Gráfico 4.

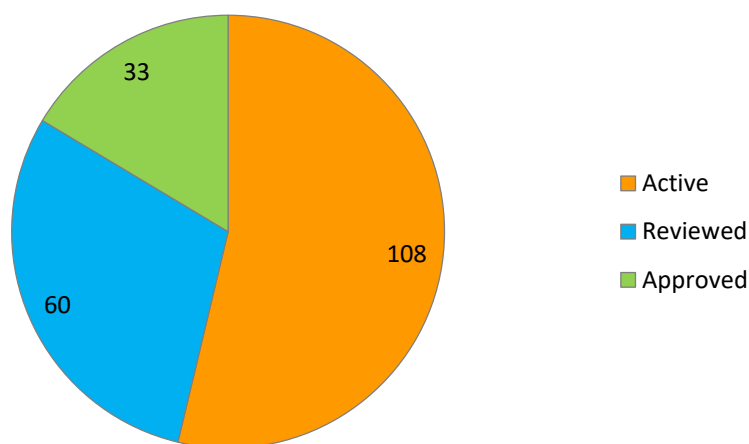


Gráfico 4 – Classificação das incompatibilidades

Num total de 201 incompatibilidades, 108 foram classificadas como *Active*, ou seja, que necessitam de revisão ou alteração de projeto. Das restantes, 60 requerem aprovação da equipa de projetistas na sua resolução e apenas 33 podem ser solucionadas em obra sem a necessidade de a consultar.

No Gráfico 5, estão ilustradas as classificações das incompatibilidades detetadas, por especialidade. É de salientar que as especialidades que necessitam de uma maior preocupação são a Estabilidade e o AVAC, dado que a grande maioria das incompatibilidades detetadas não permite a execução destas especialidades em obra de acordo com os projetos de conceção.

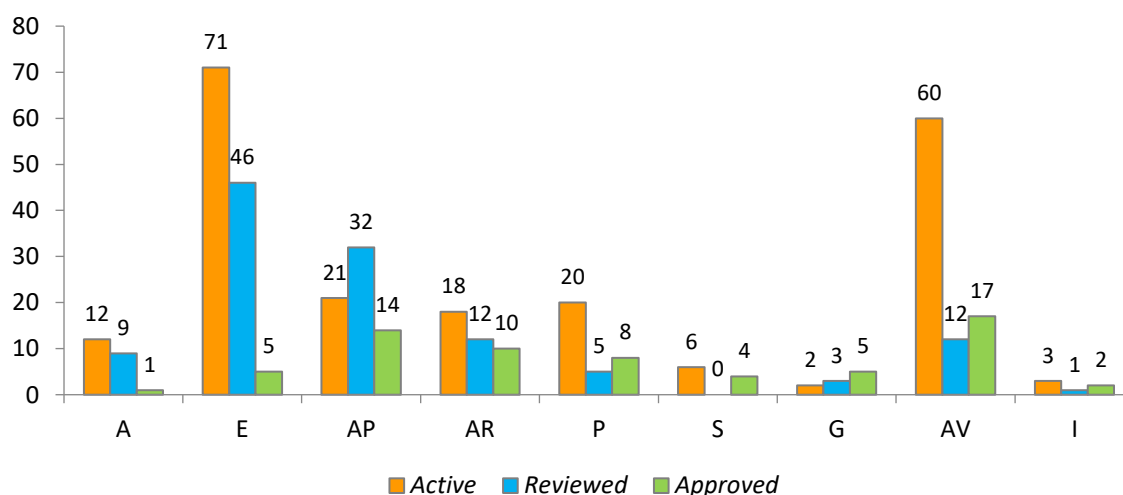


Gráfico 5 – Classificação das incompatibilidades discriminadas por especialidade

4.2.4. ANÁLISE DE POSSÍVEIS SOLUÇÕES

Depois de classificadas todas as incompatibilidades foram analisadas possíveis soluções que permitissem a sua resolução, de modo a que a sua execução não alterasse de forma substancial a conceção dos projetos elaborados.

No entanto, esta análise é meramente indicativa, pelo que neste tipo de situações, deverão ser sempre consultadas as equipas de projetistas, respeitando assim os seus direitos enquanto autores de projeto.

Na análise de soluções das incompatibilidades deve ser definida uma hierarquia das especialidades, ou dos elementos, que dão origem a essas colisões, definindo qual a solução prioritária a adotar.

Por exemplo, dos pontos de vista económico e de execução, quando três tubagens colidem com uma caleira técnica, como ilustrado na Figura 22, a solução a adotar seria a sobrelevação desta última, uma vez que se trata de um elemento flexível e implica um menor número de correções face à alteração das canalizações (LODPlanner, 2018).

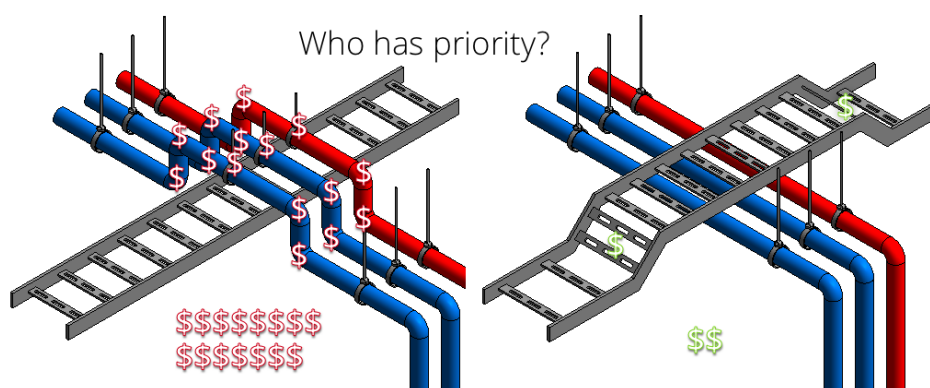


Figura 22 – Prioridade na resolução de incompatibilidades (Fonte: LOD Planner)

De forma a prever ou solucionar as incompatibilidades entre elementos de diferentes especialidades, é necessário definir uma hierarquia entre estas ou as condições que regem o desenvolvimento dos seus projetos (Figura 23).

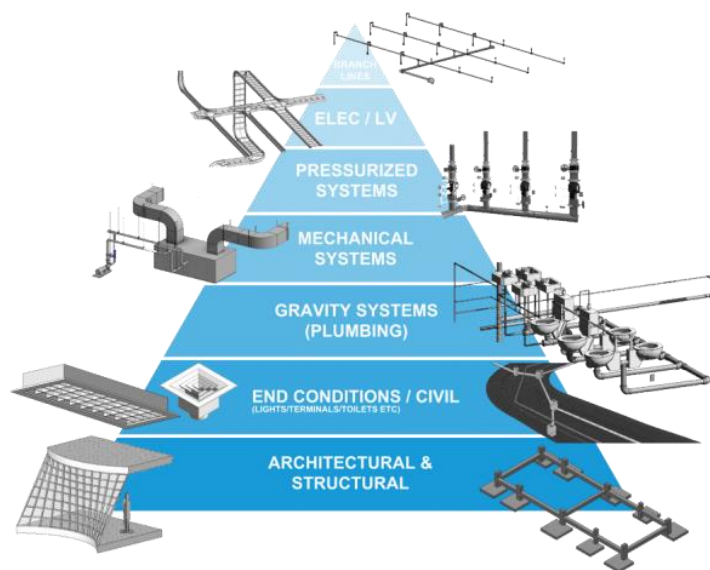


Figura 23 – Sistema de hierarquização no desenvolvimento de projetos de especialidades (Fonte: LOD Planner)

Relativamente às confrontações entre a Estabilidade e as restantes especialidades, dado que apenas foram apresentados pormenores construtivos relativos a negativos em paredes e lajes de betão armado, as soluções sugeridas para as incompatibilidades entre pilares ou vigas e elementos de outras especialidades, respeitam a preservação destes elementos estruturais, assegurando a segurança da estrutura do edifício e a forma geométrica destes componentes.

No Gráfico 6 estão sintetizados os tipos de medidas de intervenção sugeridos para adotar perante as incompatibilidades detetadas com recurso aos testes realizados através do *Clash Detective* (Gráfico 4).

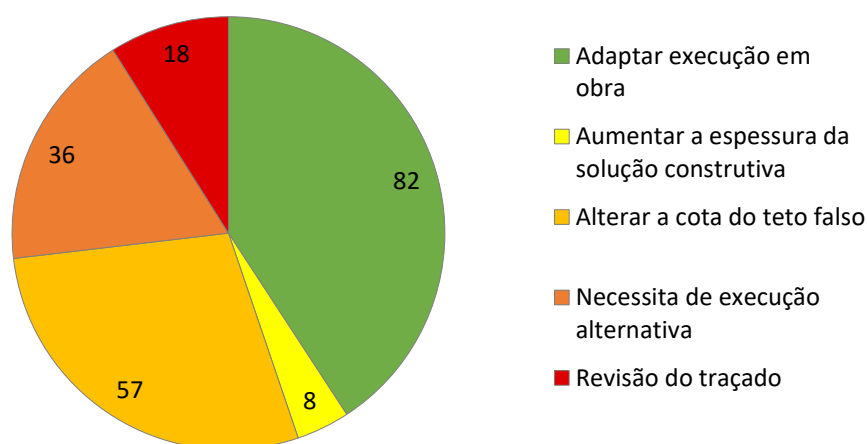


Gráfico 6 – Medidas de intervenção sugeridas para as incompatibilidades detetadas

Apesar de 82 incompatibilidades poderem ser solucionadas adaptando a sua execução em obra, as restantes 119 podem necessitar de alterações ou revisão das condições para as quais foram concebidas.

Cerca de um terço das incongruências (65) podem ser solucionadas com alteração no projeto de Arquitetura. Das quais 8 implicariam aumentar a espessura de algumas soluções construtivas, nomeadamente nas lajes e pontualmente em paredes, aumentando a espessura da betonilha de regularização ou dos revestimentos, respetivamente.

A medida que poderá solucionar grande parte dessas incompatibilidades é a alteração da cota dos tetos falsos. A sua implementação iria permitir a instalação de condutas e coletores de uma forma compatível com a estrutura do edifício. No entanto, teria como principal consequência a diminuição do pé direito, o que afeta os vãos envidraçados exteriores que teriam de ser compatibilizados com esta alteração. Dado o impacto desta medida nos projetos iniciais, a sua adoção necessitaria da aprovação da equipa de projetistas responsáveis pela Arquitetura. Não sendo possível a implementação desta medida, essas incompatibilidades deverão ser sujeitas a uma revisão ou a um estudo de soluções alternativas para a sua execução.

De salientar que 27 % das soluções para as incompatibilidades detetadas (54) necessitam de uma revisão de projeto, dado que não é possível a sua execução em obra de acordo com a sua conceção.

No Gráfico 7, resumindo as tabelas do Anexo A.3.2, está ilustrada a influência que cada tipo de medida de intervenção teria na resolução das incompatibilidades detetadas, face à classificação a estas atribuídas.

