



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Luis Márcio Sousa Pimenta

Coordenação das MEP na
implementação de modelos BIM





Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Luís Márcio Sousa Pimenta

Coordenação das MEP na
implementação de modelos BIM

Dissertação de Mestrado
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao
Grau de Mestre em Engenharia Civil

Trabalho efectuado sob a orientação do
Professor Doutor João Pedro Couto

e coorientação do
Engenheiro António Ruivo Meireles

DECLARAÇÃO

Nome: Luís Márcio Sousa Pimenta

Endereço eletrónico: l_m_s_p@live.com.pt

Telefone: 914 484 843

Número do Bilhete de Identidade: 13758679

Título dissertação:

Coordenação das MEP na implementação de modelos de BIM

Orientador(es):

Professor Doutor João Pedro Couto

Engenheiro António Ruivo Meireles

Ano de conclusão: 2015

Designação do Mestrado ou do Ramo de Conhecimento do Doutoramento:

Mestrado Integrado em Engenharia Civil

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;

Guimarães, Universidade do Minho, ___ de ____ de _____

Assinatura: _____

*Á minha família e amigos por toda a
força e apoio para cá chegar.*

“A única forma de fazer um excelente trabalho é amar o que fazemos!”

Steve Jobs

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado sob a orientação do Professor Doutor João Pedro Couto, por quem quero exprimir o meu profundo agradecimento e gratidão pela oportunidade de ter conhecido e trabalhado ao longo dos últimos anos. Para além de excelente Professor foi também um amigo que sempre se mostrou disponível a ajudar e colaborar em todo o processo, orientando de forma sábia e cujos conhecimentos e conselhos dados tornaram possível a realização deste trabalho.

Gostaria também de agradecer ao meu Coorientador, o Engenheiro António Ruivo Meireles, CEO da ndBIM Virtual Building, pela disponibilidade para acompanhar e também orientar todo o trabalho elaborado, no qual também os sábios conselhos e conhecimentos foram determinantes, e ainda pelas oportunidades de formação que, através da sua empresa, me concedeu.

O meu mais profundo agradecimento, como não poderia deixar de ser, vai para a minha família que, e apesar das dificuldades que apareceram, sempre me apoiou e deu força para continuar e ir mais longe, não só neste “pequeno capítulo” da minha vida mas desde sempre pois sem eles não teria sido possível chegar aqui.

Por fim, mas não menos importante, quero agradecer aos meus amigos, pois também eles contribuíram á sua maneira durante todo este percurso para chegar aqui, apoiaram, motivaram e ajudaram sempre que necessário, por isso também a eles se deve este triunfo. Não necessito enunciar nomes pois todos eles sabem quem são, e é o bastante. Acima de tudo quero agradecer-lhes pela qualidade da sua amizade pois, como alguém diria, não preciso de muitos amigos mas sim de bons amigos.

A todos um **MUITO OBRIGADO!**

RESUMO

A crescente competitividade no setor da Indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) levou, ao longo dos últimos anos, à necessidade das empresas se modernizarem e adotarem métodos e processos que permitam considerar antecipadamente todas as questões envolvidas no ciclo de vida de um edifício, pois esta modernização é de extrema importância para o sucesso dos empreendimentos e progresso deste setor (AEC).

As inconsistências nos projetos geram um impacto negativo no decorrer das várias fases de planeamento e construção, como é o caso de Retrabalhos e Improdutividade, do qual advêm derrapagens orçamentais, gastos adicionais com correções e reparações, além de incumprimentos nos prazos de construção.

A separação conceitual entre as atividades de projeto e execução ao longo das últimas décadas obriga à necessidade de compatibilização de todos os projetos de especialidades de uma construção, pois é a única forma de integrar todas as especialidades de uma obra, de forma a obter-se um ajuste perfeito entre eles.

A utilização de sistemas BIM no processo construtivo aumenta em muito a produtividade, pois os conflitos físicos entre os elementos do modelo são facilmente detetados com verificações aos modelos virtuais e resolvidos em tempo útil, uma vez que são resolvidos ainda em fase de projeto, através da compatibilização de projetos, e se resolvem erros e conflitos entre as várias especialidades.

Esta dissertação foi dividida em duas etapas distintas. A primeira consistiu em analisar regulamentos, manuais de boas práticas, casos de estudo e outra informação considerada relevante para o desenvolvimento do trabalho. A segunda foi a análise de um modelo BIM de um edifício hospitalar, em que se procedeu a uma verificação do respetivo modelo para identificar conflitos e posteriormente classificá-los e apresentar soluções de correção.

Como conclusão do trabalho foi desenvolvida uma proposta de Guia de boas práticas de modelação e Coordenação de sistemas MEP em modelos BIM.

Palavras-chave: BIM, Coordenação, Compatibilização de projetos, Detecção de conflitos, Interoperabilidade, MEP.

ABSTRACT

The growing competitiveness in the AEC Industry (Architecture, Engineering and Construction) sector has, over the last few years, made it necessary that companies modernize and adopt methods which permit anticipating all the questions which may evolve in the lifespan of a building because this modernization is of extreme importance to the success of the enterprise and to the progress of the AEC sector.

Project inconsistencies result in a negative impact during the course of the various phases of planning and construction, things like rework and unproductiveness, from which stem budget overruns, extra costing with unnecessary corrections and the failure to meet deadlines.

The conceptual separation between project and execution over the last couple of decades has meant the necessity that all project technical specialties become compatible, this is the only way that improved efficiency in their interaction can be achieved.

The use of BIM systems in the constructive process amplifies productivity, any physical conflict between constructive elements is easily detected in the virtual model because of the project compatibility between the different technical parties which eases detection and correction of mistakes early on in the design process.

This dissertation is divided into two distinct phases. The first consists in the analysis of regulations, manuals of best practice, case studies and all other information deemed relevant to this study. The second phase is the analysis of a BIM project model for a hospital where I proceeded to study the respective model to identify conflicts, classify them and give a solution.

As a conclusion to this dissertation a proposal for a Good practices guide for Modeling and Coordination of MEP systems in BIM models was developed.

Keywords: BIM, Clash detection, Coordination, Compliance Projects, Interoperability, MEP.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	v
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
Índice.....	xi
Índice de Figuras.....	xv
Índice de Gráficos	xviii
Índice de Tabelas	xviii
Símbolos, Abreviaturas e acrónimos	xix
1. Introdução.....	1
1.1. Considerações Iniciais.....	1
1.2. Âmbito e objetivos.....	3
1.3. Metodologia.....	5
1.4. Estrutura da Dissertação.....	6
2. Estado da Arte	9
2.1. Problemas / Incompatibilidades.....	9
2.2. Impacto.....	13
2.2.1. Retrabalhos/Trabalhos a mais	14
2.2.2. Improdutividade.....	15
2.2.3. Incumprimento dos prazos na construção	16
2.2.4. Derrapagens orçamentais	18
2.2.5. Responsabilidades.....	20
2.3. BIM – Building Information Model	21
2.3.1. O que é o BIM?	21
2.3.2. Normas BIM no Mundo.....	26
2.3.2.1. Norma COBIM.....	28

2.3.2.2.	Capítulo 4 - Projeto de MEP	29
2.3.3.	BIM para Coordenação	31
2.3.4.	Interoperabilidade	35
2.3.5.	Softwares MEP	37
2.3.5.1.	Autodesk Revit MEP	37
2.3.5.2.	Graphisoft ArchiCAD MEP	40
2.3.5.3.	Bentley Microstation e AECOSim Building Designer.....	43
2.3.5.3.1.	Bentley AECOSim Building Designer	46
2.3.5.4.	DDS-CAD (Data Design System)	47
2.3.5.5.	CYPECAD MEP	49
2.3.5.6.	Mapa comparativo dos Softwares.....	53
2.3.5.7.	Descrição dos critérios.....	59
2.4.	Análise de Casos de estudo	62
2.4.1.	Casos de estudo	63
2.4.2.	Outros casos/Testemunhos	72
2.4.3.	Procedimento recomendado para a Coordenação das MEP no BIM.....	75
2.4.3.1.	Processo recomendado para a comparação/verificação de interferências ..	75
2.4.3.2.	Indicadores de boa Coordenação MEP	78
2.4.4.	Benefícios da utilização do BIM na Coordenação das MEP	78
3.	Investigação das MEP	81
3.1.	análise dos regulamentos.....	81
3.1.1.	Instalações mecânicas (AVAC).....	82
3.1.2.	Instalações elétricas	84
3.1.3.	Instalações hidráulicas	87
3.1.4.	Outras Instalações	95
3.2.	Softwares de verificação de modelos.....	99
3.2.1.	Solibri Model Checker (SMC)	99

3.2.2. Autodesk NavisWorks (NW)	103
4. Caso de estudo (Hospital)	105
4.1. enquadramento do cASO DE EStudo	107
4.2. Verificação e análise do modelo (1ª Fase)	107
4.3. Soluções de resolução dos problemas encontrados (2ª Fase).....	109
5. Proposta: Guia de Modelação/Coordenação e Gestao das Mep no BIM.....	169
6. Conclusão	173
6.1. Conclusões gerais	173
6.2. Perspetivas para trabalhos futuros	177
Referências Bibliográficas	181
Legislação e Documentação Geral	190
Outros Sites e Referências.....	191
Anexo I – Mapa comparativo de softwares.....	195
Anexo I.A – Normas base do Cypecad Pt.....	208
Anexo II – relatório de verificação do modelo no SMC	215
Anexo III – lista de conflitos assinalados no SMC.....	217
Anexo IV – relatório de verificação do modelo no nw e lista de conflitos assinalados	219
Anexo V – Proposta de Guia prático para coordenação das MEp em modelos de bim	221

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Atrasos na construção	17
Figura 2 - O que é o BIM!.....	22
Figura 3 - Funcionamento de modelo BIM.....	22
Figura 4 - Ciclo de vida do BIM na Indústria AEC.....	23
Figura 5 - Interoperabilidade do BIM.....	25
Figura 6 - Projeto de MEP.....	30
Figura 7 - Modelo OPS de Interoperabilidade e partilha	36
Figura 8 - Revit MEP 2015	38
Figura 9 - Capacidade foto-realista do ArchiCAD	42
Figura 10 - Interdisciplinaridade do Microstation	44
Figura 11 - AECOsim Building Designer vs Revit vs ArchiCAD	47
Figura 12 - Projeto MEP em DDS-CAD.....	48
Figura 13 - Conceção de um modelo BIM com recurso ao CYPECAD.....	51
Figura 14 - Processo de comparação sequencial recomendado.....	76
Figura 15 - Componentes de uma Instalação elétrica	86
Figura 16 - Elementos de rede de abastecimento	88
Figura 17 - Instalações hidráulicas	89
Figura 18 - Quantificação dos erros na verificação realizada no SMC	108
Figura 19 - Quantificação de conflitos no NW.....	108
Figura 20 - Duplicação de elementos.....	112
Figura 21 - Correção conflito nº 2	112
Figura 22 - Duplicação de elementos e inserção de peças a mais no modelo	113
Figura 23 - Alinhamento deficiente de elementos.....	115
Figura 24 - Alinhamento de condutas corrigido	116
Figura 25 - Interseção de elementos/ligação deficiente.....	116
Figura 26 - Ligação deficiente de elementos.....	118
Figura 27 - Elementos de derivação de condutas	119
Figura 28 - Ligação de condutas mal efetuada.....	120
Figura 29 - Acessório de derivação de condutas em forma de "T"	120
Figura 30 - Ausência de abertura para ventilação de espaço	122
Figura 31 - Elementos com aberturas para ventilação de espaços.....	122

Figura 32 - Colisão entre redes da mesma especialidade.....	124
Figura 33 - Contorno de Redes Prioritárias.....	125
Figura 34 - Interseção entre correntes fortes e fracas de eletricidade.....	125
Figura 35 - Interseção entre Rede AVAC de Extração e tubos de queda de Rede Residual .	128
Figura 36 - Tubo de queda a contornar elementos.....	129
Figura 37 - Conflito entre Rede AVAC de Extração e Rede Residual.....	130
Figura 38 - Desenvolvimento de condutas paralelamente.....	130
Figura 39 - Contorno de elementos.....	131
Figura 40 - Interseção entre Equipamentos AVAC de Extração e Rede Residual.....	132
Figura 41 - Conflito entre conduta de extração de sanitários e tubo de queda da Rede Residual	132
Figura 42 - Resolução do conflito entre AVAC sanitários e Residual.....	133
Figura 43 - Conflito entre redes de Desenfumagem e de Insuflação.....	135
Figura 44 - Solução corretiva do conflito nº 21.....	136
Figura 45 - Conflito entre Rede de Extração e Rede de Insuflação.....	137
Figura 46 - Verificação de espaço existente no teto falso.....	138
Figura 47 - Correção conflito nº 39.....	139
Figura 48 - Colisão entre equipamento e conduta de desenfumagem.....	140
Figura 49 - Interseção entre condutas do mesmo equipamento.....	141
Figura 50 - Traçado de ligação de uma rede aos respetivos equipamentos.....	142
Figura 51 - Conflito entre Rede de Desenfumagem e Rede de Extração.....	143
Figura 52 - Múltiplas colisões originadas pela rede de Desenfumagem.....	144
Figura 53 - Solução conflito nº 31.....	145
Figura 54 - Conflito entre Rede de Desenfumagem e Rede de Retorno.....	146
Figura 55 - Verificação de espaço existente para deslocação de conduta de retorno.....	147
Figura 56 - Colisão entre Rede vertical de Insuflação e Rede de Retorno.....	149
Figura 57 - Colisão entre Rede de Insuflação e Retorno.....	149
Figura 58 - Resolução do conflito nº 45.....	150
Figura 59 - Conflito entre rede de extração de sanitários e rede de retorno.....	152
Figura 60 - Conflito entre caminho de cabos e Rede de Desenfumagem.....	154
Figura 61 - Resolução do conflito entre caminho de cabos e Rede de desenfumagem.....	154
Figura 62 - Conflito entre caminho de cabos e Rede de Insuflação.....	155
Figura 63 - Conflito entre caminho de cabos e conduta vertical.....	156

Figura 64 - Conflito entre caminho de cabos e terminal de Insuflação	157
Figura 65 - Conflito entre tubo de queda e conduta de Insuflação	159
Figura 66 - Conflito entre Rede Pluvial e Rede de extração	160
Figura 67 - Conflito entre rede de abastecimento de água e rede de correntes fortes de eletricidade	162
Figura 68 - Conflito entre rede de abastecimento e difusor de Insuflação.....	164
Figura 69 - Verificação de espaço existente para alteração de traçado e resolução do conflito	165
Figura 70 - Conflito entre elementos de Rede Residual e Rede Pluvial	167

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Causas das patologias na Construção.....	11
Gráfico 2 - Capacidade que as fases de uma Construção têm de influenciar o custo da mesma	19

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Normas BIM no Mundo.....	27
Tabela 2 - Formatos que o Revit è capaz de Importar e Exportar	39
Tabela 3 - Mapa comparativo de softwares.....	54
Tabela 4 - Enumeração dos tipos de conflitos.....	110
Tabela 5 - Conflitos entre especialidades MEP.....	22

SÍMBOLOS, ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS

3D - Três dimensões

4D - 3D + Tempo

5D - 4D + Custos

6D - 5D + Manutenção

7D - 6D + Reciclagem

AEC - Arquitetura, Engenharia e Construção

AGC - Associated General Contractors

ASCE - American Society of Civil Engineers

AVAC - Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

BIM - Building Information Modeling

CAD - Computer-Aided Design

COBIM - Common BIM Requirements

CSAE - Computer Science and Automation Engineering

DL - Decreto-Lei

IAI - International Alliance for Interoperability

IFC - Industry Foundation Classes

IPC - International Plumbing Code

ITED - Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios

MEP - Mechanical, Electrical and Plumbing

MSC - MEP Spatial Coordinator

NBIMS - National BIM Standard

nD - *n* Dimensões

NIBS - National Institute of Building Sciences

OCGS - Sistema Complexo Gigante Aberto

OPS - ONUMA Planning System

PCM - Project Coordination Manager

PIM - Project Integration Model

QTO - Quantity take-off

RCCTE - Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios

RECS - Regulamento do Desempenho Energético dos Edifícios de Comercio e Serviços

REH - Regulamento do Desempenho Energético dos edifícios de Habitação

RFI - Request for Information

RJUE – Regime Jurídico da Urbanização e da Edificação

RSECE - Regulamento de Sistemas Energéticos de Climatização de Edifícios

SCE - Sistema de Certificação Energética dos Edifícios

SCIE - Segurança Contra Incêndios em Edifícios

SMC - Solibri Model Checker

VDC - Virtual Design and Construction

XML - Extended Markup Language

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Desde muito cedo que o setor da construção e as várias especialidades que o constituem apresentam uma grande necessidade de evolução das técnicas de construção e modelação dos projetos a realizar. Esta crescente necessidade está essencialmente associada a fatores económicos, sociais e ambientais. Tendo em vista otimizar os sistemas e técnicas utilizados no sector têm vindo a ser criadas uma série de medidas e ferramentas que permitam a melhoria dos trabalhos.