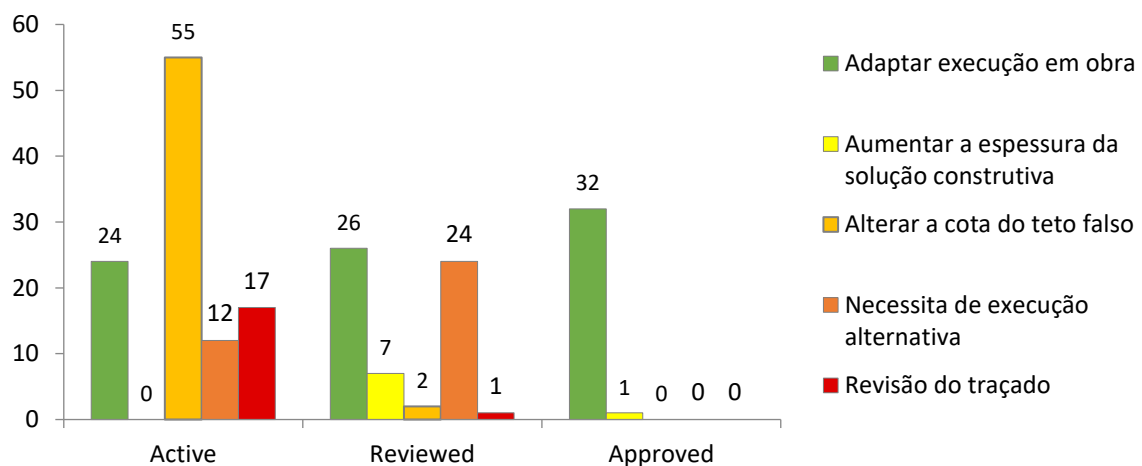


Gráfico 7 – Medidas de intervenção discriminadas por classificação das incompatibilidades

Apesar da atribuição da classificação, associada à incompatibilidade das situações identificadas em projeto, 82 incongruências podem ser resolvidas adaptando a sua execução em obra. São exemplos dessa adaptação a compatibilização de vãos envidraçados interiores com pilares, a criação de desníveis em condutas de ventilação para as ajustar às singularidades dos tetos falsos, ou a instalação de águas prediais sobre o teto falso, no entanto 26 carecem de validação por parte da equipa de projetistas.

Uma medida cuja implementação seria relevante na diminuição do número de incompatibilidades é a alteração da cota dos tetos falsos, como referido anteriormente. Apesar de ter um impacto circunstancial na Arquitetura, reduzindo o pé direito, ao aumentar a espessura da caixa de ar entre o teto falso e a laje de betão armado, seria possível evitar colisões entre vigas e condutas de ventilação, assim como conflitos entre coletores de águas residuais domésticas e condutas ou equipamentos de ventilação instalados nesse espaço.

Outra mais valia da implementação desta medida seria a redução significativa na quantidade de revestimento a aplicar em paredes e na diminuição da altura dos vão envidraçados, o que representaria uma redução nos custos da empreitada.

Uma medida que também poderia ser estudada, mediante aprovação da equipa de projetistas, seria o aumento pontual da espessura de determinadas soluções construtivas, possibilitando assim a instalação de tubagem e canalização de modo a não colidir com elementos estruturais. Esta medida permitiria solucionar 8 incompatibilidades.

As restantes 54, classificadas como *Active* e *Reviewed*, necessitariam de revisão e/ou de um estudo alternativo para a sua execução em obra, assim como o projeto de AVAC, caso não seja possível a implementação da alteração da cota dos tetos falsos.

5. CONCLUSÕES

5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sendo o objetivo do presente Trabalho Final de Mestrado a análise da compatibilidade entre projetos de várias especialidades com recurso ao *BIM*, e considerando os resultados obtidos, é notória a vantagem da aplicação desta metodologia no âmbito da conceção de projetos.

Em Portugal ainda há a filosofia de que em obra tudo se resolve, e apesar de se tratar de um projeto de execução, quando analisadas 9 das 14 especialidades elaboradas no âmbito do licenciamento do edifício em causa, verificou-se que grande parte das incompatibilidades detetadas não eram possíveis de executar conforme os respetivos projetos.

Foram estudadas medidas de intervenção ou possíveis soluções para a resolução das incompatibilidades. Apenas 41 % têm solução adaptando a sua execução em obra. Cerca de 32 % poderão ser resolvidas através das alterações sugeridas, mediante aprovação por parte da equipa projetista de arquitetura. No entanto, caso não seja possível a implementação destas medidas, estas incompatibilidades deverão ser adicionadas às restantes 27 % que necessitam de alteração ou revisão de projeto. São este tipo de situações que podem contribuir para atrasos na empreitada e incumprimentos no orçamento previsto.

A aplicação da metodologia *BIM* permite, na conceção de projetos, a minimização de erros e omissões e, por sua vez, uma melhor otimização do resultado final. Assim, será garantido um melhor controle de custos e dos trabalhos a mais, possibilitando uma execução da empreitada focada no rendimento das atividades, em detrimento da deteção e resolução de incompatibilidades entre especialidades.

Outra mais valia desta metodologia é o facto de possibilitar a utilização da informação e dos respetivos modelos acompanhando o ciclo de vida de um empreendimento, como na sua exploração, manutenção, eventuais alterações, assim como na demolição do mesmo.

Apesar desta metodologia estar implantada há vários anos em diversos países a nível mundial, em Portugal só começou a ser explorada há pouco tempo. Atualmente, existe um número reduzido de organizações que seguem esta metodologia e por se tratar de uma área do conhecimento ainda recente em território nacional, grande parte das formações implicam um investimento considerável.

Desta forma, é importante que as instituições de ensino incorporem o *BIM* nos planos curriculares dos seus cursos, bem como em formações complementares, com o objetivo de dotar os seus discentes de competências cada vez mais requisitadas pelo mercado de trabalho.

5.2. CONSIDERAÇÕES FUTURAS

Numa perspetiva de continuidade do presente Trabalho Final de Mestrado, seria interessante completar a modelação das especialidades ligadas à Eletrotecnia, nomeadamente o projeto de Eletricidade e o de Telecomunicações. Ou em alternativa, no âmbito do *Facility Management*, a aplicação de um Plano de Manutenção dos modelos desenvolvidos, associando a informação necessária para que essa tarefa fosse possível.

Outro tipo de desenvolvimento que poderá dar continuidade a este TFM é a elaboração de um plano de atividades associado à execução da empreitada.

O *BIM* é uma metodologia contínua e por esse motivo permite uma variedade de opções cujas utilizações e respetivos fins poderão ser desenvolvidos a partir deste Trabalho.

BIBLIOGRAFIA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Institute of Architects (2007). *Integrated Project Delivery: A Guide, versão 1*

American Institution of Architects (2013) *Division of Facilities Construction and Management, G202 - Project Building Information Modeling Protocol Form*

Azenha, M., Lino J. C., Caires, B., (2014). *Curso BIM*, Ordem dos Engenheiros

Bilal Succar, (2015). *Definition of BIM*. Disponível a partir de <https://www.youtube.com/watch?v=hq9kgF8EOSQ> (Acesso em: 13/04/2018)

BIM Forum USA (2015). *Level Of Development Specification, October 30, 2015*

BIMe Initiative (2018). *BIM Dictionary*. Disponível a partir de <https://bimdictionary.com/> (Acesso em: 13/04/2018)

Cabinet Office (julho de 2012), *Government Construction Strategy, One Year On Report and Action Plan Update*

Câmara Municipal de Cascais (2017). *Lançamento da 1ª pedra Parede FC*. Disponível a partir de <https://www.cascais.pt/galeria-de-imagens/lançamento-da-1a-pedra-parede-fc> (Acesso em: 17/05/2018)

Georgia Institute of Technology. *Professor Emeritus Charles Eastman*. Disponível a partir de <https://arch.gatech.edu/people/charles-eastman> (Acesso em: 17/04/2018)

LOD Planner (2018). *BIM Stories*. Disponível a partir de: <https://www.lodplanner.com/bim-blog/> (Acesso em: 25/03/2018)

Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações (2008), *Portaria n.º 701-H/2008, Diário da República, 1ª Série – n.º 145 de 29 de julho de 2008*

Ministério do Planeamento e Infraestruturas (2017), *Decreto-Lei n.º 111-B/2017, Diário da República, 1ª Série – n.º 168 de 31 de agosto de 2017*

Objetivo Lua (2018), *Diretores de Obra: As dificuldades profissionais, os imprevistos previsíveis*.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BIM Forum (novembro de 2017), *Level of Development Specification Guide*

BIM Forum (novembro de 2017), *Level of Development Specification Part I*

BIM Object, [Biblioteca de objetos]. Disponível a partir de: <https://bimobject.com/pt> (Acesso em: 25/01/2018)

BIMe Initiative, *BIM Framework*. Disponível a partir de: www.bimframework.info/ (Acesso em: 13/04/2018)

Câmara Municipal de Cascais (2015), *Parede Foot-Ball Club – Projetos de Execução de Arquitetura e Especialidades*

Comissão Técnica 197, *CT197 BIM*. Disponível a partir de: www.ct197.pt/ (Acesso em: 21/02/2018)

Common BIM Requirements (2012). *Series 1 – General Parts*, Gravicon Oy Tomi Henttinen

Common BIM Requirements (2012). *Series 11 – Management of a BIM project*

Common BIM Requirements (2012). *Series 13 – Use of models in construction*

CT197-BIM (2017), *Guia de Contratação BIM*, Instituto Superior Técnico, Boutik Studio

EDP Gás Distribuição (2014), *Manual de Especificações Técnicas*

NBS National BIM Library, [Biblioteca de objetos]. Disponível a partir de: www.nationalbimlibrary.com/ (Acesso em: 25/01/2018)

Poças, Ana (2015), *Planeamento e controlo de projetos de construção com recurso ao BIM* (Dissertação para obtenção do Grau Mestre em Engenharia Civil) Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Braga

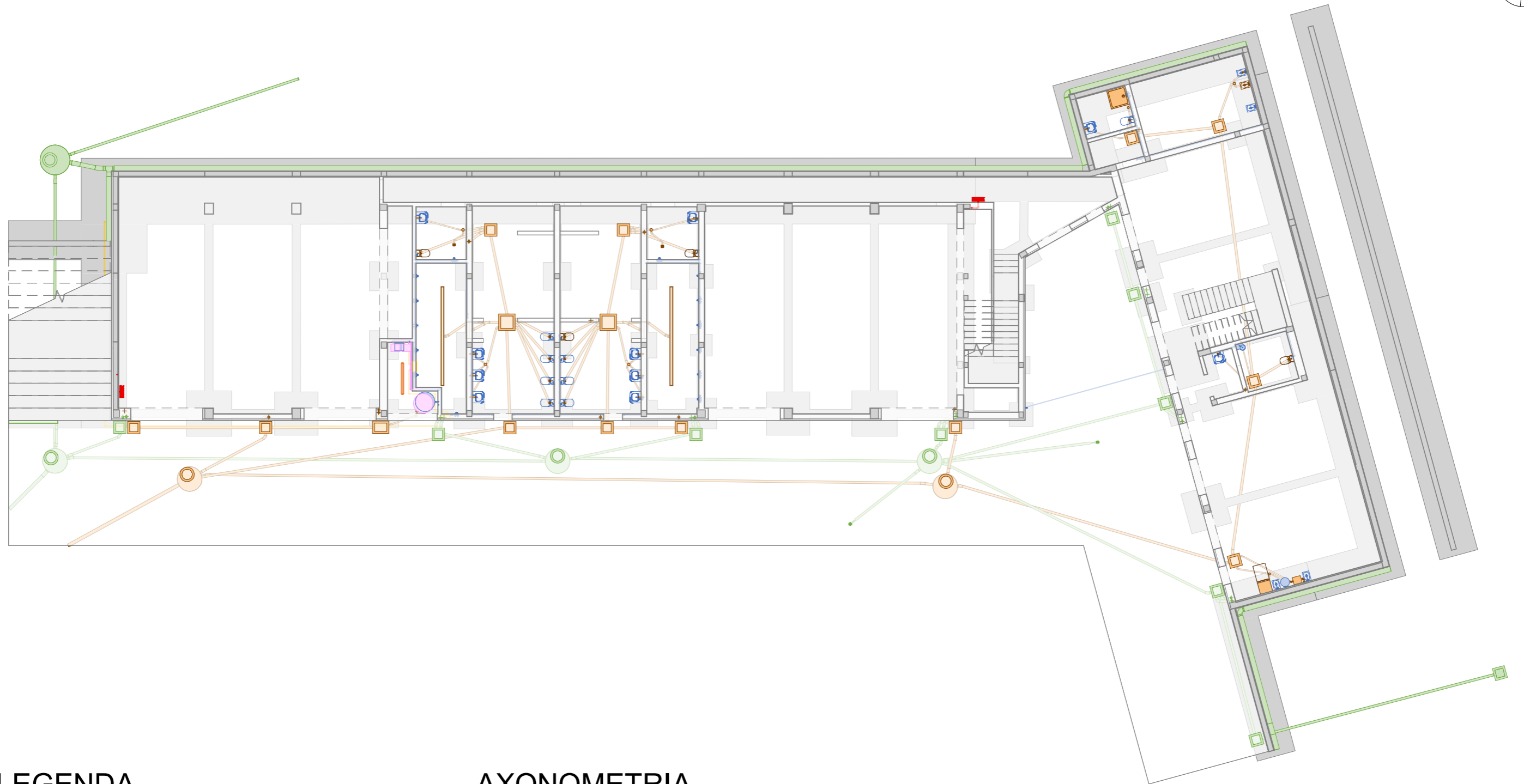
Qualicad (2017), *Curso BIM*

The B1M, *The Definitive Video Channel for Construction*. Disponível a partir de: <https://www.theb1m.com/> (Acesso em: 13/04/2018)