A otimização dos trabalhos levou, ao longo do tempo, à necessidade de especialização, através de formações, dos técnicos que procedem à elaboração e realização desses mesmos trabalhos, de acordo com as funções que desempenham. Esta necessidade, por sua vez, levou à criação de

uma série de especialidades que atualmente têm obrigatoriamente de estar envolvidas nas fases de projeto e realização de uma obra. Com o surgimento de várias especialidades e a constante evolução das técnicas de aplicação de cada uma delas, deparámo-nos agora com a necessidade da criação de Guias e Métodos que permitam auxiliar os responsáveis pela montagem, instalação e manutenção destas mesmas especialidades de acordo com as necessidades/exigências de cada uma das restantes. Simplificando-se assim a forma de conciliar todos os elementos que constituem um edifício.

De entre as várias especialidades existentes, esta dissertação tem como principal objetivo abordar a questão da integração do MEP (“*Mechanical / Electrical / Plumbing*”) no BIM (“*Building Information Modeling*”), uma vez que são áreas que estão obrigatoriamente inseridas nas construções e, devido ao facto de cada uma delas ser da responsabilidade de um técnico diferente, muitas vezes existem divergências e erros no que concerne à aplicação das mesmas. Devido ao facto dos Engenheiros Cívicos não terem formação nem conhecimento adequado/especializado no que diz respeito a instalações mecânicas e elétricas, muitas vezes surgem conflitos entre as várias necessidades de espaços e instalações de cada especialidade, quer na fase de projeto quer na fase de construção.

O desenvolvimento desta dissertação visa analisar um modelo em BIM das especialidades MEP, detetando e resolvendo os conflitos existentes entre as especialidades que constituem o modelo em questão. Mediante os resultados obtidos, e após um estudo abrangente acerca de todas estas especialidades, retirar as conclusões que se verificarem relevantes para simplificação do processo construtivo. Sendo que podem servir de apoio à criação de Normas Nacionais ou adaptação de Normas Internacionais, como é o caso da COBIM, de forma a simplificar o processo de modelação e construção de edifícios em Portugal. Para além disso, pretende-se também a criação de um conjunto de ideias/conclusões para simplificar o processo de coordenação MEP para Engenheiros Cívicos quando utilizam BIM, sendo um guia para a compatibilização de projetos e correção de eventuais conflitos entre estas especialidades durante a fase de projeto e construção, orientado para Engenheiros Cívicos e Arquitetos, ou qualquer outro interveniente com o papel de coordenador.

Em suma, após concluída a pesquisa e análise da bibliografia considerada relevante para o desenvolvimento desta dissertação, proceder-se-á ao estudo de um Projeto de MEP num caso prático de BIM tendo em vista a deteção e resolução das incompatibilidades existentes. Posteriormente, de acordo com os resultados e conclusões obtidas, seguir-se-á a elaboração de

um Manual/Guia prático para Engenheiros Cíveis com as necessidades e cuidados a ter durante todo o processo de realização do projeto e construção de um edifício para conciliar as várias especialidades que o constituem.

1.2. ÂMBITO E OBJETIVOS

O trabalho desenvolvido no âmbito desta dissertação centra-se num objetivo que é a coordenação das especialidades MEP com recurso a ferramentas e metodologias BIM. Para tal, e como não existe qualquer regulamento nacional orientado para o BIM, será analisada uma Norma Internacional, que atualmente serve de base e apoio para algumas entidades que já adotaram esta metodologia no nosso país. Apesar de existirem várias a nível internacional, a Norma que será utilizada no desenvolvimento deste trabalho será a Norma Finlandesa, denominada COBIM (*Common BIM Requirements*). Tendo por base o Capítulo 4 da Norma COBIM, relativo ao Projeto de MEP, uma vez que em Portugal este é um tema muito pouco desenvolvido, o objetivo deste trabalho prende-se com a possível criação de uma regra/método que permita auxiliar os técnicos da Indústria AEC no desenvolvimento das suas tarefas. Para além disso, pretende-se que este trabalho possa contribuir para a criação de Normas, ou adaptação das Internacionais existentes, como é o caso da COBIM, para implementação da metodologia BIM, de acordo com as necessidades e realidade do setor da construção, em Portugal.

Com os resultados obtidos pretendeu-se desenvolver um Guia prático (Guia Prático para coordenação das MEP em modelos de BIM) para auxiliar os Engenheiros Cíveis e Arquitetos no desempenho das suas funções, especialmente no processo de gestão e coordenação, quer na fase de Projeto quer na fase de execução do mesmo. Conferindo-lhes conhecimento acerca dos requisitos mínimos exigidos para cada especialidade do Projeto, tendo em vista prever atempadamente as exigências funcionais e de espaço necessárias para a instalação de cada especialidade, bem como corrigir e evitar o aparecimento de erros ainda em fase de Projeto.

A realização destes objetivos genéricos acima mencionados passa pela análise e concretização de objetivos mais restritos que podem descrever-se do seguinte modo:

- Análise do Estado da Arte sobre a temática em questão;
- Análise do Capítulo 4 – MEP Design, da norma COBIM;

- Estudo e análise dos principais sistemas que constituem as várias especialidades, bem como, das respectivas imposições legislativas;
- Discussão com um conjunto selecionado de técnicos de AVAC, Engenheiros Mecânicos e Eletrotécnicos tendo em vista a análise e esclarecimento de eventuais limitações dos sistemas de cada especialidade, bem como das colisões mais frequentes;
- Elaboração de uma matriz de apoio à decisão, para eliminar as incompatibilidades existentes no projeto;
- Adaptação de um modelo BIM disponibilizado à Norma COBIM (Capítulo 4 – MEP design), com recurso ao Software ArchiCAD e Revit MEP e identificação das “Clashes/colisões” existentes com recurso a Software Solibri Model Checker ou Autodesk Navisworks para posterior aplicação da matriz de decisão na resolução das mesmas;
- Estudo dos problemas e limitações na implementação das MEP em modelos BIM, assim como análise das incompatibilidades entre as especialidades aquando da sua implementação, discussão das adaptações e estudo de possíveis melhorias;
- Desenvolvimento e elaboração de um Guia Prático para coordenação das MEP em modelos de BIM para Engenheiros Cíveis e Arquitetos;
- Conclusões e indicações gerais para a aplicação padronizada das várias especialidades eliminando incompatibilidades.

Nota: Os objetivos acima mencionados dizem respeito à metodologia do processo de trabalho inicialmente prevista para realização desta Dissertação e obtenção dos resultados esperados e respetivos objetivos do trabalho. Com o decorrer dos trabalhos, o percurso inicialmente traçado foi-se alterando no sentido que se verificou mais conveniente e propício para a realização do trabalho e alcance dos objetivos esperados. Como tal, o quarto e quinto parâmetros acima mencionados, e com cor do tipo de letra diferente, não se verificaram necessários pois fariam parte da metodologia de trabalho para esclarecer eventuais dúvidas que surgissem no decorrer e desenvolvimento dos trabalhos, o que acabou por não se revelar necessário uma vez que se conseguiram esclarecer as dúvidas que iam surgindo por outros meios, nomeadamente, pesquisa e consulta de matéria sobre o assunto.

1.3. METODOLOGIA

Tendo em vista o cumprimento dos objetivos propostos anteriormente procedeu-se, numa primeira fase, a uma pesquisa intensiva de bibliografia relacionada com o tema em questão permitindo perceber até que ponto o tema em questão já se encontra desenvolvido e, tendo por base esse mesmo trabalho, continuar a desenvolver a partir do que já se encontra feito.

Inicialmente, o estudo efetuado incidiu numa análise e estudo do Capítulo 4 da Norma COBIM (Common BIM Requirements), que é referente ao Projeto de MEP, tendo como objetivo perceber o que existe legislativamente acerca deste tema, permitindo também adquirir conhecimentos e interiorizar a temática em questão, para posteriormente proceder a uma pesquisa mais abrangente do tema em questão.

A pesquisa baseou-se principalmente na consulta de artigos científicos a nível internacional, publicados em revistas e jornais conceituados, uma vez que em Portugal pouco ou nada se encontra desenvolvido acerca desta temática. Contudo, foi também importante o estudo e abordagem da metodologia BIM, devido ao conhecimento muito limitado do assunto por parte do autor, de forma a perceber o conceito, modo de funcionamento e potencialidades da mesma, que já se encontra aplicada em escala significativa em algumas empresas nacionais.

Os jornais internacionais utilizados na pesquisa foram essencialmente os seguintes: Building and Environmental, Journal of Construction Engineering and Management, Building Research and Information, Canadian Journal of Civil Engineering, etc. Também foi realizada uma pesquisa de publicações científicas internacionais recorrendo a motores de busca como o B-On, Google Scholar, ABI database, EI Compendex Web, Science-Direct, Scopus, Library Genesis, entre outros. Foi dada especial atenção a estas fontes de informação uma vez que são as mais conceituadas a nível mundial no que concerne à Indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção), e desta forma, aos métodos, técnicas e materiais mais inovadores do setor.

O principal objetivo, da recolha e análise de informação relevante das fontes referidas, baseou-se essencialmente em aumentar o conhecimento em relação ao BIM e MEP, compreendendo e apreendendo os últimos avanços acerca da metodologia, uma vez que, acerca dos conflitos em si não se encontrou muita informação explícita.

O processo de pesquisa e análise de informação acerca do tema em questão estendeu-se também para os principais softwares da metodologia BIM, onde se procuraram os principais softwares

utilizados neste mercado, bem como as valências de cada um comparativamente com os restantes. De referir que, para que os resultados apresentados fossem o mais credíveis e fidedignos possível, procedeu-se à elaboração de um inquérito que foi preenchido pelas empresas e proprietárias dos softwares apresentados, a partir dos quais se elaborou um mapa comparativo desses mesmos softwares.

Após obtenção e análise de bibliografia considerada relevante seguiu-se uma análise cuidada da mesma tendo em vista um tratamento comparativo dos vários dados adquiridos de forma a obter-se o que era realmente importante e eliminar o que era repetitivo ou menos relevante para o trabalho a desenvolver. Para além da análise da bibliografia foi ainda analisado um modelo BIM, tendo em vista a deteção e resolução das incompatibilidades (*Clashes* entre as especialidades) que constituem o Projeto de MEP.

Posteriormente, procedeu-se a uma análise de resultados e à elaboração das conclusões relevantes tendo em vista a sua aplicação prática no setor.

1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação encontra-se dividida em seis capítulos, como se pode verificar de seguida, sendo eles:

- 1) Introdução
- 2) Estado da Arte
- 3) Investigação
- 4) Caso de Estudo (Hospital)
- 5) Proposta: Guia de Coordenação/modelação das MEP em modelos de BIM
- 6) Conclusão

No primeiro capítulo é realizado um enquadramento geral do Tema em questão, assim como as motivações que levaram à realização desta Dissertação e dos objetivos delineados.

No segundo capítulo, são apresentadas informações e trabalhos desenvolvidos por diversas entidades, considerados pertinentes para a elaboração e continuação do desenvolvimento desta temática acerca do tema em questão, pois permitirão dar continuidade ao assunto a partir do

que já se encontra desenvolvido. São também apresentados e definidos os principais conceitos do assunto em questão, bem como os principais softwares do mercado da indústria AEC e ainda são analisados alguns casos de estudo que permitirão esclarecer os objetivos e a necessidade de desenvolvimento deste trabalho.

No terceiro capítulo, é feita uma pesquisa e análise de informação existente acerca das legislações relativas a cada especialidade MEP isoladamente, mas também a informação relativa a casos de estudo já desenvolvidos por outras entidades que permitam atestar as diversas vantagens da utilização da metodologia BIM para Gestão e Coordenação de Projetos.

No quarto capítulo, é apresentado um modelo BIM do projeto de um hospital que será alvo de estudo e análise, tendo em vista a identificação e correção dos principais erros de projeto e/ou conflitos respeitantes às especialidades de MEP que o constituem. O modelo em questão é de um hospital, sendo estes os casos mais complexos devido às suas dimensões e especialidades que o constituem. A identidade do hospital será mantida no anonimato por se tratar de um caso real e por questões de confidencialidade.

O quinto capítulo, é constituído por um Manual/Guia onde estarão contemplados os principais passos e sugestões para auxiliar os Engenheiros e Arquitetos no processo de modelação e coordenação de projetos de especialidades bem como algumas soluções de correção de possíveis erros e conflitos entre especialidades.

Por ultimo, no sexto capítulo, serão apresentadas as conclusões obtidas ao longo do desenvolvimento do trabalho e as perspetivas e sugestões para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2

2. ESTADO DA ARTE

2.1. PROBLEMAS / INCOMPATIBILIDADES

“Muitos dos problemas relacionados a inadequações técnicas, mercadológicas e financeiras de empreendimentos, têm como causa principal a ineficiência do processo de projeto. Este importante processo ocorre de maneira informal, normalmente desenvolvido de forma não planejada, fragmentada, sem uma visão global e integrada entre projeto e produção. É evidente a falta de integração e comunicação entre os diversos agentes envolvidos” (Alencastro, 2006).

O desenvolvimento de projetos, sem a devida compatibilização entre as suas componentes, gera consequências negativas, como é o caso de maior índice de retrabalhos, prolongamentos dos

prazos de construção, quebras no cronograma de execução e falhas na qualidade da construção, que se traduz no conseqüente aumento do custo da mesma (Cruz, 2011).

De acordo com Oliveira (2013) à exceção dos casos de ocorrência de catástrofes naturais, em que a violência das solicitações, aliada ao caráter imprevisível das mesmas, é o fator preponderante, os problemas patológicos tem a sua origem em falhas que ocorrem durante uma ou várias fases inerentes ao ciclo de vida do edifício. Ciclo esse que pode ser dividido em três etapas básicas: Conceção (na qual se insere o planeamento, o projeto e os materiais), Execução e Utilização.

Segundo Santos (2014), para Nascimento & Formoso (1998), os problemas de projeto com mais frequência em obra são:

- Detalhes de acabamento que ficam ao critério do cliente;
- Nível de detalhe do projeto insuficiente;
- Cruzamento de tubagens elétricas e hidráulicas;
- Posicionamento incorreto dos pontos elétricos;
- Falta de especificação para execução dos serviços;
- Falta de projeto de execução e medições;
- Mudanças imprevistas de projeto.