ANEXOS

A.1 PEÇAS DESENHADAS

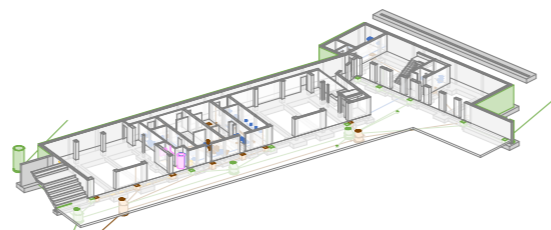
N.º Desenho	Título
A.1.1	Planta do Piso -1
A.1.2	Planta do Piso -1 (teto falso)
A.1.3	Planta do Piso 0
A.1.4	Planta do Piso 0 (teto falso)
A.1.5	Planta de Cobertura



LEGENDA

- Arquitetura
- Estabilidade
- Águas Prediais
- Águas Residuais Domésticas
- Águas Pluviais
- Segurança Contra Incêndio em Edifícios
- Gás Natural
- AVAC
- Iluminação

AXONOMETRIA



Análise da compatibilidade entre projetos de especialidades com recurso ao BIM

Título: Planta do Piso -1

Data: Junho/2018

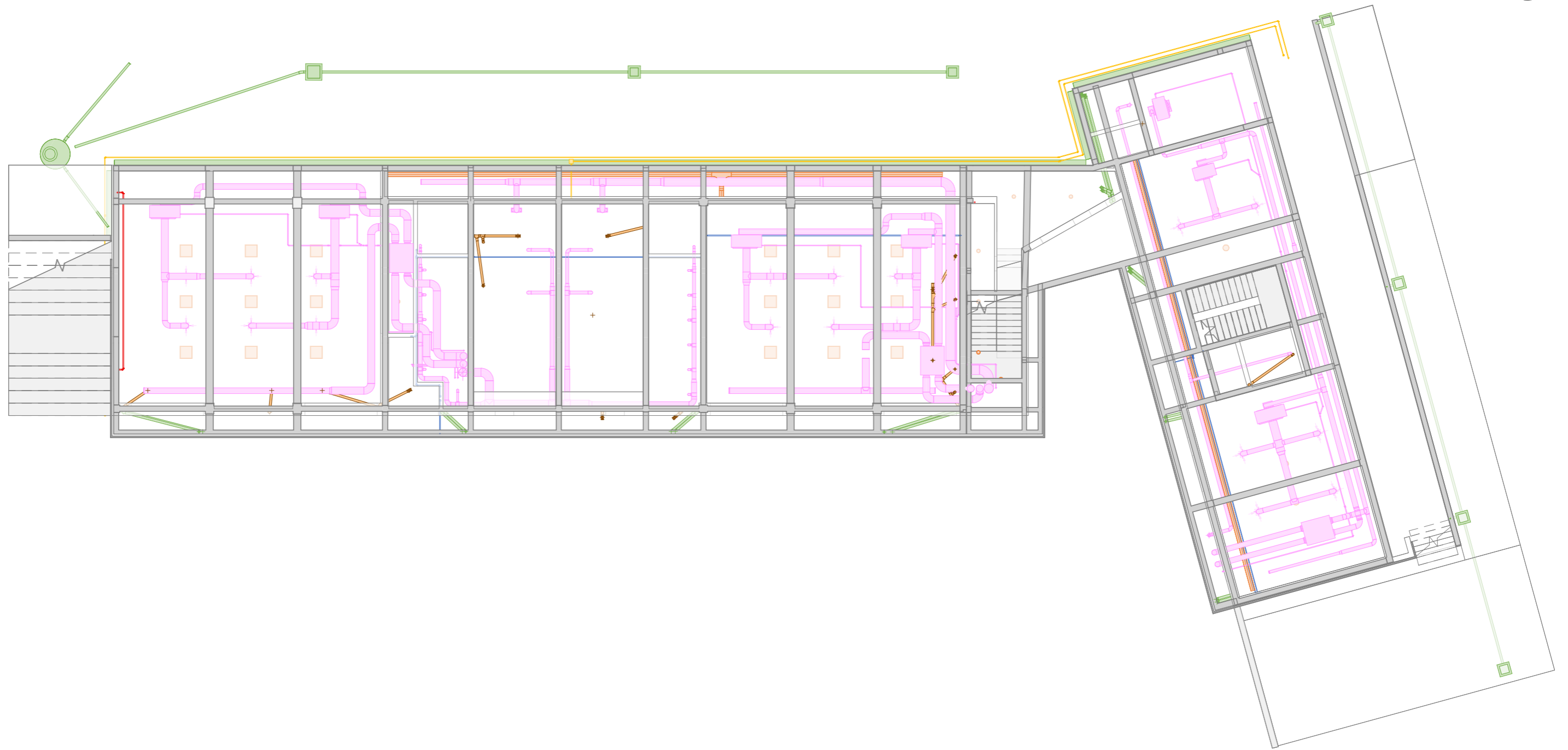
Autor:

Ricardo Simões










Escala: 1 : 200

Des. nº

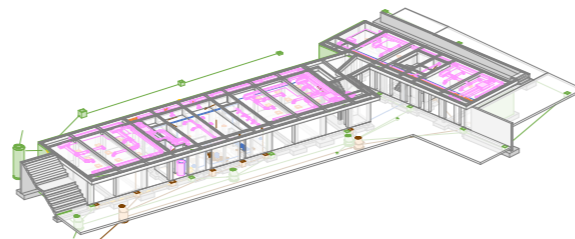
A.1.1



LEGENDA

-  Arquitetura
-  Estabilidade
-  Águas Prediais
-  Águas Residuais Domésticas
-  Águas Pluviais
-  Segurança Contra Incêndio em Edifícios
-  Gás Natural
-  AVAC
-  Iluminação

AXONOMETRIA



Análise da compatibilidade entre projetos de especialidades com recurso ao BIM

Título: Planta do Piso -1 (teto falso)

Data: Junho/2018

Autor:

Ricardo Simões

Escala: 1 : 200

Des. nº

A.1.2



LEGENDA

- Arquitetura
- Estabilidade
- Águas Prediais
- Águas Residuais Domésticas
- Águas Pluviais
- Segurança Contra Incêndio em Edifícios
- Gás Natural
- AVAC
- Iluminação

AXONOMETRIA



Análise da compatibilidade entre projetos de especialidades com recurso ao BIM

Título: Planta do Piso 0

Data: Junho/2018

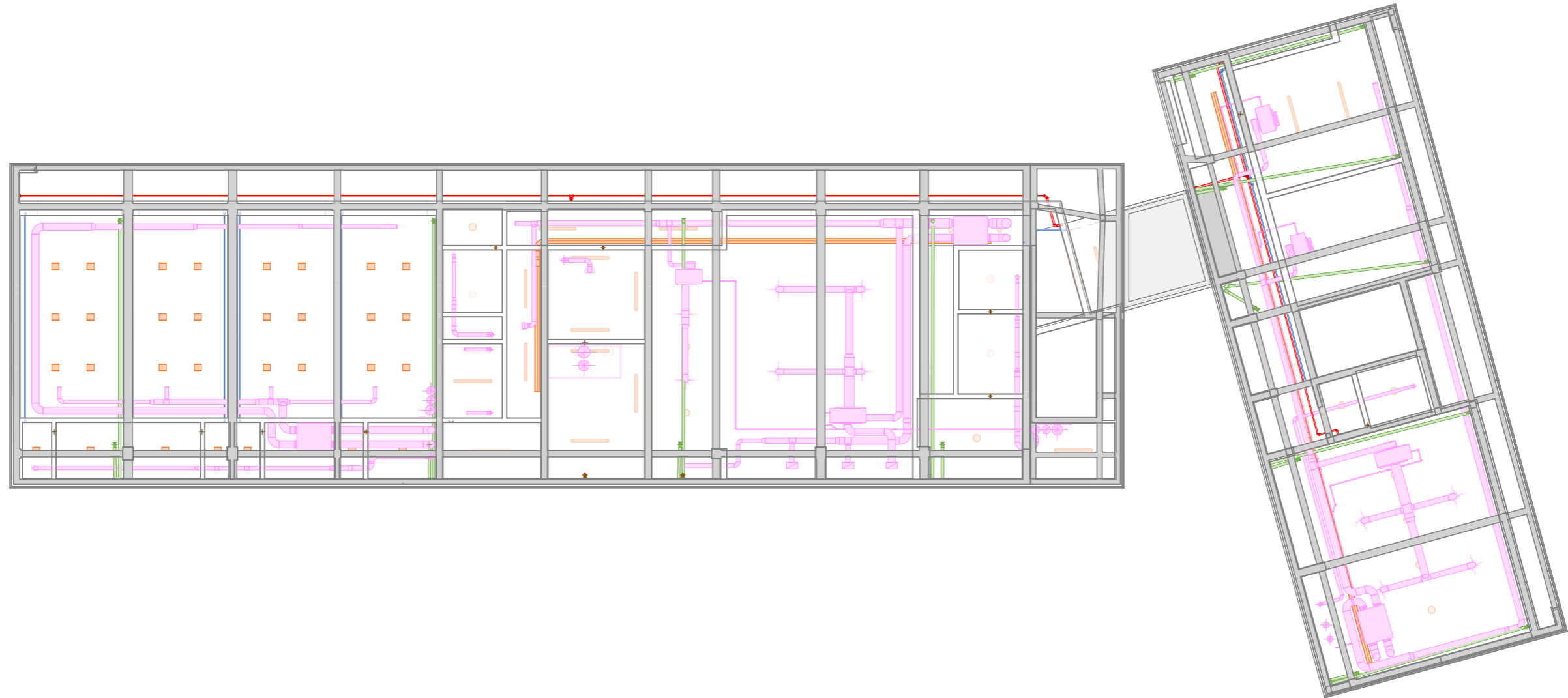
Autor:

Ricardo Simões

Escala: 1 : 200

Des. nº

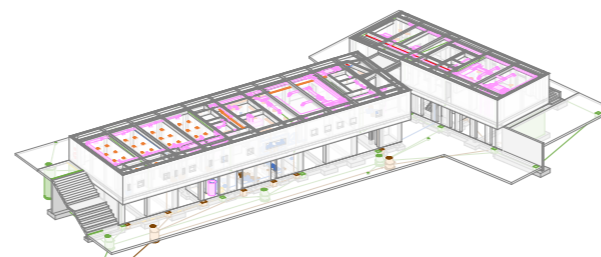
A.1.3



LEGENDA

- Arquitetura
- Estabilidade
- Águas Prediais
- Águas Residuais Domésticas
- Águas Pluviais
- Segurança Contra Incêndio em Edifícios
- Gás Natural
- AVAC
- Iluminação

AXONOMETRIA



Análise da compatibilidade entre projetos de especialidades com recurso ao BIM

Título: Planta do Piso 0 (teto falso)

Data: Junho/2018

Autor:

Ricardo Simões










Des. nº

A.1.4

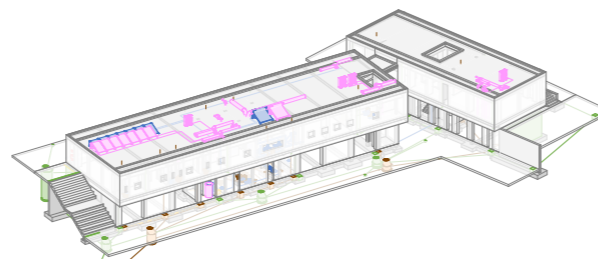
Escala: 1 : 200



LEGENDA

-  Arquitetura
-  Estabilidade
-  Águas Prediais
-  Águas Residuais Domésticas
-  Águas Pluviais
-  Segurança Contra Incêndio em Edifícios
-  Gás Natural
-  AVAC
-  Iluminação