Dos referidos anteriormente, os problemas que serão analisados neste trabalho resumem-se a:

- Cruzamento de tubagens elétricas e hidráulicas;
- Posicionamento incorreto dos pontos elétricos;
- Falta de projeto de execução e medições.

Para Mayr (2000) um dos principais fatores que pode levar ao aparecimento de problemas ou inconsistências/deficiências nos projetos é o facto de estes serem realizados sem a perspectiva da execução da obra. Ou seja, os projetos são executados sem a informação necessária e planeamento prévio do que se pretende construir, ficando suscetíveis a alterações e correções com o decorrer do processo.

De acordo com Costa (2013) os erros originados na fase de planeamento são apontados por Maciel e Melhado (1996) como responsáveis por 60% das patologias na construção. Sendo que a maioria dessas patologias tem origem nas incompatibilidades entre os vários projetos de

especialidade. Para o autor, um bom exemplo de problemas muito comuns em obra são as incompatibilidades relacionadas com interferências entre paredes e caminhos de cabos, que geram um desperdício de material, uma vez que as paredes já montadas têm de ser partidas para a passagem de tubagens.

Como se pode verificar no Gráfico 1, a esmagadora maioria dos problemas na construção tem origem em erros de projeto e erros de execução do mesmo. Daí a necessidade da fase de planeamento ser cada vez mais uma fase decisiva para otimização da qualidade do trabalho a realizar permitindo, desta forma, resolver erros de projeto em tempo útil e evitar a sua transição para a fase de execução da obra, que causaria problemas e gastos adicionais que resultariam num aumento do custo total da obra, que é cada vez mais o principal fator para garantir a oportunidade de execução da mesma. Uma vez que o custo de realização (orçamento) é o fator preponderante que determina a concorrência à execução de uma obra, e fator preponderante para o dono de obra decidir a quem entregar a conceção da mesma, sendo que, geralmente, o empreiteiro que apresentar melhor orçamento será o ganha o concurso para a construção da obra.



Gráfico 1 - Causas das patologias na Construção

Fonte: <http://arquitetesuasideias.com/2014/11/24/voce-sabe-o-que-sao-patologias-na-construcao-civil/>

Os problemas/incompatibilidades que aqui se pretendem retratar dizem respeito ao aparecimento de inconformidades na conciliação de todos os projetos de especialidades envolvidos numa construção, colocando em causa, ou até mesmo impedindo, o correto funcionamento dessa construção/instalação para os fins a que se destina.

Mais especificamente, os problemas/incompatibilidades aqui abordados e analisados tendo em vista a sua correção, dizem respeito a erros de projeto que possam ter passado despercebidos durante a fase de análise e execução do projeto de cada especialidade que constitui a construção. Assim como conflitos/colisões entre as várias especialidades aquando da junção de todos os projetos/modelos de especialidade num modelo central. Conflitos que, num modelo de elevadas dimensões, como é o caso do modelo em estudo, surgem com muita frequência devido às exigências regulamentares e funcionais impostas para este tipo de instalações, neste caso um hospital.

Os principais conflitos/colisões que se apresentam para análise e correção serão do tipo: colisões de condutas com caminhos de cabos, canalizações, elementos estruturais ou arquitetónicos que, para além de impedirem a funcionalidade dos sistemas, não estejam de acordo com o projeto e têm origem em erros de projeto. Estas falhas, resultantes da falta de atenção/cumprimento das exigências técnicas durante a fase de construção podem impedir que o imóvel seja utilizado para o fim a que se destina bem como implicar a diminuição do seu valor.

De referir que, os erros/conflitos abordados dizem apenas respeito ao carácter técnico do projeto, obedecendo à verificação de Normas, Regulamentos e Eurocódigos, e não a problemas funcionais derivados de erros de cálculo e dimensionamento que possam colocar em causa o correto desempenho dos equipamentos. Ou seja, os problemas das construções, como é o caso de conflitos e erros de instalação das redes, que colocam em causa o bom funcionamento das mesmas. Geralmente causados pela instalação e montagem deficiente deste tipo de redes e instalações (redes hidráulicas, gás, elétricas, AVAC, etc.) e não conformidades das mesmas, no que diz respeito ao não cumprimento da legislação vigente relativa a cada especialidade bem como o não cumprimento de boas práticas, técnicas de montagem e instalação das mesmas, de forma a garantir a segurança durante todo o processo de execução e utilização das respetivas instalações.

2.2. IMPACTO

“Com frequência têm sido divulgados relatórios de auditorias a obras públicas que apresentaram significativos desvios de custo, de prazo e de qualidade e em que na origem de muitos desses desvios encontram-se o modelo de contratação e a gestão e o controlo da qualidade dos projetos” (Couto & Teixeira, 2006).

As inconsistências nos projetos traduzem-se num impacto negativo para o normal decorrer das várias fases de planeamento e construção da obra bem como para o correto funcionamento da mesma. Do qual advém derrapagens nos orçamentos, gastos adicionais com correções e reparações, assim como incumprimento no calendário de trabalhos e das tarefas propostas que por sua vez originará o pagamento de coimas e indemnizações. Todos estes fatores têm um peso muito significativo quer para o bom desenvolvimento das fases de trabalho quer no custo final de uma obra. Como tal, estes erros e inconsistências, devem ser salvaguardados e resolvidos em tempo útil, sem atrapalhar o normal decorrer dos trabalhos, de forma a otimizar quer o processo construtivo quer os gastos adicionais com correções e reparações. E ainda possibilitar a prática de preços competitivos garantindo um trabalho de qualidade em conformidade com o caderno de encargos da obra.

De acordo com Couto & Couto (2007), num estudo realizado por Love *et al* (2000), em países onde o controlo de projeto é agora mais apertado e rigoroso, concluíram que 40 a 50% dos custos necessários para a reabilitação das construções novas afetadas por problemas construtivos dizem respeito a situações originadas por erros ou omissões de projeto.

Os impactos causados pelos problemas anteriormente apresentados podem dar origem à necessidade de realização de várias ações, bem como provocar o aparecimento de outros problemas de cariz de coordenação e gestão do projeto. Entre a infinidade de impactos que podem advir dos problemas/incompatibilidades construtivas referidas destacam-se: os Retrabalhos/Trabalhos a mais, Improdutividade, Incumprimento dos prazos de construção e derrapagens orçamentais; que serão abordados de seguida.

Com o decorrer do tempo e a constante evolução das técnicas e métodos construtivos os consumidores europeus são cada vez mais exigentes com a construção que pretendem, e não se importam de contratar empresas internacionais em vez das nacionais, se com isso puderem evitar problemas nas suas obras, (Couto & Teixeira, 2005). Esta situação leva a que as empresas portuguesas tenham a necessidade de competir em igualdade de circunstâncias com as empresas

internacionais, em vez de se refugiarem constantemente nas eventuais vantagens da mão-de-obra barata, que tem um impacto negativo no mercado no que concerne à qualidade da construção porque pode também originar problemas devido à falta de mão-de-obra especializada.

2.2.1. Retrabalhos/Trabalhos a mais

Para Mayr (2000), ao garantir a transmissão clara e objetiva dos conteúdos de um projeto, criando um entendimento comum, por parte de todos os intervenientes, quanto ao objeto a ser construído, evita-se o retrabalho na leitura do mesmo. Como seria o caso da leitura de projetos de fraca qualidade, com elevado número de erros e pouco detalhe, em que o leitor tem que despende mais tempo e analisar várias vezes para tentar perceber o que lá se encontra, uma vez que não é claro nem perceptível. O retrabalho pode ser definido como o refazer do Projeto em obra. Se o projeto modela o objeto, o retrabalho é um refazer do modelo na obra. Se o Projeto são instruções para a obra, o retrabalho é um refazer das instruções.

Como medida para enfrentar a competitividade cada vez mais percetiva no mercado de trabalho, e tendo em vista a obtenção de ganhos financeiros superiores, o foco das empresas na redução das perdas e Retrabalhos tem-se tornado uma das principais prioridades dos gestores modernos. Contudo, analisar, identificar e resolver estes problemas é um processo muito complexo e que deve envolver as várias equipas de trabalho intervenientes no projeto.

De acordo com Couto e Couto (2007), num estudo levado a cabo por Love *et al.* (2000) sobre as causas da reconstrução dos trabalhos, os autores concluíram que as alterações na fase de conceção, as modificações na fase de construção e os erros de projeto contribuem, em aproximadamente 92% para a totalidade do que é necessário reconstruir, influenciando drasticamente a qualidade da obra.

Também de acordo com Santos (2014) as principais fontes de problemas que levam à necessidade de execução de retrabalhos ou trabalhos a mais são:

- Erros na medição do projeto
- Incompatibilidades entre elementos construtivos
- Solicitações de alterações realizadas pelo cliente/dono de obra
- Incompatibilidades entre projetos

- Incumprimentos ou erros de leitura dos projetos por parte dos construtores aquando da execução dos trabalhos.

Outro fator muito importante, senão até mais importante que os anteriormente referidos que levam á necessidade de realização de retrabalhos ou trabalhos a mais são as omissões nos projetos, ou seja, a falta de informação relevante nos mesmos.

Segundo Cardoso *et al.* (2010), a utilização de um ambiente virtual (como é o caso dos softwares 3D utilizados na metodologia BIM) trouxe inúmeras facilidades e vantagens na realização das tarefas de uma empresa, para além da diminuição dos Retrabalhos por parte dos engenheiros e técnicos de especialidades nas alterações dos projetos dos seus clientes, tendo em vista a sua otimização. Esta metodologia permitiu também tornar todo o processo e ambiente de trabalho mais convidativo e interessante para todos os intervenientes.

2.2.2. Improdutividade

Para Formoso *et al.* (2011) o conceito de perdas (fator que leva á improdutividade) na construção civil é, frequentemente, associado unicamente aos desperdícios de materiais. Contudo, as perdas estendem-se para além deste conceito e devem ser entendidas como qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão-de-obra e capital em quantidades superiores aquelas necessárias à produção da edificação. Assim sendo, as perdas englobam tanto o desperdício de materiais quanto a execução de tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor.

Há alguns anos atrás costumava dizer-se que a cada três edifícios construídos poder-se-ia erguer outro com o material desperdiçado. Atualmente esta afirmação tem sido contestada e vários investigadores tentam descobrir qual o verdadeiro número que traduz a quantidade de perdas de uma construção.

Apesar de já não ser recente a constante procura pela otimização dos recursos de forma a rentabilizar todo o processo construtivo de uma empresa, garantindo-lhe competitividade no seu mercado laboral, com o passar do tempo os processos e mecanismos vão ficando cada vez mais complexos, o que obriga a uma constante evolução das técnicas e metodologias de trabalho e otimização de recursos para que as empresas consigam vingar no mercado. Como tal, Souza e Santos (2014) referem que, com o aumento da competitividade entre as empresas de

construção civil e o aumento das exigências dos clientes, foi necessário mudar a maneira de se produzir, de modo a permitir obtenção de lucros satisfatórios. Com esse intuito, *Lauri Koskela* (1992) discutiu a aplicação do Sistema Toyota de Produção na Construção Civil, dando origem ao termo *Lean Construction*, que se caracteriza pela redução das perdas durante todos os processos que envolvem uma Construção. Como tal, a redução das perdas é algo que é e irá ser procurado, cada vez com mais rigor, com o decorrer do tempo.

Para Souza e Santos (2014) a construção civil é um setor que exige muita mão-de-obra e, por isso, muitos estudos têm sido desenvolvidos no sentido de aumentar a sua produtividade. Uma vez que a necessidade de mão-de-obra é o principal fator para a improdutividade no setor. Por sua vez, a redução das perdas contribui para o aumento da produtividade das equipas de trabalho e, conseqüentemente, contribui para o aumento da competitividade das empresas.

Segundo Meira *et al.* (1998) a atual realidade do setor é a necessidade de uma melhoria continua que estimula as empresas a avaliarem constantemente os seus processos, onde todas as iniciativas que visem qualificar e quantificar perdas é uma mais-valia.

Para Andrade e Andrade (s.d.), mão-de-obra especializada, ajustada aos objetivos da obra e motivação são fatores extremamente importantes para obtenção de excelente produtividade. As tarefas devem ter um procedimento operacional padrão para que se possa obter o melhor rendimento possível, independentemente do profissional que esteja a executar a tarefa, ou seja, o mesmo deve ser previamente qualificado, treinado e motivado para fazer o melhor possível.

Um estudo levado a cabo por Mayr (2000) revela que um dos caminhos que pode levar a reduzir a “distância” entre o projeto e a execução do mesmo, garantindo as suas propriedades e características, é a melhoria no processo de comunicação do Projeto para a obra. Revelou ainda que, as deficiências de projeto e as improvisações no processo de execução levam à não conformidade da obra com a solução formulada, que por sua vez resultam na perda de conteúdos que são expressão da arte e da técnica do tempo em que é realizado o projeto.

2.2.3. Incumprimento dos prazos na construção

Segundo Couto e Couto (2007), o incumprimento dos prazos, as derrapagens orçamentais e a falta de segurança nas obras são as deficiências mais conhecidas dos projetos de construção porque têm um impacto imediato nos utentes e no público em geral.

Para além do referido, Couto e Teixeira (2005) afirmam ainda que, o incumprimento dos prazos é um dos motivos frequentemente apontados para a falta de competitividade das empresas portuguesas. O incumprimento dos prazos de construção pode ter várias origens, assim como, pode também ser da responsabilidade de qualquer um dos vários intervenientes no projeto, dependendo do problema que originou o atraso. Na Figura 1 apresenta-se um esquema elucidativo da classificação dos atrasos.

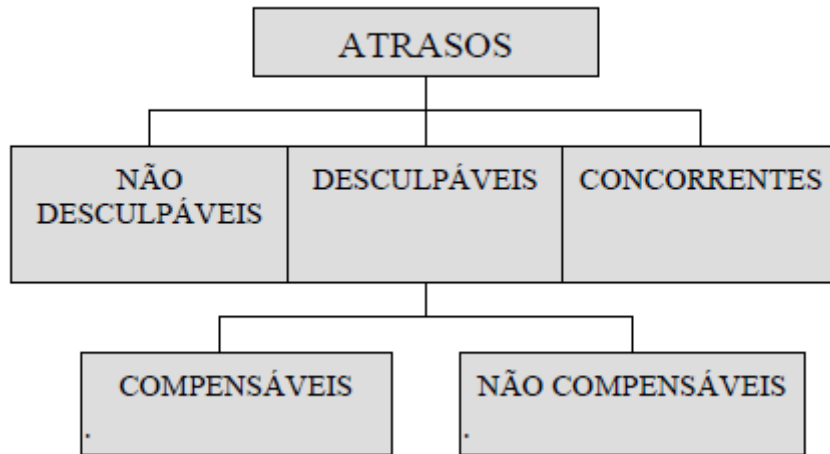


Figura 1 - Atrasos na construção

Fonte: (Couto & Teixeira, 2005)

Ainda de acordo com o autor, os atrasos desculpáveis podem ser descritos como atrasos que dão direito ao empreiteiro a tempo extra para conclusão do trabalho para o qual foi contratado, sendo que podem ser classificados como compensáveis, no caso de conferirem direito a tempo adicional para conclusão dos trabalhos mas também custos adicionais; no caso dos trabalhos não compensáveis apenas se confere ao empreiteiro direito a tempo adicional para realização das tarefas. Os atrasos não desculpáveis são atrasos que não dão nenhum dos direitos anteriormente referidos (tempo e dinheiro) ao empreiteiro, uma vez que normalmente estão associados a incumprimentos das obrigações contratuais por parte do mesmo. Por ultimo, os atrasos concorrentes são atrasos que ocorrem em simultâneo na obra, mas em que cada um, por si só, afetaria a data de conclusão da obra.

Segundo Couto (2007) a maioria dos investigadores, apesar de não se considerar consenso absoluto, definem os atrasos como correspondendo a uma derrapagem do prazo de execução para além da data prevista no contrato ou para além da data de conclusão das atividades críticas.

Para Vanni (1999) os atrasos na construção devem-se principalmente:

- À diversidade dos intervenientes nas várias fases do processo de construção;
- À grande dispersão das obras agravada, na maioria dos casos, pela pequena produção em série;
- Ao carácter itinerante da indústria da construção com sucessivas mudanças de estaleiro, tipo de obra e de pessoal;
- À variedade de materiais, componentes e tecnologias utilizados, bem como dos respetivos fornecedores.

Em Portugal, nos últimos anos, os atrasos estão relacionados com outros fatores, de entre os quais se destacam:

- Incapacidade dos subempreiteiros;
 - Escassos recursos financeiros;
 - Falta de mão-de-obra (especializada);
 - Incapacidade de aprovisionamento.
- Cultura enraizada relativa ao incumprimento dos prazos (conhecida quando se faz o planeamento de uma obra).

Para Vasconcelos (2010), *“A adoção de ferramentas BIM parece, numa primeira análise, corresponder às necessidades do sector da construção. Os potenciais benefícios desta metodologia são enormes. Entre outros evidencia-se o aumento do fluxo de informação, tal como da colaboração, o aumento do controlo do planeamento e do orçamento, a redução das incompatibilidades entre projetos de especialidades e, naturalmente, o aumento da qualidade da construção e a diminuição do risco.”*. Como tal, pode afirmar-se que a implementação da Metodologia BIM no setor da construção em Portugal é uma mais-valia porque uma otimização de tarefas e recursos vai de encontro com os objetivos aqui retratados, que são a redução contínua de problemas, que provocam o incumprimento das tarefas propostas em tempo útil, entre outras.

2.2.4. Derrapagens orçamentais

Desde sempre que o orçamento disponível foi um dos fatores decisivos, senão o principal, a ter em conta aquando da realização de uma construção e das suas características na fase de

planeamento e projeto para a esmagadora maioria dos donos de obra. Contudo, esta prática levou a que, por vezes, se esqueçam fatores decisivos e que a médio/longo prazo levem à necessidade de gastos de manutenção e reparação causados por más práticas construtivas, tendo em vista “poupar uns trocos”, mas que agora representam um valor muito mais substancial, bem como, origina problemas com um grau de dificuldade de resolução muito superior ao que teria se tivesse sido atempadamente identificado e tratado.

No Gráfico 2 encontra-se uma representação da influência que cada fase do projeto pode representar para o aumento do custo final do projeto.

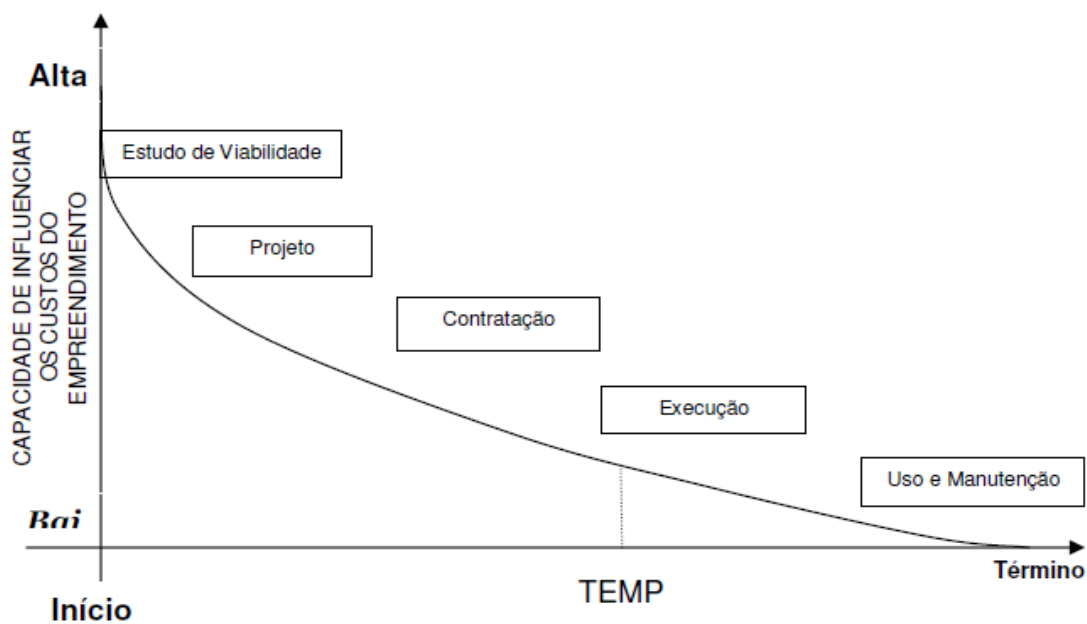


Gráfico 2 - Capacidade que as fases de uma Construção têm de influenciar o custo da mesma

Fonte: (Vanni, 1999)

De acordo com o referido por Fontes (2014), em estudos levados a cabo por outros autores, conclui-se que: “Na indústria AEC, é recorrente o orçamento planeado ser insuficiente para finalizar a obra. Posto isto, os donos de obra são obrigados a aumentar o orçamento disponível, a cortar custos em determinados cenários ou a desistir do projeto. Segundo o Construction Clients Forum (1997), dois terços dos donos de obra reportaram um aumento em relação ao orçamento inicial e final. De modo a mitigar o risco de derrapagem nos orçamentos e estatísticas falíveis, donos de obra e prestadores de serviços adicionam contingências ao

orçamento, ou criam uma espécie de orçamento de emergência, tudo isto para lidar com a incerteza da indústria da construção. (Ali Touran, 2003)”

Segundo Vasconcelos (2010), de acordo com Couto, Teixeira e Moura (2005), *“Um dos problemas mais preocupantes da construção portuguesa é o acréscimo do custo total das obras. As consequências são severas e põem em causa não só a credibilidade dos profissionais de construção, como também a imagem do nosso país neste setor.”*

Para Silva e Soares (2002), a falta de qualidade dos projetos traduz-se num descontrolo do custo das obras e da sua durabilidade, quando não origina situações de risco acrescido para pessoas e bens, como é o caso de zonas sísmicas. Para além da racionalização dos custos imediatos da obra, a necessidade da revisão dos projetos coloca-se também em termos dos custos de manutenção.

Outro fator muito importante a ter em conta, segundo Costa (2013), uma vez que é cada vez mais uma realidade no setor da indústria AEC, é a utilização de peças pré-fabricadas, pois a possibilidade de corrigir possíveis incompatibilidades em obra é mais difícil, levando por vezes à necessidade de reprodução dessas peças, o que leva a um aumento do tempo necessário e desperdício de material e, conseqüentemente, aumento dos custos.

2.2.5. Responsabilidades

De acordo com Couto e Teixeira (2006) a responsabilidade dos erros cometidos durante todo o processo que envolve a realização de uma obra é de todos os intervenientes, ainda que com graus distintos; atitude negligente, laxismo, desresponsabilização, etc., no que concerne às ações de resolução destes mesmos problemas compete também a todos os intervenientes fazer algo no sentido de minimizar ao máximo o seu aparecimento, apesar de que o primeiro passo terá que ser dado pelo dono de obra em várias frentes. Sendo que, o desejável, para a resolução dos erros/conflitos e quaisquer problemas que possam surgir, seria a intervenção de todos os intervenientes no processo/projeto de forma a discutir e adotar a melhor solução em conformidade com todos os sistemas e técnicos.

De salientar ainda que, existem erros/conflitos que podem não ter um responsável direto, daí a importância das correções serem feitas por acordo e discussão entre todos os intervenientes no processo/projeto. Há situações que, por exemplo, em última instância terá que ser o Dono-de-

obra a decidir e resolver de acordo com aquela que é, para ele, a melhor opção para atingir o resultado e finalidade pretendidos com a construção.

2.3. BIM – BUILDING INFORMATION MODEL

“Os processos de conceção e projeto são estratégicos para a qualidade do edifício ao longo do seu ciclo de vida. E a busca de novos métodos e processos que possam considerar precocemente a totalidade das questões envolvidas no projeto é de extrema relevância para o sucesso dos empreendimentos e progresso do setor da indústria AEC.” (Sousa & Meirino, 2013) citado por (Oliveira, 2005).

De seguida apresenta-se uma breve e resumida explicação do que é o BIM e dos seus benefícios, uma vez que este acrónimo tende a gerar muita confusão na Indústria AEC, dos quais o maior erro é que, para muita gente, este acrónimo é erradamente interpretado/relacionado como um *software* mas na realidade é uma metodologia, ou um processo.

2.3.1. O que é o BIM?

A base de um sistema BIM é o banco de dados que, além de exibir a geometria dos elementos construtivos em 3D, armazena os seus atributos e, portanto, transmite mais informação que os modelos CAD tradicionais. Além disso, como os elementos são paramétricos, é possível alterá-los e obter atualizações instantâneas em todo o projeto. Este processo estimula a experimentação, diminui conflitos construtivos, facilita revisões e aumenta a produtividade (Coelho & Novaes, s.d.).

Segundo Antunes (2013), de acordo com Lino *et al* (2012), uma das ideias do conceito da metodologia BIM, por parte do público em geral que não tem conhecimento nem contato com o BIM e aquilo que representa, é a sua associação a um mero visualizador 3D. A Figura 2 traduz de forma simples o conceito da metodologia.

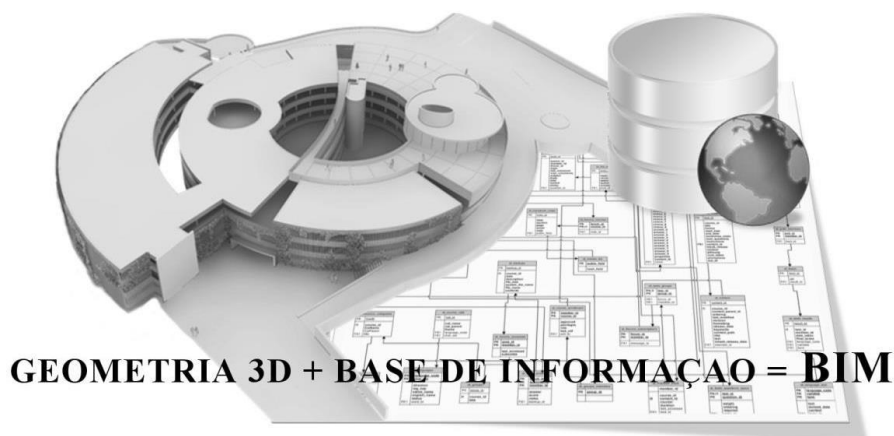


Figura 2 - O que é o BIM!

Fonte: (Antunes, 2013)

“Quando falar-mos de BIM estaremos a referir-nos muito mais ao “*Information*” do que ao “*Building*” ou ao “*Modeling*”, (Addor & et al, 2010, p. 105).

De acordo com a ndBIM – Virtual Building o “*BIM é um processo integrado que armazena e agiliza a troca de informação de projeto, construção e exploração entre os vários stakeholders, criando modelos tridimensionais que representam todas as características físicas e funcionais do edifício e que têm um elevado potencial no suporte às tomadas de decisão, nas diversas fases de um empreendimento*”.

A Figura 3 apresenta de forma esquemática como se processa a partilha de informação num modelo de BIM, bem como uma breve explicação de como deveria funcionar esta metodologia para se atingir o pleno das suas potencialidades.

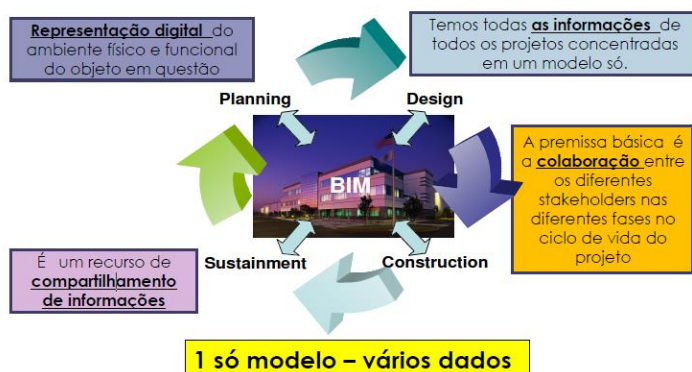


Figura 3 - Funcionamento de modelo BIM

Fonte: (Addor, BIM, 2009)

O BIM inclui todo o processo de recolha de informação que é necessário realizar antes mesmo do início da fase de desenho e projeto do edifício ou de definir as suas características (geometria, forma, número de pisos, etc.) uma vez que contém toda a informação relevante a ter em conta durante a fase de execução e o tempo de vida útil do edifício em questão (Fontes H. , 2010, pp. 2-3).

Na Figura 4 apresentam-se esquematizadas as fases respeitantes à modelação e realização de um modelo BIM, assim como todas as fases do ciclo de vida de um edifício que caracterizam a metodologia.

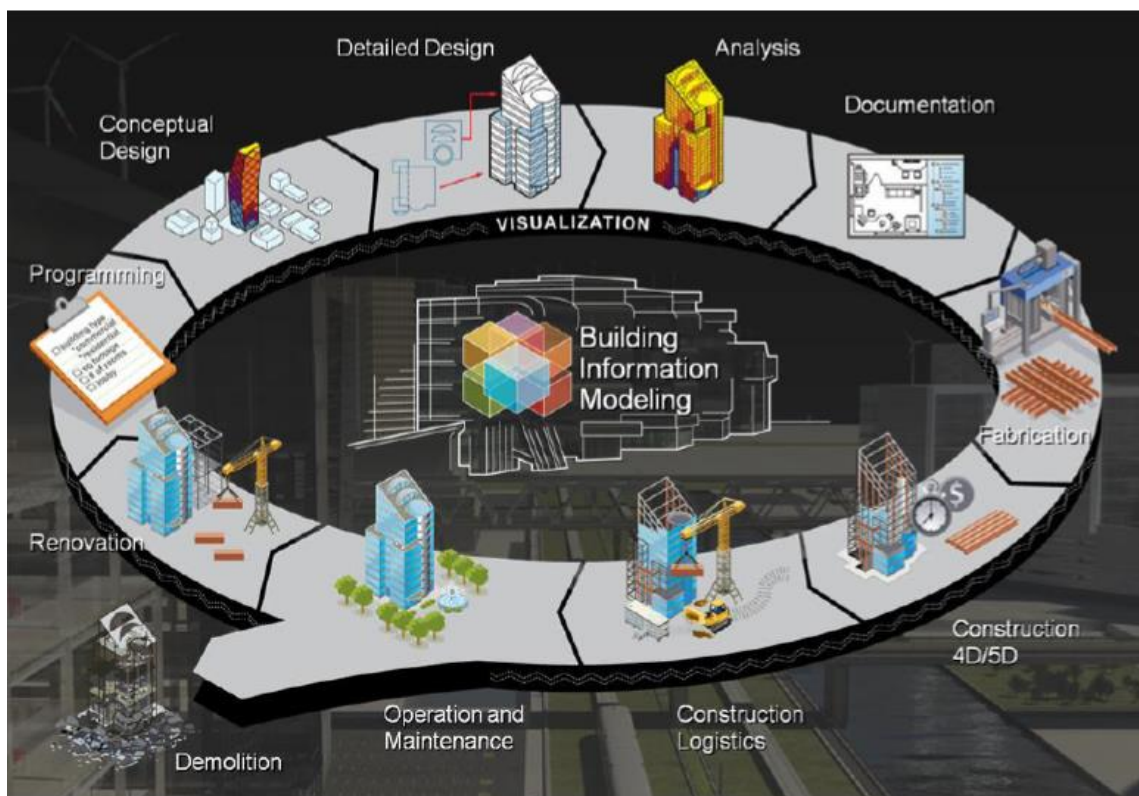


Figura 4 - Ciclo de vida do BIM na Indústria AEC

Fonte: <http://www.neuralenergy.info/2009/06/building-information-modeling.html>

O acrónimo BIM (*Building Information Modeling*) foi usado pela primeira vez em 2002 para descrever um desenho virtual, gestão da construção e instalações. Os processos BIM centram-

se em torno de modelos virtuais que permitem a partilha de informação entre os intervenientes da indústria da construção.