AXONOMETRIA



Análise da compatibilidade entre projetos de especialidades com recurso ao BIM

Título: Planta de Cobertura

Data: Junho/2018

Autor:
Ricardo Simões

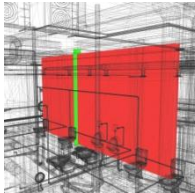
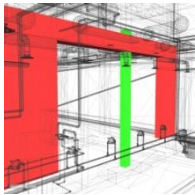
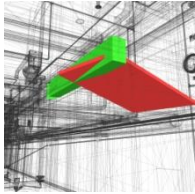
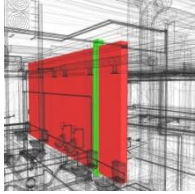
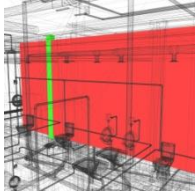
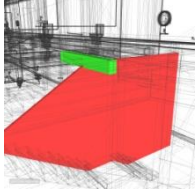
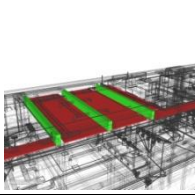
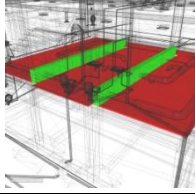
Escala: 1 : 200

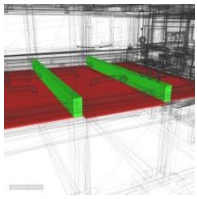
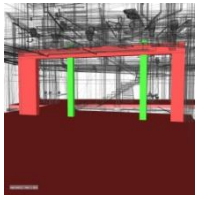
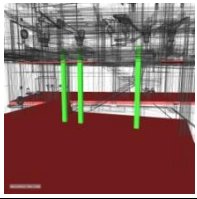
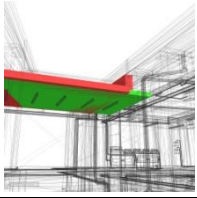
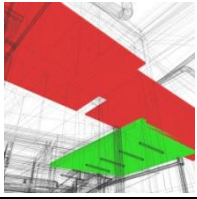
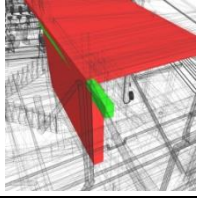
Des. nº

A.1.5

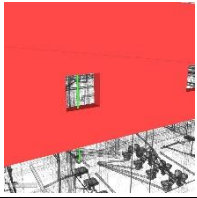
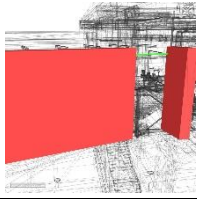
A.2 CONFRONTAÇÃO ENTRE MODELOS

A.2.1. ARQUITETURA E ESTABILIDADE

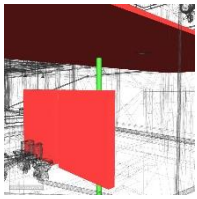
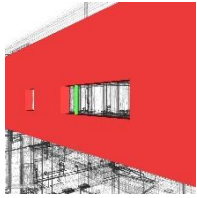
Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
A-E.01		Clash458	Reviewed ●	Vão interior	Pilar	Alinhar a parede com o pilar, ter em atenção a espessura da junta de dilatação
A-E.02		Clash702	Active ●	Vão interior	Pilar	Compatibilização do vão envidraçado interior com o pilar
A-E.03		Clash852	Reviewed ●	Teto falso	Viga	O topo do teto falso deverá coincidir com a base da viga
A-E.04		Clash854	Reviewed ●	Parede	Pilar	Alinhar a parede com o pilar, ter em atenção a espessura da junta de dilatação
A-E.05		Clash914	Reviewed ●	Parede	Pilar	Alinhar a parede com o pilar, ter em atenção a espessura da junta de dilatação
A-E.06		Clash963	Approved ●	Parede	Viga	Ajustar a forma da parede
A-E.07		Rest teto falso	Active ●	Teto falso	Pilar	Adaptar a cota do teto falso, implica diminuição do pé direito
A-E.08		Sala Poliv1 teto falso	Active ●	Teto falso	Viga	Adaptar a cota do teto falso, implica diminuição do pé direito

Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
A-E.09		Sala Poliv2 teto falso	Active ●	Teto falso	Laje	Adaptar a cota do teto falso, implica diminuição do pé direito
A-E.10		Sala Poliv2 Vão int1	Active ●	Vão interior	Viga	Compatibilização do vão envidraçado interior com o pilar
A-E.11		Sala Poliv2 Vão Int2	Active ●	Vão interior	Viga	Compatibilização do vão envidraçado interior com o pilar
A-E.12		Átrio Cobertura	Reviewed ●	Laje e viga	Cobertura	Elevar a laje ou aumentar a espessura do revestimento interior, a última implica diminuição do pé direito
A-E.13		Átrio teto falso	Active ●	Teto falso	Laje	Adaptar a cota do teto falso, implica diminuição do pé direito
A-E.14		Átrio Viga	Reviewed ●	Cobertura e parede	Viga	Alinhar a parede com a viga, ou aumentar a espessura do revestimento exterior

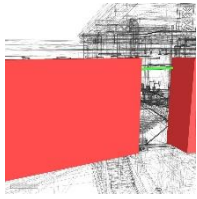
A.2.2. ARQUITETURA E ÁGUAS PREDIAIS

Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
A-AP.01		Clash373	Active ●	Vão envidraçado exterior	Prumada	Deve igualmente ser revista, dado que antecede a AP-AV.06
A-AP.02		Átrio vão	Active ●	Vão exterior	Tubagem	Alteração da localização do traçado da tubagem, a altura do vão corresponde ao pé direito, o que impossibilita a instalação da tubagem nesta parede

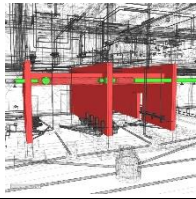
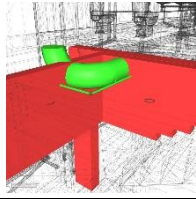
A.2.3. ARQUITETURA E ÁGUAS RESIDUAIS

Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
A-AR.01		Baln Fem Prumada	Active ●	Vão interior	Tubo de queda	Correção da posição da prumada, implica alteração da posição da caixa de visita a jusante
A-AR.02		Clash45	Reviewed ●	Vão envidraçado exterior	Tubo de ventilação	Correção da posição do tubo de ventilação

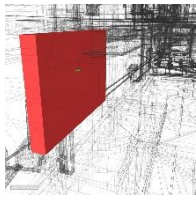
A.2.4. ARQUITETURA E SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS

Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
A-S.01		Átrio Vão	Active ●	Vão exterior	Tubagem	Alteração da localização do traçado da tubagem, a altura do vão corresponde ao pé direito, o que impossibilita a instalação da tubagem nesta parede

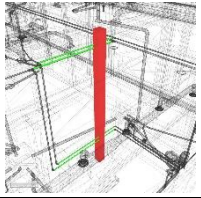
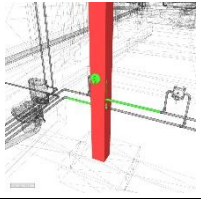
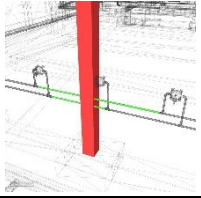
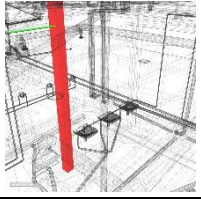
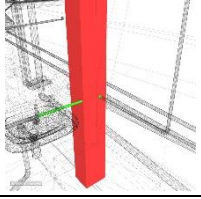
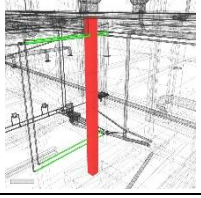
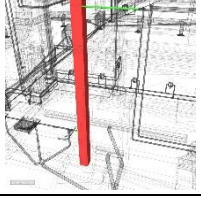
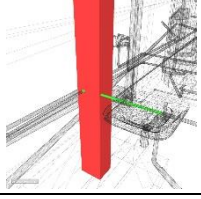
A.2.5. ARQUITETURA E AVAC

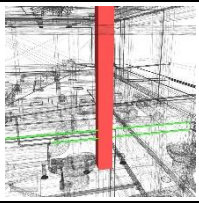
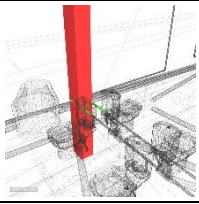
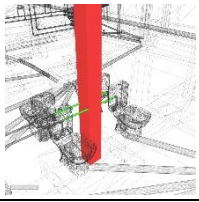
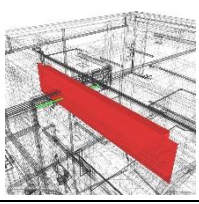
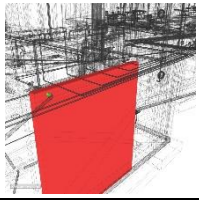
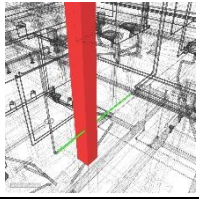
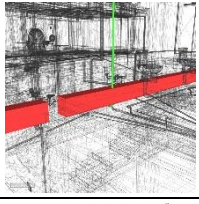
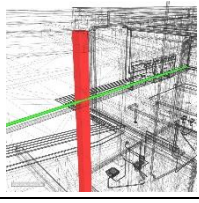
Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
A-AV.01		Baln Conduta	Reviewed ●	Paredes e teto falso	Condutas	Ajustar a cota das condutas com a do teto falso, implica criar desníveis nas condutas
A-AV.02		Esc1 Conduta	Active ●	Paredes	Condutas	Revisão e correção do traçado

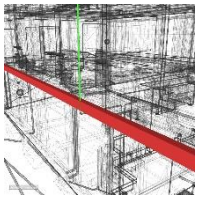
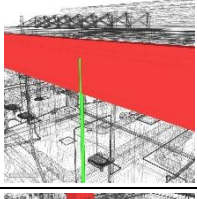
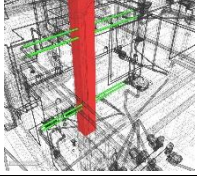
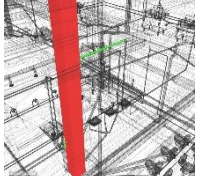
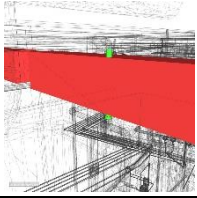

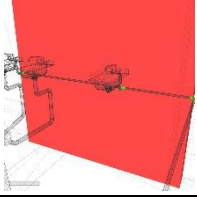
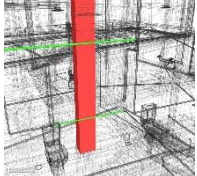
A.2.6. ARQUITETURA E ILUMINAÇÃO


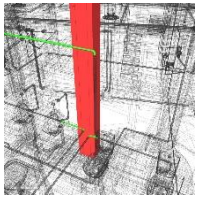
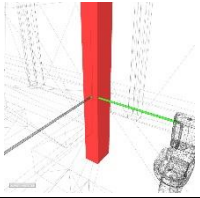
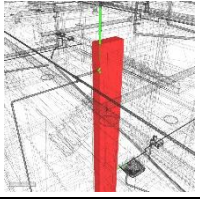
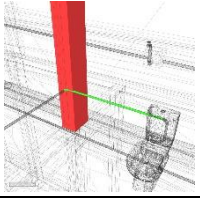
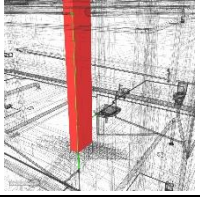
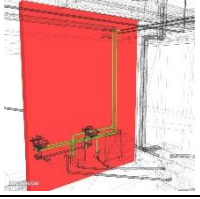
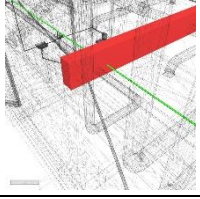
Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
A-I.01		Clash36	Reviewed ●	Parede	Luminária	Ajustar a cota da luminária com a face inferior do patamar das escadas