O BIM é muito mais do que a representação virtual dos objetos com intuito da geração de vistas automáticas. A visão do *National Institute of Building Sciences* (NIBS) sobre a tecnologia BIM é que este é um processo melhorado de planear, projetar, construir, usar e manter uma instalação, nova ou velha, usando um modelo de informação normalizado que contém toda a informação apropriada num formato que possa ser usado durante todo o seu ciclo de vida (NIBS, 2008).” (Silva J. , 2013, p. 6).

Toda a informação contida nos modelos de BIM é respeitante a todas as especialidades envolvidas na fase de projeto, construção e manutenção ao longo da vida útil do edifício, o que permite a criação de um projeto único e transversal a todos os intervenientes, nomeadamente as especialidades de *Arquitetura, Engenharia e Técnicos de Construção* (AEC).

“O modelo BIM é usado pelas várias especialidades sendo assim possível existir um projeto único e transversal a todos os intervenientes. A coordenação é mais eficiente e o esforço de desenho convencional é reduzido pois assim que o modelo é criado, é usado por todos. Assim sendo, o BIM ajuda a que os projetistas se foquem mais numa conceção e detalhe pormenorizado e se apercebam das possíveis incompatibilidades antes do projeto concluído. O cliente vê os seus recursos aplicados de uma forma mais eficiente e com maior garantia de uma construção de sucesso. O empreiteiro tem acesso a documentos mais completos tendo assim a possibilidade de construir com maior qualidade (The five fallacies of BIM, 2008).” (Fontes H. , 2010, p. 5).

Esta metodologia, BIM, permite ainda que as alterações feitas ao projeto sejam automaticamente gravadas e alteradas na base de dados assim como efetuar uma quantificação dos materiais utilizados na realização do mesmo e respetivo custo.

“Os BIM permitem a partilha de informação entre especialidades de uma forma muito eficaz. Se a informação estiver alojada num servidor central e for constantemente atualizada o processo de construção vai ser significativamente melhorado, pois todos os intervenientes têm acesso à versão mais recente do projeto imediatamente após esta ser disponibilizada. Esta vantagem implica que existam procedimentos bem definidos entre as partes intervenientes, que poderão ser normas institucionais, que definam as regras de partilha de informação bem como

a normalização dos modelos virtuais gerados com recurso a ferramentas BIM.” (Silva J. , 2013, p. 7).

Na Figura 5 está esquematizada a relação de cada interveniente na base de dados da metodologia BIM. Como se pode verificar, todos os intervenientes podem aceder à base de dados e consultar e adquirir informação necessária lá contida mas também podem fornecer para que os restantes intervenientes que tenham acesso a essas mesmas informações se necessário, que define o conceito de modelo compartilhado.

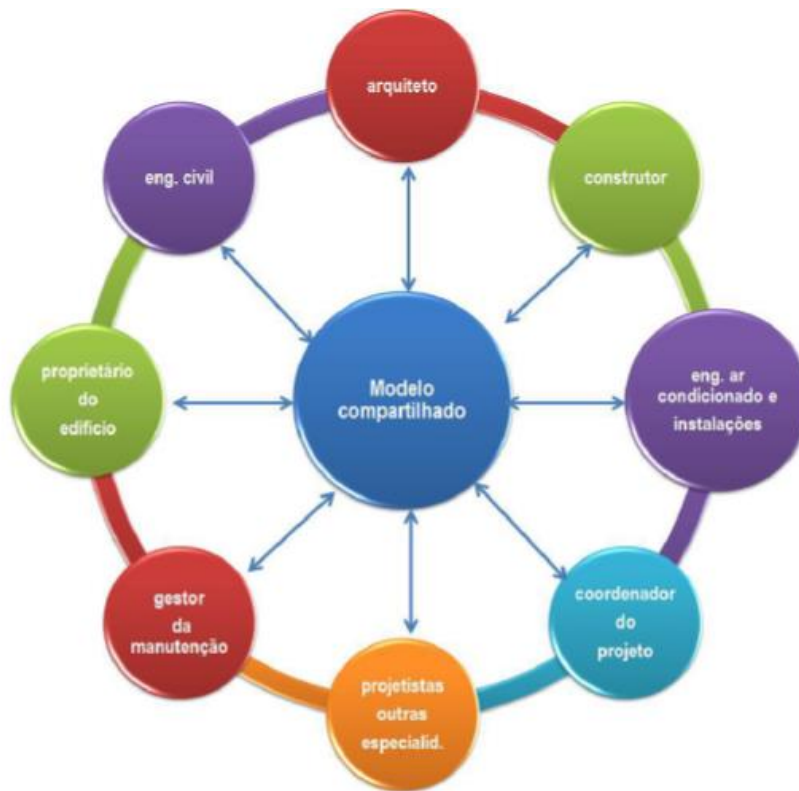


Figura 5 - Interoperabilidade do BIM

Fonte: (Junior, 2014) através de (Manziona, 2013)

A disponibilidade de informação que esta metodologia fornece é uma mais-valia para todos os intervenientes e permite otimizar as tarefas realizadas assim como prevenir e evitar possíveis erros em tempo útil reduzindo os custos e otimizando os trabalhos.

“O BIM é uma metodologia de contínuo refinamento, não de mudança drástica. O sucesso vai ocorrer por evolução, não por revolução.” (Sousa & Meirino, 2013) através de (Oliveira, 2011).

2.3.2. Normas BIM no Mundo

A adoção dos modelos BIM na Indústria de AEC tem vindo a aumentar significativamente desde o seu aparecimento, datado de 2002 a aplicação deste acrónimo. Um número considerável de grandes empresas, a nível mundial, já implementou, ou está a implementar, a metodologia BIM nos seus projetos e obras. Como exemplos de empresas portuguesas que já implementaram, ou estão a implementar, a metodologia BIM nos seus escritórios temos: a CNLL, a Newton, a Efacec, a Mota-Engil e a ndBIM Virtual-Building, entre outras.

Com a criação e adoção de novas técnicas e metodologias no sector, neste caso o BIM, surgiu também a necessidade de criação de Normas que permitam a realização das tarefas de forma adequada em concordância para todas as entidades que adotem esta metodologia. Nesse sentido, têm vindo a ser criadas uma série de Normas, pelo mundo, sobre esta metodologia.

Apesar de existir já um número significativo de Normas pelo mundo e atendendo ao facto de que estas devem ser adaptadas à realidade das técnicas e métodos de construção utilizados em cada país, estas ainda se verificam insuficientes, e como tal ainda existe um longo caminho a percorrer até à correta implementação desta metodologia, que tem apresentado uma crescente adesão por parte das empresas a nível mundial derivado ao sucesso dos resultados apresentados.

Em Portugal, assim como na maior parte do mundo, ainda não existe nenhuma norma referente a esta metodologia, sendo por isso utilizada uma Norma estrangeira designada *Common BIM Requirements* (COBIM), de origem Finlandesa e criada em 2012.

Apesar da inexistência de uma Norma Portuguesa para a metodologia BIM, têm vindo a verificar-se progressos no que concerne à investigação e adaptação das Normas existentes à realidade da construção em Portugal, mas, devido à complexidade e quantidade das especialidades abordadas nestes documentos é um processo demorado e exigente. Assim sendo, o trabalho a ser desenvolvido nesta dissertação visa justamente dissecar as incompatibilidades existentes na aplicação do MEP no BIM e, desta forma, solucionar um dos problemas existentes e dar mais um passo para a criação de uma Norma Portuguesa.

Na Tabela 1 apresenta-se uma tabela referente a todas as Normas BIM atualmente existentes no mundo (Silva J. , 2013, p. 10).

Tabela 1 - Normas BIM no Mundo

País	Organização	Nome da Norma/Diretriz/Requisito	Data de Publicação
Austrália	NATSPEC	NATSPEC National BIM Guide	19-Set-2011
		NATSPEC BIM Object/Element Matrix	
Dinamarca	Erhvervsstyrelsen (National Agency for Enterprise and Construction)	Det Digitale Byggeri (Digital Construction)	1-Jan-2007
Finlândia	buildingSMART Finland	Common BIM Requirement 2012 (COBIM)	27-Mar-2012
Reino Unido	AEC (UK)	AEC (UK) BIM Protocols	7-Set-2012
Noruega	Statsbygg	Statsbygg Building Information Modeling Manual	24-Nov-2011
Singapura	Building and Construction Authority	Singapore BIM Guide	15-Mai-2012
	CORENET e-submission System (ESS)	CORENET BIM e-submission Guidelines	25-Jan-2010
	National Institute of Building Science (NIBS) – buildingSmart alliance (bSa)	National BIM Standard (NBIMS)	4-Mai-2012
	American Institute of Architects (AIA) Contract Documents	E202-2008 BIM Protocol Exhibit	2008
Estados Unidos da América	New York City Department of Design + Construction	BIM Guidelines	1-Jul-2012
	United States Department of Veterans Affairs (VA)	The VA BIM Guide	2-ABR-2010
	Indiana University Architects Office and Engineering Services	IU BIM Guidelines & Standards for Architects, Engineers and Contractors	2-Jul-2012
	buildLACCD (Los Angeles Community College District)	BIM Design-Bid-Build Standards BIM Design-Build Standards	29-Jun-2011

Continua...

...Continuação.

País	Organização	Nome da Norma/Diretriz/Requisito	Data de Publicação
		LACCD BIM Standard	2-Jun-2010
	United States General Services Administration (GSA)	National 3D-4D Building Information Modelling Program	15-Mai-2007

Fonte: (Silva J. , 2013, p. 10)

A Norma utilizada e cujo estudo será mais aprofundado para a realização desta Dissertação será a Norma COBIM. A escolha da utilização desta Norma para a realização do trabalho em questão está implicitamente relacionada com o fato de que parte do trabalho a desenvolver será com recurso ao software Solibri Model Checker (SMC), que é um software baseado na Norma COBIM, daí a necessidade de análise mais detalhada desta Norma, e capítulo mais especificamente.

2.3.2.1. Norma COBIM

Como já foi referido anteriormente, a Norma mais utilizada em Portugal é a Norma Finlandesa COBIM, que foi desenvolvida por diversas entidades desde empresas de consultoria, cidades, universidades, organizações governamentais, produtores de aplicações informáticas (representantes da Autodesk, Bentley e ArchiCAD), empresas de construção, entre outros.

A norma COBIM teve origem nas diretrizes BIM criadas pelo *Senaatti*, que era a entidade responsável por gerir a grande maioria dos bens de propriedade da Finlândia. Estas diretrizes foram a base da criação da norma COBIM, em 2010, sendo que as diretrizes inicialmente criadas, com o passar do tempo e o desenvolvimento da metodologia BIM, verificaram-se bastante incompletas, o que levou à necessidade da expansão e atualização das diretrizes BIM do *Senaatti* e tendo como objetivo definir requisitos nacionais.

Este documento, Norma COBIM, tem como objetivo apoiar e fornecer diretrizes para a criação, gestão e manutenção da metodologia BIM. Contudo, nenhuma norma existente pode ser considerada inquestionável uma vez que todas elas têm tendência a ser alteradas e adaptadas á

realidade de uma empresa, modelo ou país de acordo com os objetivos e necessidades que cada caso isolado exige. Logo, as normas estão em constante evolução e necessidade de atualização, assim como os modelos vão evoluindo ao longo do tempo também as normas e leis existentes apresentam a necessidade de revisão e alteração sempre que se verifique mais adequado.

A Norma COBIM é constituída por 13 capítulos tendo em vista a separação das especialidades e separando por apêndices todos os intervenientes no processo de construção e manutenção de forma a simplificar a sua interpretação, sendo eles:

- 1. Requisitos Gerais BIM
- 2. Modelação de uma situação inicial
- 3. Projeto de Arquitetura
- 4. Projeto de MEP
- 5. Projeto de estruturas
- 6. Garantia de Qualidade
- 7. Extração de quantidades
- 8. Uso de modelos para a visualização
- 9. Uso de modelos para a análise MEP
- 10. Análise energética
- 11. Gestão de um Projeto BIM
- 12. Uso de modelos na gestão de edifícios
- 13. Uso de modelos na construção

Uma vez que esta dissertação será desenvolvida com o objetivo de dissecar a questão da integração do MEP no BIM apenas será analisado o capítulo 4 da Norma que é referente ao Projeto de MEP.

2.3.2.2. Capítulo 4 - Projeto de MEP

O capítulo 4 da Norma COBIM diz respeito à modelação do MEP e define a informação que é fornecida nos projetos desta especialidade. A Norma indica que o Projeto/modelo de MEP apresentado não deve incluir os modelos de outros projetistas, mesmo que esses mesmos modelos tenham sido utilizados como referência para orientação para a realização deste Projeto

de MEP. Para além disso não devem ser incluídas no Projeto de MEP outras especialidades constituintes do edifício que não as do MEP.

Na Figura 6 apresenta-se uma imagem ilustrativa de um projeto de MEP, onde se pode verificar a complexidade do mesmo num edifício.

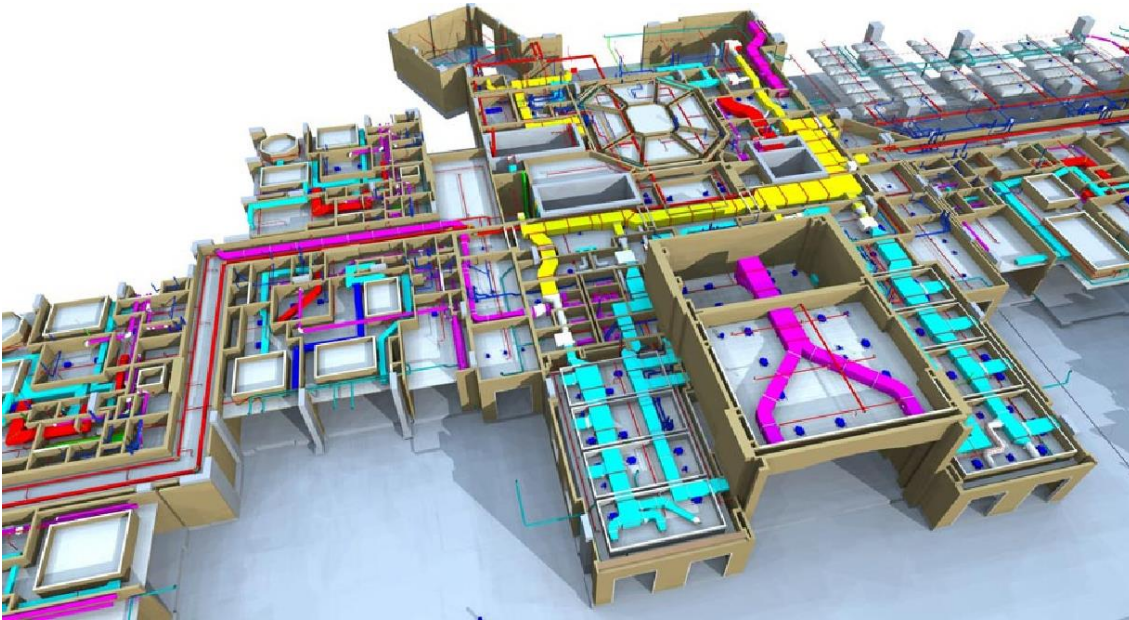


Figura 6 - Projeto de MEP

Fonte: http://www.maxicad.com.br/web3/index.php/agenda-maxicad/12-treinamento-oficial-revit-mep-para-projetos-de-instalacoes/event_details

Este capítulo especifica o conteúdo das tarefas do Projeto de MEP que são realizados com base na utilização da modelação em BIM. Para simplificação da interpretação e da realização dos projetos desta especialidade o capítulo encontra-se dividido em duas fases distintas, que definem as fases de realização do projeto.

A primeira fase diz respeito às fases de projeto esquemático e de projeto de desenvolvimento e, estes projetos, servem de suporte para o desenvolvimento das restantes especialidades. Tem como principal objetivo servir de base para o fornecimento de dados suficientes para a realização dos modelos de estruturas e de arquitetura. Logo, o projeto MEP não deve apresentar o modelo dos sistemas utilizados nesta especialidade mas apenas deve apresentar a escolha do sistema selecionado para estas instalações bem como as áreas técnicas e espaços de condutas necessários reservar para a instalação dos mesmos.

A segunda fase diz respeito à realização dos projetos de pormenor onde devem ser modelados todos os sistemas do edifício. O capítulo 4 da Norma COBIM apresenta os requisitos necessários para esta modelação, desde os aspetos de transferência de ficheiros aos componentes a serem moldados (COBIM - Common BIM Requirements, Março, 2012).

Segundo Silva (2013, p.18), que citou Finne (2012), “Quando o projeto for executado de acordo com os requisitos apresentados no Capítulo 4 da Norma COBIM, o modelo dos sistemas MEP contém os pré-requisitos para a sua utilização na manutenção durante todo o ciclo de vida do edifício”.

2.3.3. BIM para Coordenação

Numa citação referida por Couto e Teixeira (2006), citada de Materiais de Construção (2005), encontra-se uma explicação simples e muito lógica daquele que é o maior desafio para a gestão e coordenação de um projeto na atualidade, na qual está implícito o seguinte: “*A extraordinária multiplicidade e diversidade de materiais atualmente disponíveis para aplicações em Engenharia Civil tem vindo a colocar os Projetistas, Arquitetos, Engenheiros, Gestores de Projeto e até Donos de Obra perante um problema de complexidade crescente; o problema de seleção, de domínio das técnicas de aplicação e de controlo da qualidade dos materiais. Na seleção dos materiais terão de ser introduzidos constrangimentos adicionais com pena de condicionar, por vezes, as opções iniciais em termos criativos, volumétricos, morfológicos e estéticos e passar a ser cada vez mais afetada pelos parâmetros aos quais se terá de prestar uma crescente atenção, como seja a adequação ao uso, aos limites de custo, ao ciclo de vida, à reciclagem e/ou reutilização dos materiais*”. Tendo em conta o referido, o uso da Metodologia BIM na coordenação de Projetos é uma mais-valia e permite simplificar todo este processo de escolha e seleção de materiais, assim como, ações de reabilitação e manutenção dos mesmos uma vez que concilia uma base de dados formada por todos os intervenientes no processo e na qual se encontra toda a informação necessária para a correta execução das tarefas necessárias ao longo do ciclo de vida da Construção.

Para Costa (2013) e de acordo com o referido por Mikaldo Jr. (2006) outro dos principais motivos que levou à necessidade de coordenar e compatibilizar projetos foi a separação conceitual entre as atividade de projeto e de execução ao longo das últimas décadas. Sendo que

a compatibilização dos mesmos é a única forma de integrar todas as especialidades da construção de modo a obter-se um ajuste perfeito entre eles.

De acordo com Romcy (2012) a utilização do BIM na Coordenação atua através da otimização e sistematização da informação em diferentes níveis da cadeia produtiva permitindo uma maior integração e comunicação entre os agentes envolvidos, desde o projeto à execução, possibilitando o aumento da construtibilidade, a redução de desperdícios e uma melhoria significativa no processo de tomada de decisão.

Para Coelho e Novaes (s.d.), num ambiente colaborativo, como é o caso do BIM, os profissionais podem trocar informações sobre os seus respetivos projetos com toda a facilidade e agilidade. O controlador hierárquico é substituído por um facilitador que recebe e transmite informações, e cujo papel passa a ser o de certificar que as contribuições individuais sejam acatadas, enriquecendo a solução do produto a partir do conhecimento e sugestões de todos os intervenientes no processo. Este processo leva a que as responsabilidades, riscos e sucessos sejam também distribuídas por todos os intervenientes.

Para Leão de Lima *et al.* (2014) a aplicação da metodologia BIM para a coordenação de Projetos permite obter uma melhor visualização da obra, maior produtividade devido ao fácil acesso à informação, maior coordenação dos documentos específicos da construção, integração de informação relativa aos elementos e processos de construção, o que leva a um tempo de construção mais reduzido assim como os custos associados ao processo. Quando comparado com outros processos, o BIM apresenta inúmeras vantagens pois, modela e gere não só gráficos, mas também informações que permitem gerar automaticamente desenhos, relatórios, análise de projetos, simulação de cronogramas, facilidade de gestão, entre outras. Tudo isto permite que a equipa de trabalho tome decisões baseadas em informações mais precisas e confiáveis.

De acordo com Kent (2014) as principais razões que levam as empresas a adotar a metodologia BIM são, por ordem decrescente de relevância, respetivamente:

- i. Coordenação das MEP
- ii. Prefabricação
- iii. Extração de quantidades (QTO)/estimação de custos

Para Júnior (2014), segundo Manzione (2011), os empresários precisam entender que o BIM pode proporcionar mais lucros, pois permite desenvolver novos processos de trabalho que

possibilitam a simulação de alternativas, a avaliação imediata dos custos e a redução do tempo do projeto. Apesar de todas as críticas positivas e da crescente adesão a esta metodologia a principal entrave para a adesão da maioria das empresas é o custo que está associado à sua implementação pois necessita de profissionais especializados e de uma mudança radical na forma de operar e pensar dos profissionais da indústria AEC, uma vez que a grande maioria tem uma mentalidade muito individualista na forma de trabalhar.

Ainda de acordo com Júnior (2014), a ausência de planeamento leva a que as empresas apenas utilizem a compatibilização de projetos e extração de quantidades. Mas para o pleno funcionamento e proveito desta metodologia é necessário o aproveitamento de todas as funcionalidades desta metodologia, tais como: modelo virtual do edifício, realidade aumentada, opções de design para um mesmo projeto, análise estrutural e eficiência energética, etc.

Para Borges (2013) o planeamento e todos os componentes que fazem parte do processo de elaboração de um projeto para execução de uma obra, como por exemplo, o envolvimento do próprio cliente neste tipo de trabalho é essencial, permitindo não só reduzir o número de alterações solicitadas para o projeto (e em tempo útil), mas também aumentando o fluxo de informações e esclarecendo o diálogo global entre todos os intervenientes no processo. As inúmeras reuniões com uma equipa de especialistas também surgem para facilitar o planeamento, evitando-se assim confrontos de qualquer natureza entre as especialidades envolvidas. O trabalho realizado nestas reuniões acaba sempre por resultar numa espécie de cumplicidade entre os intervenientes que origina uma otimização do cumprimento dos prazos, da redução dos custos, do desempenho da mão-de-obra e numa execução exemplar do projeto planeado.

Contudo, de acordo com Costa (2013) e, que vai contra tudo o que a metodologia BIM representa é que, frequentemente, ocorre uma dissociação entre a atividade de projeto e a de construção, uma vez que o projeto geralmente é entendido como instrumento, comprimindo-se o seu prazo e custo, com um aprofundamento mínimo e conteúdo quase que meramente legal, a ponto de torná-lo simplesmente indicativo e deixando grande parte das decisões para a fase de execução da obra.

Para Azevedo (2009) as principais vantagens e desvantagens da utilização desta metodologia para a coordenação de obras e para a sua utilização em geral são:

➤ Vantagens

- Melhor compreensão do projeto durante as várias fases
- Melhor colaboração entre subempreiteiros
- Melhor visualização
- Conciliação espacial 3D das especialidades
- Detecção de incoerências no projeto
- Antecipação dos problemas
- Aumento da produtividade
- Prevenção de repetições dos trabalhos
- Obtenção de quantidades de materiais e de recursos necessários
- Possibilidade de simulações de alterações e análises económicas
- Interligação do edifício virtual com o planeamento da obra (4D)
- Interligação do edifício virtual e planeamento com o cronograma financeiro (5D)
- Software existente no mercado trabalha com base nas plataformas dos mais utilizados na indústria AEC

➤ Desvantagens

- Necessidade de aquisição de software
- Mudança de mentalidade
- Necessidade de formação dos futuros utilizadores
- Domínio das ferramentas de planeamento (4D) e custo (5D)
- Conceito pouco desenvolvido em Portugal

Para concluir, de acordo com Crespo e Ruschel (2007) as ferramentas BIM representam uma nova geração de ferramentas CAD inteligentes orientadas ao objeto e que gerem toda a informação da construção ao longo do ciclo de vida do projeto. As quais originaram um novo caminho para os profissionais da indústria AEC no sentido de promover a colaboração, interoperabilidade e reutilização da informação.

Para Hipert e Araújo (2010) a plataforma BIM não teve uma aplicação mais abrangente devido à falta de profissionais de outras disciplinas, como engenheiros de Estruturas e de Instalações Hidrossanitárias que usem essa mesma plataforma, sendo que esta utilização por parte de todas as especialidades intervenientes numa construção iria impulsionar o uso do BIM.

“Os escritórios que não migrarem para o BIM perderão dinheiro, pois serão mais lentos e permanecerão com os mesmos problemas operacionais que encontra-mos hoje em dia.

Velocidade, agilidade e diminuição de custos são as chaves do sucesso em qualquer negócio.” (Justi, 2008). O BIM pode oferecer todas estas vantagens e proporcionar todas estas oportunidades a quem quiser evoluir.

“Este conceito inovador facilita a comunicação entre os vários intervenientes no projeto e construção de uma obra, diminui de forma extraordinária os erros de projeto e consequentemente o custo final da obra” (Top Informática, 2015).

2.3.4. Interoperabilidade

Uma das questões mais importantes de toda a metodologia aqui tratada e que é fator relevante para o bom funcionamento e sucesso na implementação da mesma, é o caso da Interoperabilidade entre os vários softwares.

A interoperabilidade pode ser definida como a capacidade dos sistemas comunicarem eficientemente entre si, eliminando a necessidade de repetir a introdução de dados já concebidos, uma vez que esses mesmos dados são partilhados entre as várias aplicações (Antunes, 2013).

O formato de ficheiro mais utilizado, e considerado o formato *standard*, para a partilha de dados entre softwares BIM, apesar dos inúmeros formatos disponíveis, é o formato IFC. Segundo Crespo e Ruschel (2007), através de um estudo feito por Jacoski (2003), os arquivos IFC baseiam-se na linguagem XML, que é uma linguagem padronizada e, cujo propósito fundamental é a descrição de informações, sendo extremamente importante para o armazenamento, recuperação e transmissão destas através da Web. Este formato deve o seu sucesso ao fato de ser certificado pela ISO e poder ser integrado em quaisquer políticas de qualidade de uma empresa, o que simplifica em muito o processo de transmissão de dados entre os vários intervenientes num projeto uma vez que têm tendência a utilizar diferentes softwares de acordo com a sua especialidade. Contudo, a interoperabilidade para troca de informações e ficheiros entre os vários softwares ainda precisa de melhorias uma vez que existem falhas na troca de informações do edifício através do formato IFC. Em estudos realizados por Andrade e Ruschel (2009) chegaram á conclusão de que é necessária uma melhoria na robustez dos modelos de arquivos e tradutores IFC, pois ocorrem perdas na qualidade dos dados gerados no

formato quando são importados, quer pelo mesmo aplicativo quer por outros; existem não conformidades de padrão na definição das propriedades dos componentes apresentados por diferentes softwares BIM. Segundo o autor, uma possível solução passaria pelo uso do sistema de partilha de dados, como o OPS, que é um sistema de partilha criado pela empresa Norte-Americana ONUMA, acessível pela Internet.

A interação de toda a cadeia produtiva da indústria AEC é fundamental para o sucesso da implantação da metodologia (BIM) no setor (Addor & et al, 2010).

Para Andrade e Ruschel (2010) o desenvolvimento de sistemas como o OPS é uma saída inteligente para problemas de interoperabilidade e uso de formatos IFC, permitindo trocar e usar informações durante todo o ciclo de vida do edifício, o que representa a principal vantagem no uso da metodologia BIM. Na Figura 7 está representado um esquema que traduz na perfeição o funcionamento deste sistema de partilha.

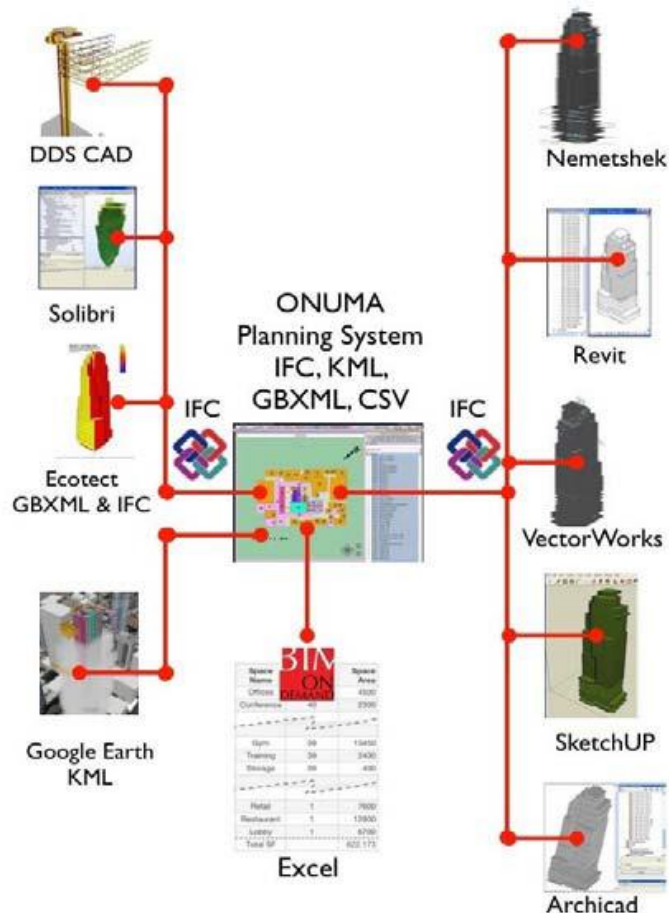


Figura 7 - Modelo OPS de Interoperabilidade e partilha

Fonte: (Andrade & Ruschel, 2009) através de (OPS, 2008)

2.3.5. Softwares MEP

Neste capítulo serão apresentados e analisados os softwares de MEP, referentes às principais marcas de software da indústria AEC e que mais se conhecem em Portugal. De entre os quais se destacam as mais conhecidas mundialmente, como é o caso da Autodesk (Revit MEP), Graphisoft (ArchiCad) e Bentley (Microstation e AECOsim Building Designer); seguindo-se depois, ainda que menos conhecidas mas não menos importantes, o CYPECAD e DDS CAD. Apesar de existirem outros softwares relacionados com o tema aqui abordado apenas estes serão analisados uma vez que são os mais utilizados no nosso país.

A análise destes softwares tem como objetivo a realização de um mapa comparativo entre eles, onde se pretende identificar as principais características e limitações de cada um comparativamente com os restantes.