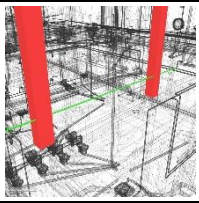
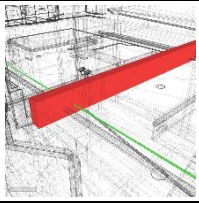
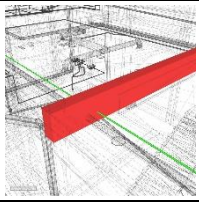
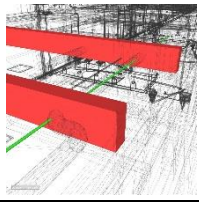
A.2.7. ESTABILIDADE E ÁGUAS PREDIAIS

Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
E-AP.01		Baln Fem Pilar	Reviewed ●	Pilar	Tubagem	Instalação da tubagem sobre o teto falso
E-AP.02		Baln Fem Pilar Chuv1	Active ●	Pilar	Chuveiro	Alterar a posição do chuveiro e instalação da tubagem sobre o teto falso
E-AP.03		Baln Fem Pilar Chuv4	Reviewed ●	Pilar	Tubagem	Instalação da tubagem sobre o teto falso
E-AP.04		Baln Fem Pilar1	Reviewed ●	Pilar	Tubagem	Instalação da tubagem sobre o teto falso
E-AP.05		Baln Fem Pilar2	Reviewed ●	Pilar	Tubagem	Instalação da tubagem sobre o teto falso
E-AP.06		Baln Masc Pilar	Reviewed ●	Pilar	Tubagem	Instalação da tubagem sobre o teto falso
E-AP.07		Baln Masc Pilar1	Reviewed ●	Pilar	Tubagem	Instalação da tubagem sobre o teto falso
E-AP.08		Baln Masc Pilar2	Reviewed ●	Viga	Tubagem	Instalação da tubagem sobre o teto falso

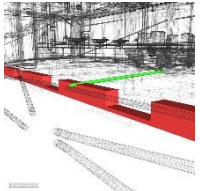
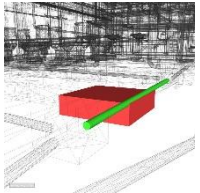
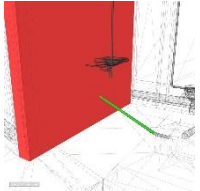
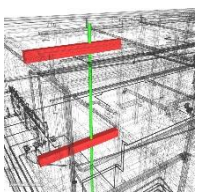
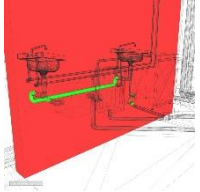
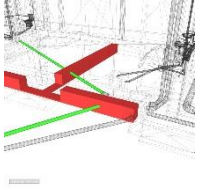
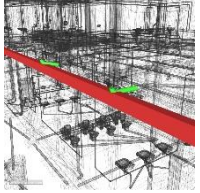
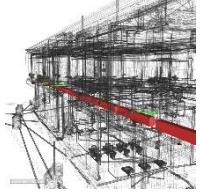
Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
E-AP.09		Baln Rest Pilar	Reviewed ●	Pilar	Tubagem	Instalação da tubagem sobre o teto falso
E-AP.10		Baln Sanitas Pilar1	Reviewed ●	Pilar	Tubagem	Instalação da tubagem sobre o teto falso
E-AP.11		Baln Sanitas Pilar2	Reviewed ●	Pilar	Tubagem	Instalação da tubagem sobre o teto falso
E-AP.12		Clash4	Active ●	Viga	Tubagem	Revisão e correção do traçado, por dar origem a A-AP.02
E-AP.13		Clash5	Reviewed ●	Parede de betão	Tubagem	Prever negativos na parede de betão
E-AP.14		Clash24	Reviewed ●	Pilar	Tubagem	Instalação da tubagem sobre o teto falso
E-AP.15		Clash36	Reviewed ●	Viga	Prumada	Deslocar a prumada
E-AP.16		Clash43	Active ●	Pilar	Tubagem	Instalação da tubagem sobre o teto falso

Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
E-AP.17		Clash51	Active ●	Viga	Prumada	Deve ser revista, dado que antecede a AP-AV.06
E-AP.18		Cobertura Prumada	Active ●	Viga	Prumada	Deve ser revista, dado que antecede a AP-AV.06
E-AP.19		Copa Limpa Pilar1	Reviewed ●	Pilar	Tubagem	Instalação da tubagem sobre o teto falso
E-AP.20		Copa Suja Pilar	Reviewed ●	Pilar	Tubagem	Instalação da tubagem sobre o teto falso
E-AP.21		Esc1 Viga Cob	Reviewed ●	Viga	Prumada	Deve ser revista, dado que antecede a AP-AV.06
E-AP.22		Gab Medic Pilares	Reviewed ●	Pilar	Tubagem	Instalação da tubagem sobre o teto falso
E-AP.23		Gab Médico	Approved ●	Parede de betão	Tubagem	Alinhar a tubagem com o pano de alvenaria, se possível aumentar a sua espessura
E-AP.24		IS Def Rest Pilar	Reviewed ●	Pilar	Tubagem	Instalação da tubagem sobre o teto falso

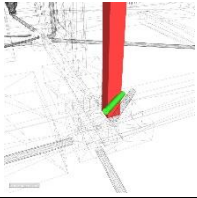
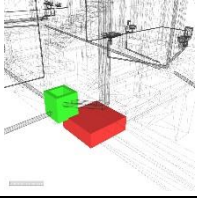
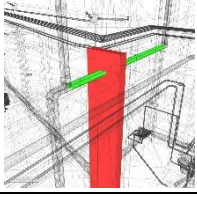
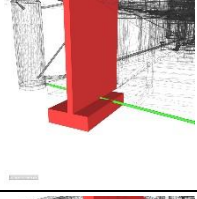
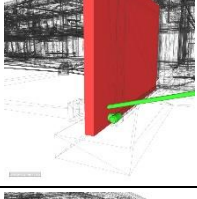
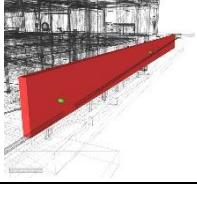
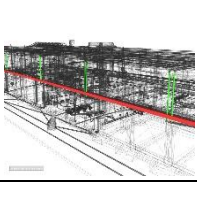
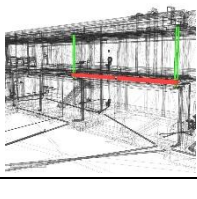
Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
E-AP.25		IS Gab Médic	Active ●	Parede de betão	Tubagem	Instalar o lavatório numa parede de alvenaria ou prever uma outra solução de revestimento interior da parede de betão
E-AP.26		IS Rest Pilar	Reviewed ●	Pilar	Tubagem	Instalação da tubagem sobre o teto falso
E-AP.27		IS Sede Cv Pilar1	Reviewed ●	Pilar	Tubagem	Instalação da tubagem sobre o teto falso
E-AP.28		IS Sede Cv Pilar2	Reviewed ●	Pilar	Prumada	Deslocar a prumada de modo a não interseção o pilar nem as vigas periféricas
E-AP.29		IS Sede P0 Pilar1	Reviewed ●	Pilar	Tubagem	Instalação da tubagem sobre o teto falso
E-AP.30		IS Sede P0 Pilar2	Reviewed ●	Pilar	Prumada	Deslocar a prumada de modo a não interseção o pilar nem as vigas periféricas
E-AP.31		Kitchnet	Reviewed ●	Parede de betão	Tubagem	Alinhar a tubagem com o pano de alvenaria, se possível aumentar a sua espessura
E-AP.32		Kitchnet Viga Transv	Active ●	Viga	Tubagem	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito

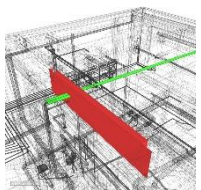
Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
E-AP.33		Rest Pilares	Reviewed ●	Pilar	Tubagem	Instalação da tubagem sobre o teto falso
E-AP.34		Sala Conviv Viga Transv1	Active ●	Viga	Tubagem	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AP.35		Sala Conviv Viga Transv2	Active ●	Viga	Tubagem	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AP.36		Sala Poliv2 Viga	Active ●	Viga	Tubagem	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito

A.2.8. ESTABILIDADE E ÁGUAS RESIDUAIS

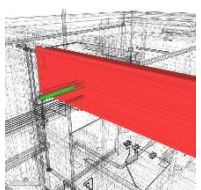
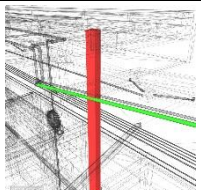
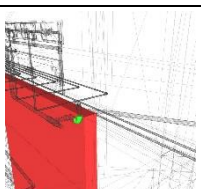
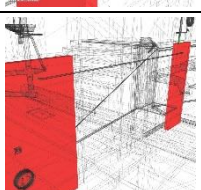
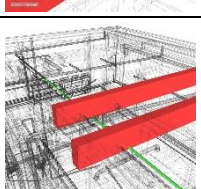
Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
E-AR.01		Clash25	Reviewed ●	Viga de fundação	Coletor	Se possível diminuir a inclinação do coletor
E-AR.02		Clash55	Reviewed ●	Sapata de fundação	Coletor	Se possível diminuir a inclinação do coletor
E-AR.03		IS Gab Médic Lav	Active ●	Parede de betão	Canalizaçã o	Instalar, se possível, o lavatório numa parede de alvenaria ou prever uma solução diferente como revestimento interior da parede de betão
E-AR.04		IS Gab Médic Prumada	Active ●	Vigas	Tubo de ventilação	Deslocar a prumada, pode implicar a alteração da posição da caixa de visita a jusante
E-AR.05		Kitchnet	Reviewed ●	Parede de betão	Canalizaçã o	Alinhar a canalização com a parede de alvenaria, se possível aumentar a espessura da mesma
E-AR.06		Kitchnet Fundações	Reviewed ●	Vigas de fundação	Coletores	Prever negativos nas vigas de fundação
E-AR.07		Viga Post Ext Cv	Active ●	Viga	Canalizaçã o	Instalação da canalização sobre o teto falso, a espessura da betonilha não é suficiente para garantir a inclinação da canalização
E-AR.08		Viga Post Int Cv	Active ●	Viga	Canalizaçã o	Instalação da canalização sobre o teto falso, a espessura da betonilha não é suficiente para garantir a inclinação da canalização

A.2.9. ESTABILIDADE E ÁGUAS PLUVIAIS

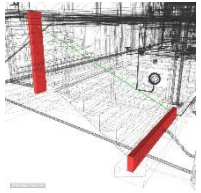
Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
E-P.01		Clash43	Active ●	Pilar	Canalizaçã o	Deixa de existir com a resolução de E-P.02
E-P.02		Clash56	Active ●	Sapata de fundação	Caixa de visita	Prever a execução da caixa de visita numa zona adjacente à fundação (preferencialmente para o lado dos tubos de queda)
E-P.03		IS Gab Médic Coletor	Reviewed ●	Parede de betão	Coletores	Prever negativos na parede de betão
E-P.04		Muro Bancada	Active ●	Muro de betão e respetiva fundação	Coletor	Prever negativos na parede de betão e, se possível, diminuir a inclinação do coletor
E-P.05		Muro Coletor	Reviewed ●	Muro de betão	Coletores	Prever negativos no muro de betão
E-P.06		Muro Ent Sede	Reviewed ●	Muro de betão	Canalizaçã o	Prever negativos no muro de betão
E-P.07		Viga Post Ext Cv	Active ●	Viga	Tubos de queda	Deslocar as prumadas
E-P.08		Viga Post Ext Sede Cv	Active ●	Viga	Tubos de queda	Deslocar as prumadas

Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
E-P.09		Átrio Viga P0	Active ●	Viga	Coletores	Revisão e correção do traçado