2.3.5.1. Autodesk Revit MEP

De acordo com Kent (2014), segundo estudos levados a cabo por Hanna *et al* (2013), os softwares MEP mais utilizados pelos profissionais da especialidade são: Autodesk Navisworks, Autodesk AutoCAD MEP e Revit MEP.

O Revit foi desenvolvido em torno de um motor de modelação paramétrico que permite criar modelos 3D rigorosos e consistentes, para além de manter coordenada toda a informação e documentação relacionada com esses documentos, (Antunes, 2013) citado de (Micrográfico, 2007).

Em 2010, a Autodesk lançou, pela primeira vez, o Revit com três valências diferentes, sendo elas, O *Revit Architecture*, *Revit Structure* e *Revit MEP*, em que cada um trabalha com um “*template*” diferente de acordo com a especialidade que o caracteriza, onde engloba também as diferentes famílias de objetos para modelação (AUTODESK, 2015).

Os modelos criados pelo Revit MEP mantêm-se coordenados com os modelos de Arquitetura e de Estruturas, por forma a evitar interferências e minimizar a ocorrência de erros por falta de coordenação (Datech, 2015).

Ainda de acordo com as referências do autor, o Revit possui um detetor de erros e colisões entre elementos de projeto, assim como a capacidade de extrair e calcular quantidades de materiais, áreas e volumes de espaços, permitindo a realização de análises de desempenho, energéticas e de custos, através de Motzko *et al* (2011). Permite ainda executar o modelo analítico para cálculo de tubagens e condutas e importar ferramentas de nuvens de ponto (através de ferramentas tecnologia a laser que transmitem a informação diretamente para um software BIM), diretamente do Revit. Para além de permitir a partilha de trabalho, onde vários utilizadores podem trabalhar no mesmo modelo em simultâneo (AUTODESK, 2015).

A versão mais recente do Revit MEP é o 2015, como se apresenta na Figura 8.

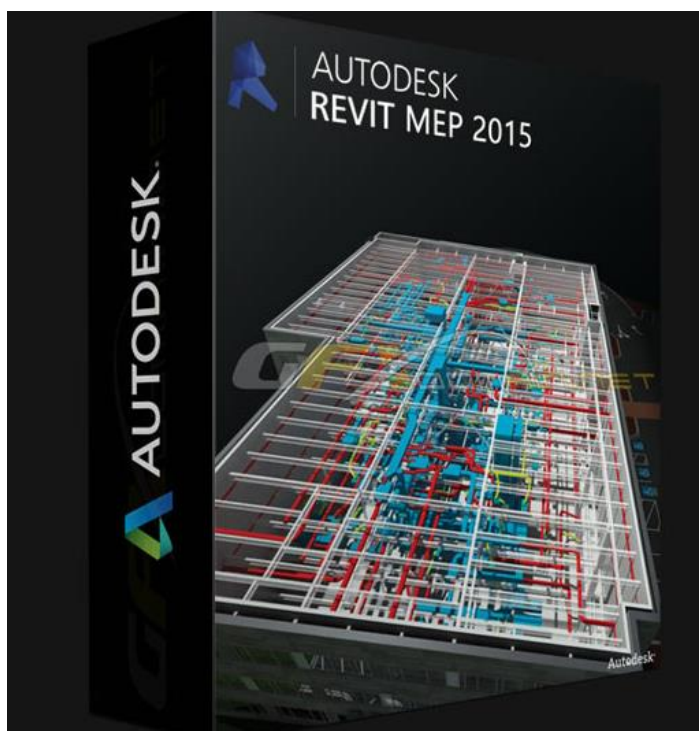


Figura 8 - Revit MEP 2015

Fonte: <http://bakdash.com/soft/?p=31>

O Revit suporta os formatos mais *standard* como o PDF, IFC, DWG, DWF, DXF, ODBC. É uma ferramenta muito poderosa, compatível e suportada por uma extensa lista de aplicações existentes no mercado que permitem, análises energéticas, cálculo estrutural, análises BIM 4D e 5D e animações foto-realista 3D.

Na Tabela 2 estão assinalados todos os tipos de formato com que o software é compatível para importação e exportação, respetivamente.

Tabela 2 - Formatos que o Revit é capaz de Importar e Exportar

Importa os formatos	Exporta os formatos
<ul style="list-style-type: none"> • Ficheiros rvt, rfa • Ficheiros CAD como DWG e DXF • Formato IFC 	<ul style="list-style-type: none"> • Ficheiros rvt, rfa • Ficheiros CAD como DWG e DXF • Base de dados ODBC • Ficheiros de imagem como JPEG • Ficheiros gbXML • Ficheiros FBX • Formato IFC

Fonte: (Antunes, 2013) através de (Kumar, 2008).

Um aspeto negativo resultante da análise deste software é a perda significativa de desempenho do computador causada pela forma de utilização da memória do mesmo para grandes projetos (Ribeiro, T. J., 2008). Originando uma perda de produtividade devido ao aumento dos tempos de trabalho, relacionados com o desempenho das máquinas.

Para além disso, um entrave á utilização deste software e metodologia prende-se também com o fato de que o Revit disponibiliza tutoriais incompletos e de difícil compreensão, o que obriga os interessados a pagar pelas formações oferecidas pela Autodesk, (Costa E. N., 2013) para poderem capacitar-se e disfrutar do pleno das potencialidades do software.

De acordo com Costa (2013) no que diz respeito às especialidades MEP, o Revit permite a elaboração de projetos de instalações elétricas, hidráulicas e de ar condicionado, gerando desenhos e documentações. Em projetos de hidráulica permite a criação de sistemas hidráulicos automaticamente, a partir da seleção dos aparelhos hidráulicos integrantes do edifício. Este software possui interface com o aplicativo da Tigre (TigreCAD), que disponibiliza bibliotecas de objetos gratuitas via internet. Para além disso, o softwares permite também ao utilizador criar e gerir a sua própria biblioteca pessoal.

No que concerne á modelação, o Revit MEP faz a conexão automática da tubagem, desde que configurado, o que facilita muito a modelação (Costa E. N., 2013). O Revit MEP possibilita o dimensionamento dos diferentes componentes hidráulicos, assim como a compilação de relatórios sobre as quantidades de tubagem e perdas de pressão (Silva P. D., 2012).

Uma condicionante á utilização do Revit MEP para o dimensionamento das tubagens é o facto de este software usar procedimentos de cálculo baseados na aplicação do *International Plumbing Code* – IPC de 2006, dado que as metodologias de dimensionamento são preconizadas pelo *DL n° 23/95, regulamento Geral dos sistemas Públicos e Prediais de distribuição de água e drenagem de águas residuais*.

Como já foi referido anteriormente, o Revit segue uma ordem no processo de modelação e, também, na extensão Revit MEP se verifica essa questão, sendo que, o sentido do fluxo de circulação da água, por exemplo, é determinado pela ordem como é colocada a tubagem no processo de modelação (Silva P. D., *Aplicação de técnicas BIM á construção modular com Painéis Sandwich*, 2012).

Estudos levados a cabo por Kent (2014) revelaram que a utilização da ferramenta de extração de quantidades (QTO) destes softwares é muito limitada pois não efetua a medição dos elementos curvos do MEP, o que torna esta ferramenta (QTO) menos útil para os especialistas MEP. Outra questão importante relativamente à extração de quantidades no Revit é o facto de este não descontar os acessórios no cumprimento das tubagens, como é o caso de bombas, etc. Como tal, não é recomendável a utilização da ferramenta QTO para as especialidades MEP pois irá originar omissões relativamente aos materiais utilizados nos projetos, que levará a erros provocados pela utilização dessa infirmação, que é incompleta.

A nível de visualização dos modelos (MEP, Arquitetónicos e Estruturais) em softwares da Autodesk existem softwares próprios da marca, como é o caso do DWG Viewer e DWF Viewer, mas também são compatíveis com outros softwares de visualização mediante a exportação para o formato IFC (AUTODESK, 2015).

2.3.5.2. Graphisoft ArchiCAD MEP

O ArchiCAD é o software BIM que existe há mais tempo no mercado, desde os anos 80, e é um dos softwares mais utilizados internacionalmente na metodologia BIM. A versão mais recente do ArchiCAD é a versão 18 e é compatível com os sistemas operativos MAC e Windows.

É um software muito semelhante ao Revit, com características e métodos de trabalho muito semelhantes, sendo que a preferência por parte dos técnicos da indústria AEC entre a escolha de um ou outro está, geralmente, associada ao software em que aprenderam a trabalhar.

Suporta os formatos mais *standard*, como é o caso do PDF, DXF, DWG, IFC, XLS, etc. e é compatível com a maioria dos softwares complementares da metodologia existentes no mercado, no formato IFC para softwares de cariz estrutural, redes técnicas e de análise e deteção de erros/conflitos para além da sua compatibilidade com softwares de visualização.

De acordo com Svetel *et al.* (2014) o ArchiCAD utiliza um mecanismo orientado através da geometria, enquanto o Revit funciona em torno de um mecanismo de gestão de alterações no processo de modelação. Para além disso o Revit apresenta uma sequência de modelação na realização de um projeto, o que obriga a saber todo o processo de modelação do software, enquanto o ArchiCAD não segue nenhuma sequência na modelação.

Para a realização de projetos das especialidades MEP no ArchiCAD é necessário proceder á instalação de add-on, fornecidos pela Graphisoft, onde se encontram todos os elementos e respetivos modelos 3D (Paramétricos) referentes às especialidades. O modelador Graphisoft MEP é um add-on para ArchiCAD que permite criar e modelar redes MEP baseadas no modelo de edição 3D (ductos, caminhos de cabos e tubagens) assim como coordená-los no edifício virtual do ArchiCAD. O modelador MEP usa ferramentas e interface familiar integradas diretamente no ambiente ArchiCAD (GRAPHISOFT, 2015).

O modelador MEP do ArchiCAD permite criar, editar e importar condutas, tubagens e caminhos de cabos em 3D e coordená-los com o modelo virtual de arquitetura e estruturas (Julián & et al, 2012).

De acordo com Graphisoft (2015) o modelador MEP também melhora a importação de modelos IFC do ArchiCAD com conteúdo MEP que chegam dos Engenheiros Mecânicos ou de softwares de análise de sistemas mecânicos. O ArchiCAD permite também realizar a deteção de conflitos entre o sistema importado do MEP e os elementos do projeto de Arquitetura. Além da interface padronizada IFC, o modelador MEP fornece uma melhor conexão com outros softwares BIM MEP, como é o caso do Revit MEP, AutoCAD MEP, DDS-CAD MEP, MagiCAD, etc.

Mesmo que o Engenheiro MEP forneça os dados em 2D, o modelador permite modelar e visualizar facilmente em 3D e eliminar possíveis colisões (GRAPHISOFT, 2015).

A ferramenta de modelação MEP do ArchiCAD contempla uma *toolbox* muito completa de todos os objetos das especialidades MEP que contém pontos de conexão inteligentes para conexão automática aquando da modelação, todos os elementos são paramétricos, permitindo também a configuração de dimensões personalizadas.

A modelação pode ser feita por dois processos distintos neste software, o primeiro é a modelação através de colocação de elementos individuais, em que se coloca uma conduta, cabo ou tubo de cada vez e o segundo processo é o “*Smart MEP Routing*” em que o modelador cria elementos MEP conectados com uma série de cliques no rato indicando a orientação e sentido da modelação. A modelação pode ser realizada quer em piso plano quer em vistas 3D.

Para deteção de conflitos, o software fornece uma rotina totalmente automatizada para identificar, visualizar e resolver conflitos entre o projeto arquitetónico e o projeto de engenharia das redes MEP. Garantindo um feedback rápido e preciso para o arquiteto e agilizando a coordenação com as equipas de Engenharia e Construção (GRAPHISOFT, 2015).

A nível da visualização dos modelos MEP e arquitetónico por parte das equipas intervenientes (Arquitetos, Engenheiros e Empreiteiros) pode ser feita no próprio ArchiCAD, que apresenta a capacidade de criar visualizações foto-realistas de sistemas para as diferentes especialidades, como se pode ver na Figura 9, ou em softwares específicos de visualização através da exportação em formato IFC.

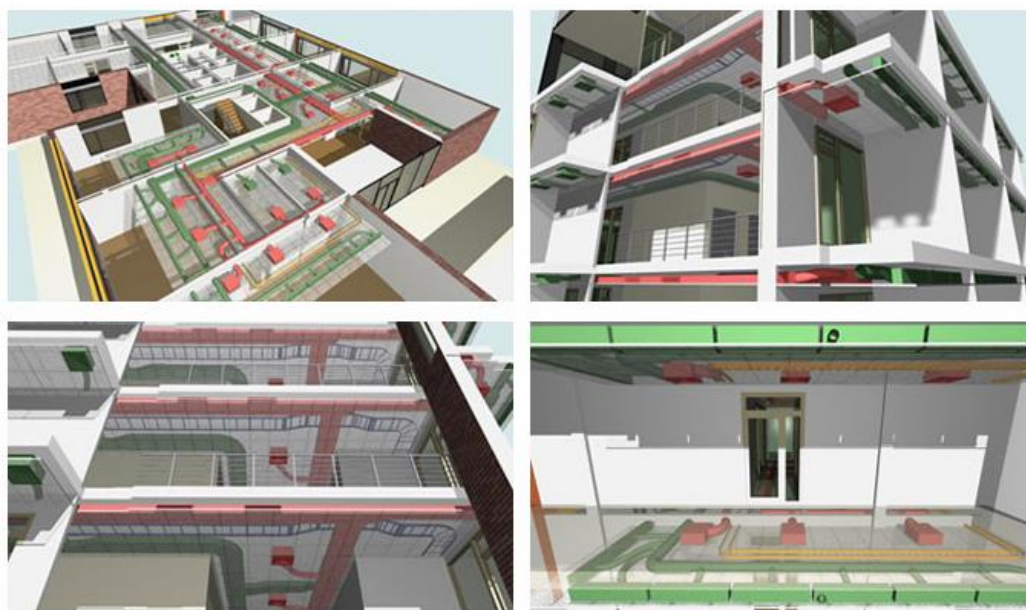


Figura 9 - Capacidade foto-realista do ArchiCAD

Fonte: <http://www.ccmpr.ru/archicad/mep.html>

2.3.5.3. Bentley Microstation e AECOSim Building Designer

Neste Capítulo será feita referência a dois softwares Bentley, neste caso o Microstation e o AECOSim Building Designer pois, para a realização da Dissertação o software desta empresa que foi inicialmente proposto ser analisado foi o Microstation. No entanto com o decorrer do trabalho e após contato com um representante Bentley foi aconselhado abordar também o AECOSim Building Designer pois este software é uma espécie de Upgrade do Microstation, lançado no mercado recentemente, que contém todas as especialidades e é especialmente melhorado e indicado para as especialidades MEP.

Por se tratar de dois softwares semelhantes, a comparação e apresentação no Mapa comparativo de softwares elaborado será apenas realizada para o AECOSim Building Designer pois é o mais avançado da marca em questão.

De acordo com Antunes (2013), o *Bentley Architecture* encontra-se no mercado desde 2004 e integra diversas ferramentas que permitem a modelação de arquitetura, estruturas, sistemas mecânicos e elétricos e ainda a gestão de edifícios.

Desde os projetos mais pequenos aos maiores, dos mais simples aos mais complexos, com disciplinas específicas a cada especialidade proporciona um ambiente de trabalho colaborativo e informativo, desde o projeto conceitual a documentação, coordenação e construção, (Bentley, 2015 _ b).

Para a Bentley (2015_a) a aplicação da metodologia e conceito BIM prende-se com o desafio de unir todo o ciclo de vida de um projeto, reunindo toda a informação e documentação necessária para as operações de conceção, construção e manutenção de todos os tipos de edifícios e instalações em todo o mundo, partindo dos projetos convencionais para os mais inspiradores da atualidade.