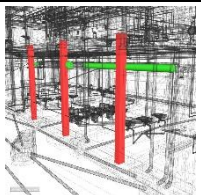
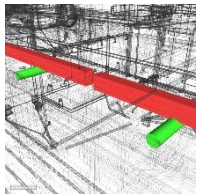
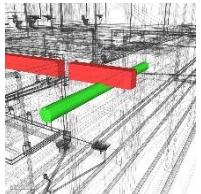
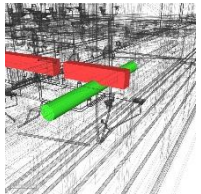
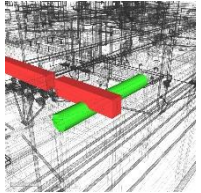
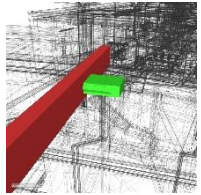
A.2.10. ESTABILIDADE E SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS

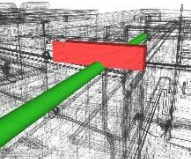
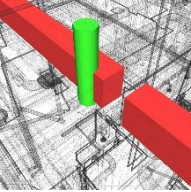
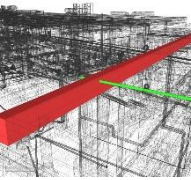
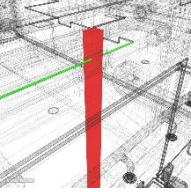
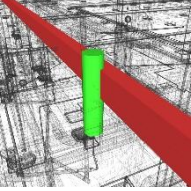
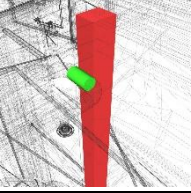
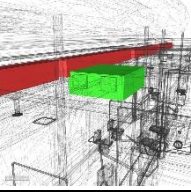
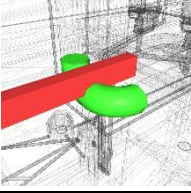
Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
E-S.01		Clash1	Active ●	Viga	Tubagem	Revisão e correção do traçado, por dar origem a A-S.01
E-S.02		Clash5	Active ●	Pilar	Tubagem	Revisão e correção do traçado devido a A-S.01
E-S.03		Clash8	Approved ●	Parede de betão	Boca-de-incêndio	Ajustar a posição da boca-de-incêndio
E-S.04		Sala Poliv1	Active ●	Parede de betão	Tubagem	Instalar o carretel numa parede de alvenaria ou prever uma outra solução de revestimento interior da parede de betão
E-S.05		Sala Reuniões Vigas	Active ●	Vigas	Tubagem	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito

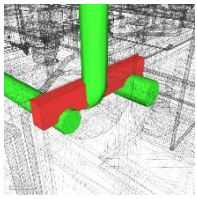
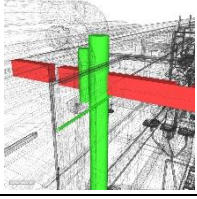
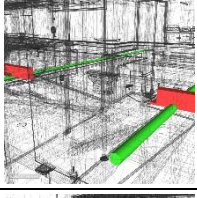
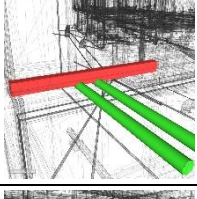
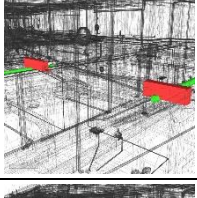
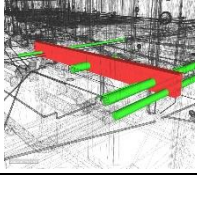
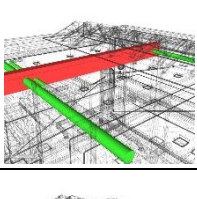
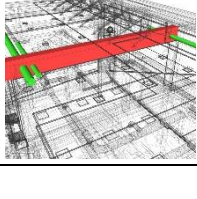
A.2.11. ESTABILIDADE E GÁS NATURAL

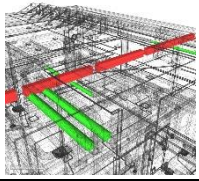
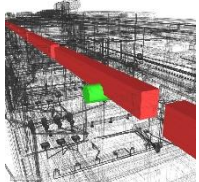
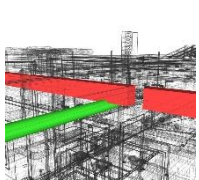
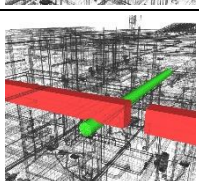
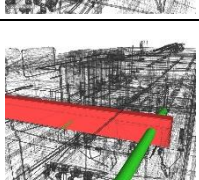
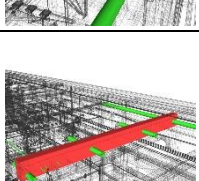
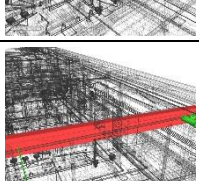
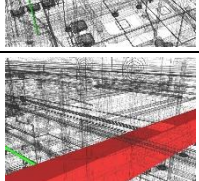
Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
E-G.01		Bancada	Active ●	Muros de betão	Tubagem	Ajustar a profundidade da tubagem, prever negativos nos muros ou rever a posição de instalação da tubagem

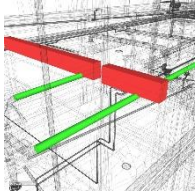
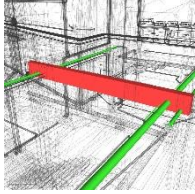
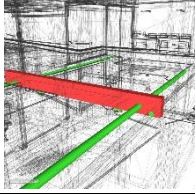
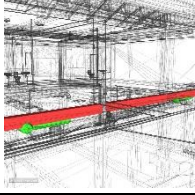
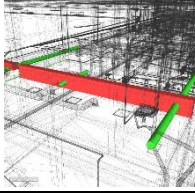
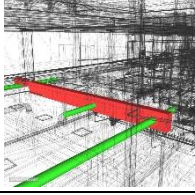
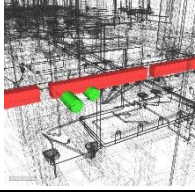
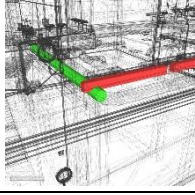
A.2.12. ESTABILIDADE E AVAC

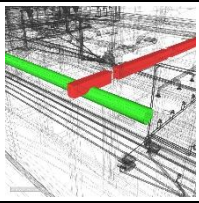
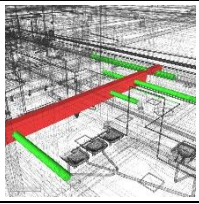
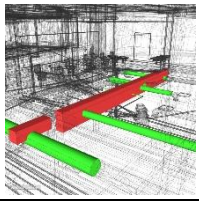
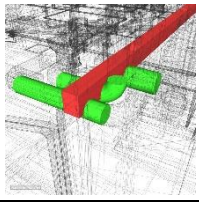
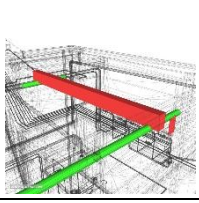
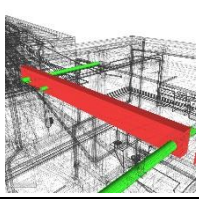
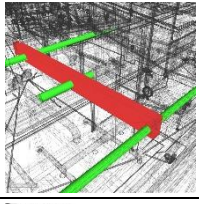
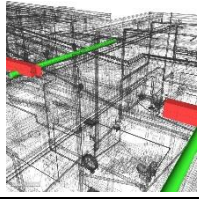
Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
E-AV.01		Baln Pilares	Reviewed ●	Pilares	Conduitas	Ajustar a posição das conduitas
E-AV.02		Baln Viga Long	Active ●	Viga	Conduitas	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.03		Baln Vigas Transv1	Active ●	Viga	Conduta	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.04		Baln Vigas Transv2	Active ●	Viga	Conduta	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.05		Baln Vigas Transv3	Active ●	Viga	Conduta	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.06		Clash40	Approved ●	Viga	Unidade interior	Ajustar a posição da unidade interior

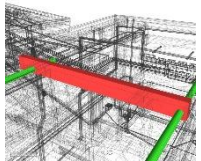
Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
E-AV.07		Clash90	Active ●	Viga	Conduta	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.08		Clash129	Reviewed ●	Viga	Conduta	Ajustar a posição da prumada
E-AV.09		Clash144	Reviewed ●	Viga	Tubagem	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.10		Clash152	Reviewed ●	Pilar	Tubagem	Ajustar a posição da tubagem
E-AV.11		Clash162	Reviewed ●	Viga	Conduta	Ajustar a posição da prumada
E-AV.12		Clash201	Reviewed ●	Pilar	Conduta	Ajustar a posição da conduta
E-AV.13		Clash212	Approved ●	Viga	Unidade interior	Ajustar a posição da unidade interior
E-AV.14		Esc1 Cv Viga Long	Active ●	Viga	Conduta	Revisão e correção do traçado, devido a A-AV.02

Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
E-AV.15		Esc1 Cv Viga Transv1	Active ●	Viga	Condutas	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.16		Esc1 P0 Viga Transv	Reviewed ●	Viga	Condutas e tubagem	Ajustar a posição das prumadas
E-AV.17		Esc2 Cv Viga Transv	Active ●	Viga	Condutas	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.18		Kitchnet Viga Long	Active ●	Viga	Condutas	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.19		Kitchnet Viga Transv1	Active ●	Viga	Conduta	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.20		Kitchnet Viga Transv2	Active ●	Viga	Condutas	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.21		Loja A Viga Trasn	Active ●	Viga	Condutas	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.22		Loja B Viga Trasn	Active ●	Viga	Condutas	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito

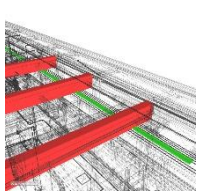
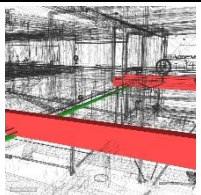
Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
E-AV.23		Loja D Viga Transv	Active ●	Viga	Conduatas	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.24		Rest Viga Long	Active ●	Viga	Conduta	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.25		Rest Viga Transv1	Active ●	Viga	Conduta	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.26		Rest Viga Transv2	Active ●	Viga	Conduta	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.27		Rest Viga Transv3	Active ●	Viga	Conduta e tubagem	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.28		Rest Viga Transv4	Active ●	Viga	Conduatas e tubagens	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.29		Rest Viga Transv5	Active ●	Viga	Conduta e tubagem	Instalação em entre a viga e o teto falso, implica correção da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.30		Rest Viga Transv6	Active ●	Viga	Tubagem	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito

Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
E-AV.31		Sala Conviv Viga Transv1	Reviewed ●	Viga	Conduatas	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.32		Sala Conviv Viga Transv2	Active ●	Viga	Conduatas	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.33		Sala Conviv Viga Transv3	Active ●	Viga	Conduatas	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.34		Sala Poliv1 Viga Long	Active ●	Viga	Conduta e tubagem	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.35		Sala Poliv1 Viga Transv1	Active ●	Viga	Conduatas	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.36		Sala Poliv1 Viga Transv2	Active ●	Viga	Conduatas	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.37		Sala Poliv1 Viga Transv3	Active ●	Viga	Conduatas	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.38		Sala Poliv2 Viga Long	Active ●	Viga	Conduta	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito

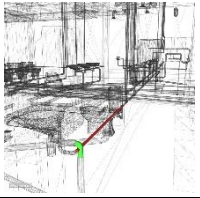
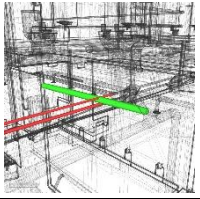
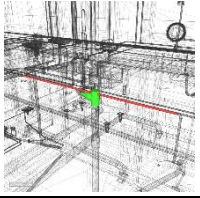
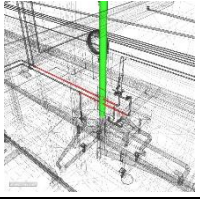
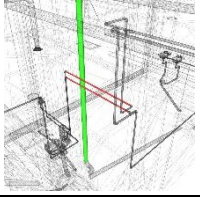
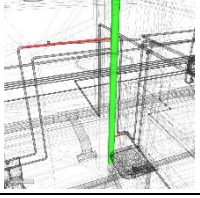
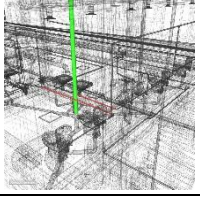
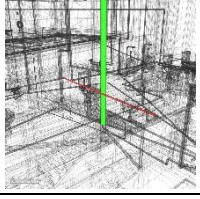
Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
E-AV.39		Sala Poliv2 Viga Transv1	Active ●	Viga	Conduta	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.40		Sala Poliv2 Viga Transv2	Active ●	Viga	Condutas	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.41		Sala Poliv2 Viga Transv3	Active ●	Viga	Condutas	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.42		Sala Poliv2 Viga Transv4	Active ●	Viga	Condutas	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.43		Sala Reuniões Viga Transv1	Active ●	Viga	Condutas	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.44		Sala Reuniões Viga Transv2	Active ●	Viga	Condutas	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.45		Sala Sede Viga Transv	Active ●	Viga	Condutas	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-AV.46		Sala Sede Viga Transv1	Active ●	Viga	Condutas	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito

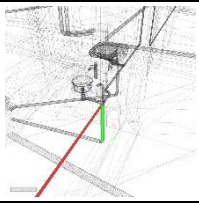
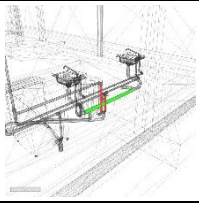
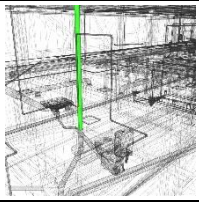
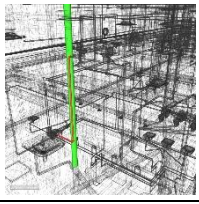
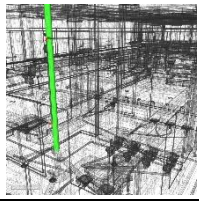
Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
E-AV.47		Sala Trabalho Viga Transv	Active ●	Viga	Conduatas	Instalação entre a viga e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito

A.2.13. ESTABILIDADE E ILUMINAÇÃO

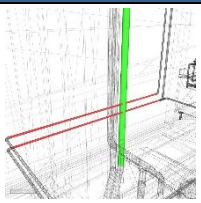
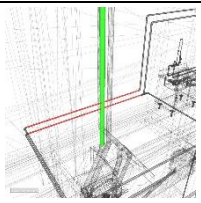
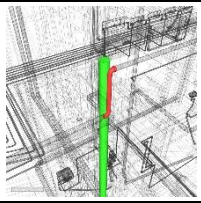
Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
E-I.01		Rest Vigas	Active ●	Vigas	Caminho de cabos	Instalação entre as vigas e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
E-I.02		Kitchnet Vigas	Active ●	Vigas	Caminho de cabos	Instalação entre as vigas e o teto falso, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito

A.2.14. ÁGUAS PREDIAIS E ÁGUAS RESIDUAIS

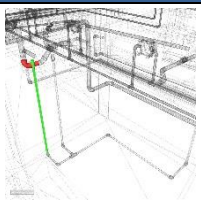
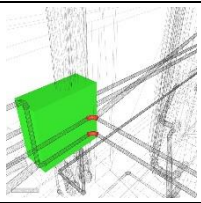
Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
AP-AR.01		Baln Def Masc	Approved ●	Tubagem	Canalizaçã o	Instalação da tubagem a uma cota superior à da canalização
AP-AR.02		Baln Masc Coletor	Approved ●	Tubagem	Coletor	Compatibilizar a cota de instalação
AP-AR.03		Copa Limpa Prumada	Active ●	Tubagem	Tubo de queda	Instalação da tubagem sobre o teto falso
AP-AR.04		Copa Suja Prumada	Active ●	Tubagem	Tubo de ventilação	Instalação da tubagem sobre o teto falso
AP-AR.05		Gab Médic Prumada	Reviewed ●	Tubagem	Tubo de ventilação	Instalação da tubagem sobre o teto falso
AP-AR.06		IS Pessoal Prumada	Active ●	Tubagem	Tubo de ventilação	Instalação da tubagem sobre o teto falso
AP-AR.07		IS Rest Prumada1	Active ●	Tubagem	Tubo de ventilação	Instalação da tubagem sobre o teto falso
AP-AR.08		IS Rest Prumada2	Reviewed ●	Tubagem	Tubo de ventilação	Instalação da tubagem sobre o teto falso

Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
AP-AR.09		IS Sede Cv	Approved ●	Tubagem	Canalizaçã o	Instalação da tubagem a uma cota superior à da canalização
AP-AR.10		Kitchnet	Active ●	Tubagem	Canalizaçã o	Compatibilizar a instalação da tubagem e da canalização com a espessura do revestimento interior previsto, se necessário, rever a ligação ao termoacumulador
AP-AR.11		Loja A Prumada	Reviewed ●	Tubagem	Tubo de ventilação	Instalação da tubagem sobre o teto falso
AP-AR.12		Loja C Prumada	Reviewed ●	Tubagem	Tubo de ventilação	Instalação da tubagem sobre o teto falso
AP-AR.13		Loja D Prumada	Reviewed ●	Tubagem	Tubo de ventilação	Instalação da tubagem sobre o teto falso

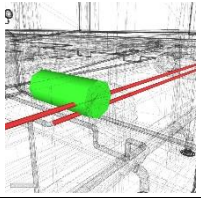
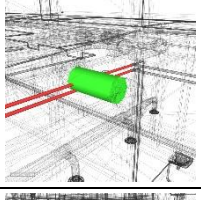
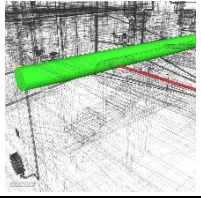
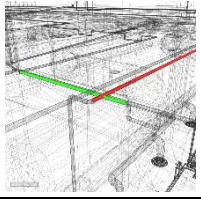
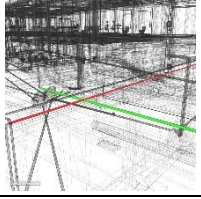
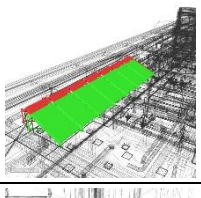
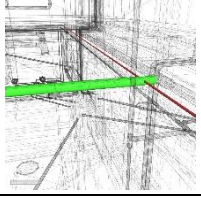
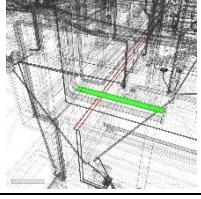
A.2.15. ÁGUAS PREDIAIS E ÁGUAS PLUVIAIS

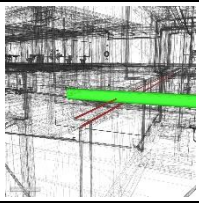
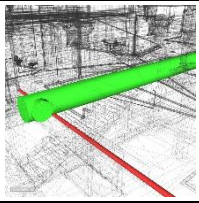
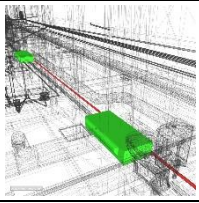
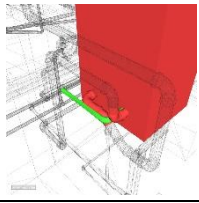
Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
AP-P.01		Rest Prumada2	Active ●	Tubagem	Tubo de queda	Instalação da tubagem sobre o teto falso
AP-P.02		Rest Prumada1	Active ●	Tubagem	Tubo de queda	Instalação da tubagem sobre o teto falso
AP-P.03		Átrio Prumada	Active ●	Tubagem	Tubo de queda	Rever do traçado da tubagem, dado que origina A-AP.02

A.2.16. ÁGUAS PREDIAIS E GÁS NATURAL

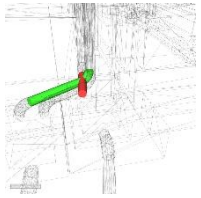
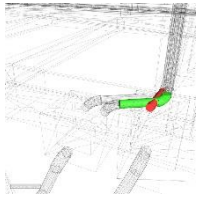
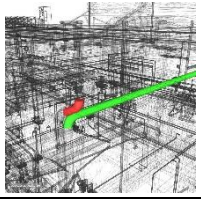
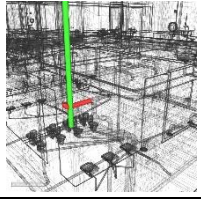
Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
AP-G.01		Área Técnica Caldeira	Approved ●	Tubagem	Tubagem	Compatibilizar a instalação das tubagens
AP-G.02		Área Técnica Caix Gás	Reviewed ●	Tubagem	Caixa de parede	Compatibilizar a cota da instalação das tubagens com a da caixa de parede, no entanto pode ser resolvido através da solução de P-G.01

A.2.17. ÁGUAS PREDIAIS E AVAC

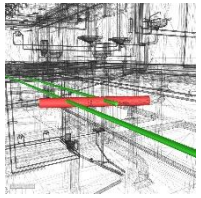
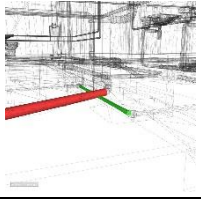
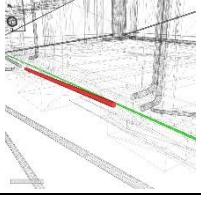
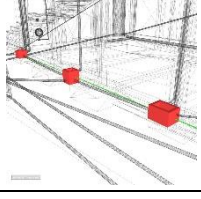
Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
AP-AV.01		Baln Masc Conduta1	Approved ●	Tubagem	Conduta	Compatibilizar a cota de instalação
AP-AV.02		Baln Masc Conduta2	Approved ●	Tubagem	Conduta	Compatibilizar a cota de instalação
AP-AV.03		Clash34	Reviewed ●	Tubagem	Conduta	Compatibilizar a cota de instalação
AP-AV.04		Clash61	Approved ●	Tubagem	Tubagem	Compatibilizar a cota de instalação
AP-AV.05		Clash62	Approved ●	Tubagem	Tubagem	Compatibilizar a cota de instalação
AP-AV.06		Cobertura Paineis Solares	Active ●	Coletores solares e caldeira	Coletores solares e caldeiras	Rever projetos de ambas as especialidades e definir qual o sistema de produção de águas quentes sanitárias a considerar
AP-AV.07		Is Sede Cv	Approved ●	Tubagem	Conduta	Compatibilizar a cota de instalação
AP-AV.08		Kitchnet Conduta1	Approved ●	Tubagem	Conduta	Compatibilizar a cota de instalação

Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
AP-AV.09		Kitchnet Conduta2	Approved ●	Tubagem	Conduta	Compatibilizar a cota de instalação
AP-AV.10		Sala Poliv2 Conduta	Approved ●	Tubagem	Conduta	Compatibilizar a cota de instalação
AP-AV.11		Sala Poliv2 Equip	Approved ●	Tubagem	Unidades interiores	Compatibilizar a posição da tubagem com a das unidades interiores
AP-AV.12		Área Técnica Caldeira	Active ●	Caldeira	Tubagem	Rever projetos de especialidades e definir o abastecimento ao sistema de produção de águas quentes sanitárias

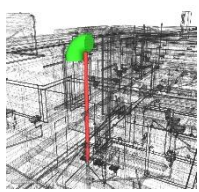
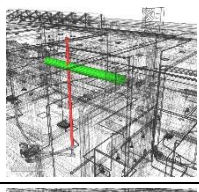
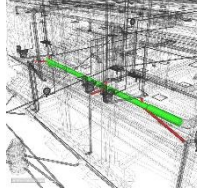
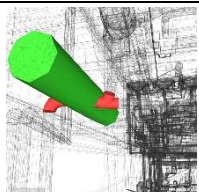
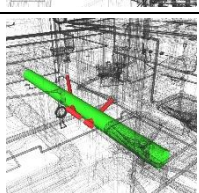
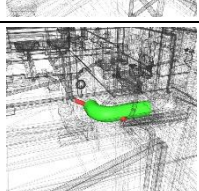
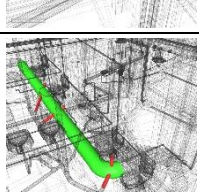
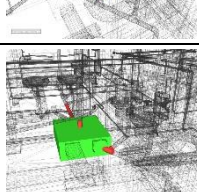
A.2.18. ÁGUAS RESIDUAIS E ÁGUAS PLUVIAIS

Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
AR-P.01		Logradouro Lig1	Approved ●	Coletor	Coletor	Compatibilizar a profundidade de instalação
AR-P.02		Logradouro Lig2	Approved ●	Coletor	Coletor	Compatibilizar a cota de instalação
AR-P.03		Rest Coletor	Approved ●	Curva e coletor	Coletor	Compatibilizar a cota de instalação
AR-P.04		Rest Prumada	Approved ●	Canalização	Tubo de queda	Ajustar a posição da canalização ou da prumada

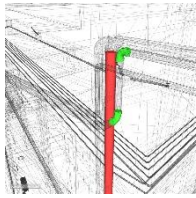
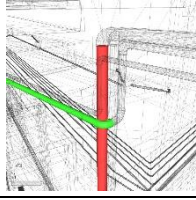
A.2.19. ÁGUAS RESIDUAIS E GÁS NATURAL

Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
AR-G.01		Baln Masc Coletor	Active ●	Coletor	Tubagem	Instalação da canalização sobre o teto falso, a espessura da betonilha não é suficiente para garantir a inclinação da canalização
AR-G.02		Clash6	Approved ●	Coletor	Tubagem	Instalação da tubagem mais próxima da parede, evitando a colisão
AR-G.03		Clash7	Approved ●	Coletor	Tubagem	Ajustar a posição de instalação
AR-G.04		Logradouro Caixas	Approved ●	Caixas de visita	Tubagem	Ajustar a posição de instalação

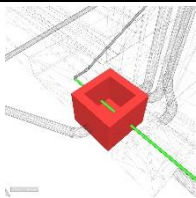
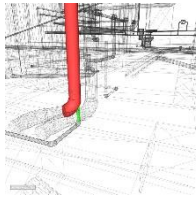
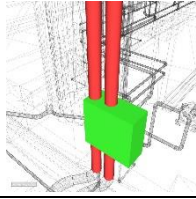
A.2.20. ÁGUAS RESIDUAIS E AVAC

Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
AR-AV.01		Clash28	Reviewed ●	Tubo de ventilação	Conduta	Ajustar a posição de instalação
AR-AV.02		Clash42	Reviewed ●	Tubo de ventilação	Conduta	Ajustar a posição de instalação
AR-AV.03		Sala Poliv1 Conduta	Active ●	Canalização	Conduta	Compatibilizar a posição da canalização com a da conduta
AR-AV.04		Sala Poliv2 Conduta1b	Active ●	Canalização	Conduta	Compatibilizar as cotas de instalação, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
AR-AV.05		Sala Poliv2 Conduta2a	Active ●	Canalização	Conduta	Compatibilizar as cotas de instalação, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
AR-AV.06		Sala Poliv2 Conduta2b	Active ●	Canalização	Conduta	Compatibilizar as cotas de instalação, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
AR-AV.07		Sala Poliv2 Conduta3	Active ●	Canalização	Conduta	Compatibilizar as cotas de instalação, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito
AR-AV.08		Sala Poliv2 Equip1	Active ●	Canalização	Unidade interior	Compatibilizar as cotas de instalação, implica alteração da cota do teto falso e diminuição do pé direito

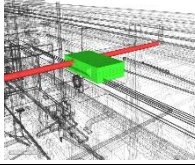
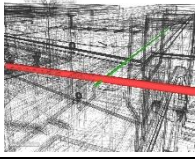
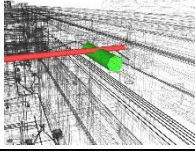
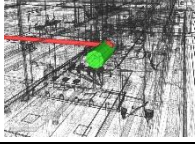
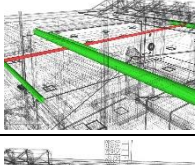
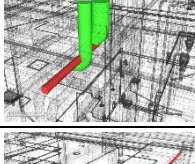
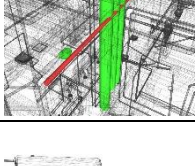
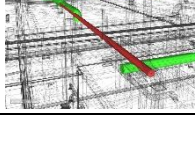
A.2.21. ÁGUAS PLUVIAIS E SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS

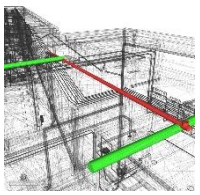
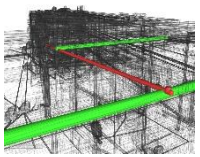
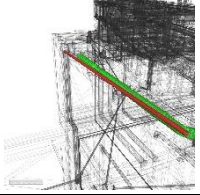
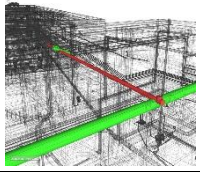
Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
P-S.01		Sala Reuniões Conduta1	Approved ●	Tubo de queda	Tubagem	Ajustar a posição de instalação
P-S.02		Sala Reuniões Conduta2	Active ●	Tubo de queda	Tubagem	Revisão e correção do traçado, por dar origem a A-S.01

A.2.22. ÁGUAS PLUVIAIS E GÁS NATURAL

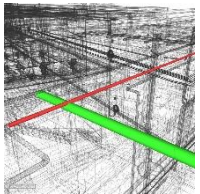
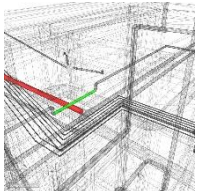
Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
P-G.01		Clash3	Approved ●	Caixa de visita	Tubagem	Ajustar a posição de instalação
P-G.02		Logradouro Prumada	Reviewed ●	Tubo de queda	Tubagem	Solução de acordo com P-G,03
P-G.03		Área Técnica Caixa Parede	Reviewed ●	Tubos de queda	Caixa de parede	Ajustar a posição da caixa de parede, resolve AP-G.02

A.2.23. ÁGUAS PLUVIAIS E AVAC

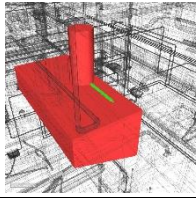
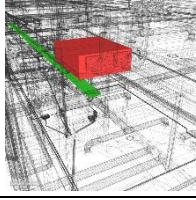
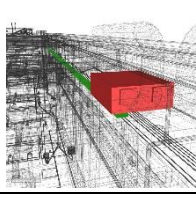
Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
P-AV.01		Clash1	Approved ●	Coletor	Unidade interior	Ajustar a posição da unidade interior
P-AV.02		Clash40	Approved ●	Coletor	Tubagem	Instalação da tubagem a uma cota inferior
P-AV.03		IS Rest Conduta 1	Active ●	Coletor	Conduta	Compatibilizar a cota de instalação
P-AV.04		IS Rest Conduta 2	Active ●	Coletor	Conduta	Instalação da conduta a uma cota inferior
P-AV.05		Loja A Coletor	Active ●	Coletor	Tubagem	Compatibilizar a cota de instalação
P-AV.06		Loja D Conduta	Active ●	Coletor	Condutas	Compatibilizar a posição de instalação
P-AV.07		Lojas Prumada	Active ●	Coletor	Condutas	Compatibilizar a posição de instalação
P-AV.08		Rest Conduta	Active ●	Coletor	Condutas	Compatibilizar a cota de instalação

Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
P-AV.09		Sala Reuniões Coletor	Active ●	Coletor	Conduta	Compatibilizar a cota de instalação
P-AV.10		Sala Sede Coletor1	Active ●	Coletor	Conduta	Compatibilizar a cota de instalação
P-AV.11		Sala Sede Coletor2	Active ●	Coletor	Conduta	Compatibilizar a cota de instalação
P-AV.12		Sala Trabalho Coletor	Active ●	Coletor	Condutas	Compatibilizar a cota de instalação

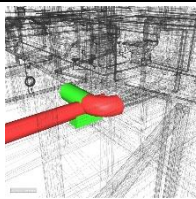
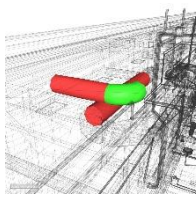
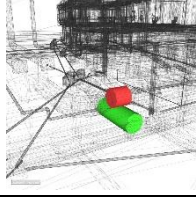
A.2.24. SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS E AVAC

Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
S-AV.01		Clash8	Approved ●	Tubagem	Conduta	Compatibilização da cota de instalação
S-AV.02		Clash9	Approved ●	Tubagem	Tubagem	Compatibilização da cota de instalação

A.2.25. AVAC E ILUMINAÇÃO

Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
AV-I.01		Clash1	Approved ●	Unidade interior	Caminho de cabos	Compatibilização da cota ou posição de instalação
AV-I.02		Clash6	Approved ●	Unidade interior	Caminho de cabos	Compatibilização da cota ou posição de instalação
AV-I.03		Copa Limpa Hotte	Active ●	Hotte	Luminária	Rever a posição da instalação da luminária

A.2.26. AVAC E AVAC

Ref	Imagem	Nome	Classif.	Item 1	Item 2	Possível solução
AV-AV.01		Clash50	Active ●	Conduta	Conduta	Revisão dos diâmetros das condutas dado que a sua soma é superior à espessura da caixa-de-ar do teto falso ou adaptar a cota do teto falso, implica diminuição do pé direito
AV-AV.02		Rest Condutas	Active ●	Conduta	Conduta	Revisão dos diâmetros das condutas dado que a sua soma é superior à espessura da caixa-de-ar do teto falso ou adaptar a cota do teto falso, implica diminuição do pé direito
AV-AV.03		Sala Poliv2 Condutas	Active ●	Conduta	Conduta	Revisão dos diâmetros das condutas dado que a sua soma é superior à espessura da caixa-de-ar do teto falso ou adaptar a cota do teto falso, implica diminuição do pé direito

A.3 TABELAS DE QUANTIFICAÇÃO DE INCOMPATIBILIDADES

A.3.1. POR CLASSIFICAÇÃO

Active	A	E	AP	AR	P	S	G	AV	I
A	-	7	2	1	0	1	0	1	0
E	7	-	10	4	6	4	1	37	2
AP	1	10	-	5	3	0	0	2	0
AR	2	4	5	-	0	0	1	6	0
P	0	6	3	0	-	1	0	10	0
S	1	4	0	0	1	-	0	0	0
G	0	1	0	1	0	0	-	0	0
AV	1	37	2	6	10	0	0	3	1
I	0	2	0	0	0	0	0	1	-

Reviewed	A	E	AP	AR	P	S	G	AV	I
A	-	6	0	1	0	0	0	1	1
E	6	-	25	4	3	0	0	8	0
AP	0	25	-	5	0	0	1	1	0
AR	1	4	5	-	0	0	0	2	0
P	0	3	0	0	-	0	2	0	0
S	0	0	0	0	0	-	0	0	0
G	0	0	1	0	2	0	-	0	0
AV	1	8	1	2	0	0	0	0	0
I	1	0	0	0	0	0	0	0	-

Approved	A	E	AP	AR	P	S	G	AV	I
A	-	1	0	0	0	0	0	0	0
E	1	-	1	0	0	1	0	2	0
AP	0	1	-	3	0	0	1	9	0
AR	0	0	3	-	4	0	3	0	0
P	0	0	0	4	-	1	1	2	0
S	0	1	0	0	1	-	0	2	0
G	0	0	1	3	1	0	-	0	0
AV	0	2	9	0	2	2	0	0	2
I	0	0	0	0	0	0	0	2	-

A.3.2. TABELAS RESUMO

Classificação	Total	
Active	108	54%
Reviewed	60	30%
Approved	33	16%
Total	201	100%

Medidas	Total	
Adaptação	82	41%
Validação	8	4%
Aprovação	57	28%
Alteração	36	18%
Revisão	18	9%
Total	201	100%

	Active	Reviewed	Approved
Adaptação	24	26	32
Validação	0	7	1
Aprovação	55	2	0
Alteração	12	24	0
Revisão	17	1	0