O Microstation é capaz de importar de forma precisa e rigorosa os dados existentes a partir de uma extensa gama de formatos existentes, como é o caso de: DGN, Real DWG, DXF, PDF, U3D, 3DS, Rhino 3DM, IGES, Parasolid, ACIS SAT, CGM, STL, OBJ, KML, SKP, IFC, entre muitos outros (Bentley EMEA, 2012). E é capaz de exportar diretamente os formatos DWG, DXF, IGES e CGM para além do formato standard IFC (Inforgeo, 2015).

Na Figura 10 pode verificar-se a aplicabilidade que o software tem durante todas as fases do ciclo de vida do projeto. Permitindo interação e leitura dos projetos de forma natural, facilitando a interpretação do mesmo e tomada de decisões. Apoia as diferentes equipas de trabalho com ferramentas específicas para cada disciplina, permitindo maior rigor, detalhe e complexidade enquanto, ao mesmo tempo, integra a reutilização de dados existentes, independentemente do formato. Permite apresentar o trabalho de forma eficiente, precisa e confiável, agindo em conformidade com as revisões feitas ao longo de todo o processo, intrínsecas a todo o projeto. Por fim, comumente a grande maioria dos softwares BIM, permite a simulação da performance e desempenho com o maior rigor e precisão possível de forma a otimizar todo o processo e soluções construtivas, num mercado cada vez mais competitivo.

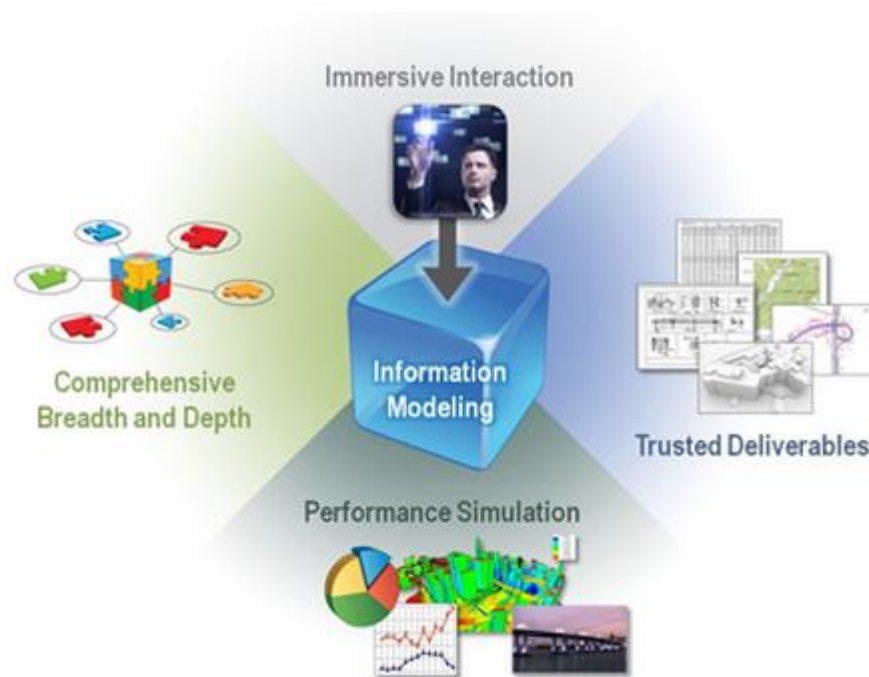


Figura 10 - Interdisciplinaridade do Microstation

Fonte: (Bentley, 2015 _ a)

De acordo com a Bentley (2015_a), o Microstation é líder mundial em ambiente de modelação de informações de forma explícita para arquitetura, engenharia, construção e operação de todos os tipos de infraestrutura, incluindo sistemas de serviços públicos, estradas e ferrovias, pontes,

edifícios, redes de comunicações, redes hidráulicas, etc., o Microstation pode ainda ser utilizado como uma aplicação de software ou como uma plataforma de tecnologia.

No que concerne ao processo de modelação, a Bentley, apresenta um aplicativo especificamente direcionado para cada disciplina/especialidade. Neste caso específico do MEP os aplicativos destinados a cada especialidade são:

- I. ***Bentley Building Mechanical Systems V8i*** - é um aplicativo direcionado para Engenheiros Mecânicos, Projetistas, Técnicos de CAD e profissionais de BIM responsáveis pelo projeto, construção, operações e manutenção de sistemas mecânicos das instalações. Como é o caso de projeto, análise, documentação, colaboração, construção e gestão de sistemas AVAC, hidráulicos, de proteção contra incêndios e outros sistemas mecânicos num ambiente de Gestão de Informações da Construção (Bentley, 2011).
- II. ***Bentley Building Electrical Systems V8i*** – é um aplicativo direcionado para Engenheiros, Projetistas e Profissionais BIM responsáveis pela criação, construção, operações e manutenção dos sistemas elétricos de instalações. Projeto, análise, documentação, colaboração, construção e gestão de sistemas de energia, iluminação, detecção de incêndios, segurança, comunicações e outros sistemas elétricos em ambiente de gestão de informações da construção (Bentley, 2011a).
- III. ***WaterGEMS V8i*** – é uma solução para a modelação de redes hidráulicas e de qualidade da água para sistemas de distribuição com interoperabilidade avançada, construção do modelo geoespacial, otimização e ferramentas de gestão de ativos. De análises de concentração de constituintes e vazão de incêndios ao consumo de energia e gestão do custo de capital, o WaterGEMS V8i proporciona um ambiente de fácil utilização para que engenheiros sejam capazes de analisar, projetar e otimizar sistemas de distribuição de água (Bentley, 2010).

De referir que todos os softwares anteriormente apresentados tem a capacidade de gerar e manipular os modelos num ambiente 2D convencional ou num ambiente 3D avançado, utilizando as mesmas ferramentas e interface em ambos os casos.

O Microstation tem também a capacidade de detetar automaticamente colisões/conflitos entre especialidades, assim como simular prazos (4D), design e equipas de trabalho, permitindo resolver problemas em fase de projeto que poderiam revelar-se muito dispendiosos se ocorressem na fase de construção (Bentley EMEA, 2012). A sua ampla gama de capacidades

de simulação de desempenho permite que rapidamente se explorem outras opções assim como prever o desempenho da instalação de modo a obter-se a melhor solução, com menos riscos e menos tempo na fase de execução, otimizando todo o processo. O Microstation é ainda dotado de outras ferramentas específicas de simulação de outras propriedades e características que constituem e caracterizam os edifícios.

De acordo com Bentley EMEA (2012) a ferramenta de visualização do Microstation habilita os utilizadores a produzir com facilidade renderizações realistas e animações vivas para avaliar o impacto das decisões adotadas e ter uma visão clara sobre como a estrutura irá ser na realidade.

2.3.5.3.1. Bentley AECOsím Building Designer

Como já foi referido anteriormente, o motivo da apresentação deste software deve-se essencialmente ao fato de que este software é uma melhoria do Microstation apresentada **recentemente** que contempla todas as especialidades no mesmo aplicativo e foi especialmente desenvolvido e melhorado para as especialidades MEP.

O AECOsím Building Designer é uma aplicação de software BIM única para as equipas multidisciplinares. Permite que os Arquitetos, Engenheiros de Estruturas, Mecânicos e Eletrotécnicos projetem, analisem, construam, documentem e analisem edifícios de qualquer tamanho, forma e complexidade (Bentley , 2015).

Este software funciona de forma muito semelhante ao Microstation, anteriormente apresentado, sendo que a principal distinção é que é indicado para grupos de trabalho Multidisciplinares, que trabalham com as diversas especialidades de um edifício, pois contempla num único aplicativo essas mesmas especialidades, que é muito vantajoso uma vez que permite aos escritórios que desempenham este tipo e variedade de funções trabalhar com um único aplicativo, e apresenta algumas melhorias relativamente aos aplicativos Microstation, que o tornam mais eficaz e especialmente desenvolvido para as especialidades MEP.

Na Figura 11 pode verificar-se, numa breve comparação com outros softwares BIM, também aqui apresentados, como o AECOsím Building Designer está potencialmente melhorado relativamente aos principais parâmetros e características da metodologia BIM e o conceito que representa.

		AECOsím Building Designer	Revit®	ArchiCAD®
Information Modeling for Buildings	Architectural Design	●	●	●
	Structural Design	●	●	◐
	Mechanical Systems Design	●	●	◐
	Electrical Systems Design	●	●	◐
True Interoperability	Extensive Format Interoperability	●	◐	●
	Location-aware Information	●	●	◐
	Point-cloud Support	●	●	●
	Programmatic Extensibility	●	◐	◐
Immersive Interaction	Hypermodeling	●	○	◐
	Complete 3D Geometry Modeling Toolset	●	◐	◐
	Top-quality Professional Animation	●	◐	◐
	Vivid Animation	●	◐	◐
Building Performance	Design Simulation	●	◐	◐
	Computational Design	●	◐	○
Trusted Deliverables	Design & Production Standards Management	●	●	●
	Rule-based Drawing Production	●	◐	◐
	Native Collision Detection	●	●	◐
	Digital Signatures and Rights	●	◐	○

Figura 11 - AECOsím Building Designer vs Revit vs ArchiCAD

Fonte: (Bentley Systems, 2015)

2.3.5.4. DDS-CAD (Data Design System)

De acordo com a informação apresentada em (Data Design System, 2015), o DDS (*Data Design System*) foi fundado em 1984 na Noruega e, desde então, é sinónimo de precisão, qualidade e inovação. Sendo também uma das marcas líderes de mercado, no setor, na Europa. Desde Novembro de 2013, a DDS opera como subsidiária da NEMETSCHEK, sediada em Munique.

Para além de importar e exportar os formatos DWG, DXF, KNX e PDF, como o software é certificado na importação e exportação no formato IFC permite importar e exportar diretamente ficheiros de e para os softwares de arquitetura onde se concebeu o modelo de arquitetura, como é o caso do ArchiCAD, Allplan, Vectorworks Bentley e Revit. É ainda capaz de exportar para o formato gbXML. Para além de reconhecer e converter automaticamente objetos nos formatos DWG e DXF o DDS é também capaz de ler e processar os formatos digitalizados JPG, TIFF, entre outros, utilizando-os como imagem de fundo para auxiliar na criação de modelos 3D

quando estes não estão disponíveis no formato IFC, facilitando a introdução destes objetos nas bibliotecas do próprio software, assim como a modelação do próprio projeto recorrendo a trabalhos comuns do projeto já desenvolvidos (Data Design System, 2014).

O DDS convenceu os clientes de todo o mundo com o seu software CAD/BIM para o Projeto de MEP. No que respeita a inovação e funcionalidade, o DDS CAD oferece soluções para redes elétricas, redes hidráulicas e AVAC. Todos os produtos do DDS-CAD estão em conformidade com o processo de modelação OPEN BIM (Data Design System, 2015).



Figura 12 - Projeto MEP em DDS-CAD

Fonte: (Data Design System, 2015)

Segundo Knap-Misniakiewicz (2013) numa comparação entre os principais softwares de especialidades existentes no mercado Polaco e, em que os principais aspetos comparados foram: a capacidade de exportação no formato IFC com o máximo rigor possível, com o objetivo de facilitar a interoperabilidade entre softwares de diferentes fabricantes sem perdas de informação e a criação de um modelo 3D de conexões inteligentes entre os andares, de modo a obter-se uma imitação do objeto real. Uma vez que para o autor os critérios mais importantes eram: a funcionalidade em termos de cálculos de conceção e instalação do desenho; a regularidade de importação/exportação entre diferentes aplicações; o software economicamente mais fácil de adquirir e o software com interface de utilização mais intuitivo (fácil de usar), o DDS-CAD foi o que se revelou mais adequado para o utilizador pois é o mais fácil de utilizar quer na modelação quer na complexidade do software em si, apresentando também uma melhor relação qualidade/preço que os restantes porque contempla no ficheiro original quase todas as

especialidades enquanto os restantes carecem da compra e instalação de extensões e add-ons para diferentes especialidades, possui ainda interface de exportação em formato IFC de excelente qualidade uma vez que foi o primeiro software europeu a obter um certificado de exportação (Figura 12), em 10 de Setembro de 2014, neste tipo de formato (Data Design System, 2015), sendo que atualmente os principais softwares mundialmente conhecidos também já se encontram certificados ou em processo de certificação no formato IFC. Para além disso, o software apresenta um ambiente *user-friendly* na sua utilização. Sendo também dotado de uma ferramenta de dimensionamento automática e dinâmica das especialidades de MEP.

No que concerne à coordenação do projeto, o software, é dotado de várias funções de controlo como é o caso de deteção de conflitos, verificações de validade do modelo, conexões corretas dos objetos, entre outras (Data Design System, 2014). É também possível recorrer á instalação de add-on para realização de planos de evacuação e salvamento.

De acordo com (Data Design System, 2014) a interdisciplinaridade do software, uma vez que permite planear e gerir todos os projetos de especialidades MEP na mesma ferramenta, reduzir o tempo despendido com formações em utilização deste tipo de softwares bem como o tempo e esforço necessário porque cria automaticamente listas de objetos e documentação completa do projeto são também qualidades que potenciam muito este software.

Ainda segundo Data Design System (2014) o planeamento realista numa base consistente, a redução de erros e as potenciais infinidades de aplicação da informação recolhida para cálculos, visualização, documentação e análise/simulação da funcionalidade de todo o edifício num único software é uma mais-valia que potencia a sua utilização e agrada aos seus utilizadores.

Para visualização dos modelos o DDS-CAD Viewer processa os formatos IFC, BCF, gbXML, DWG, DXFCFI e VEC, que são soluções universais e grátis de comunicação deste tipo de softwares na indústria AEC. O DDS-CAD Viewer permite imprimir, editar e converter os modelos para os diferentes formatos aqui apresentados (Data Design System, 2015).

2.3.5.5. CYPECAD MEP

De acordo com a Top Informática (2015), o CYPE é um software desenvolvido pela multinacional espanhola CYPE Ingenieros que, com mais de 20 anos de experiência na

Indústria AEC, procura oferecer aos profissionais desta área um software eficaz e fiável, adequado às suas necessidades. A versão portuguesa deste software, composta por standards e programas exclusivos, é concebida em contínua colaboração com o departamento técnico da Top Informática que especifica e valida o software para os respetivos regulamentos e práticas construtivas no nosso país.

O CYPE gera informação relativa às várias etapas do ciclo de vida de um edifício, gera o modelo BIM para o projeto de estruturas, através do módulo CYPECAD, bem como para cada uma das restantes especialidades (térmica, acústica, incêndios, abastecimento de águas, drenagem de águas residuais e pluviais, climatização, gás, eletricidade e ITED) através do CYPECAD MEP. O CYPECAD MEP gera ainda o modelo global de todas as especialidades, no seu conjunto (Top Informática, 2015). Uma particularidade deste software, comparativamente aos anteriormente aqui apresentados é que o CYPE é um software totalmente direcionado para Engenheiros, pois não contempla um módulo para modelação de projetos de arquitetura.

Apesar de não ser direcionado para o módulo de arquitetura, o CYPE, é um software certificado na importação e exportação de ficheiros em formato IFC, o que permite a integração do modelo de arquitetura, criado num software de arquitetura, para a realização dos restantes modelos de especialidades, que posteriormente poderão também ser exportados como um modelo único ou isoladamente por especialidade, de acordo com a necessidade e preferência do utilizador, para outros softwares. Os modelos descritos são designados, pela empresa, por modelos CYPEBIM, pois são capazes de comunicar com qualquer modelo BIM através de comunicação estabelecida por IFC (Top Informática, 2015).

O CYPECAD é capaz de importar os formatos DXF, DWG e modelos CAD/BIM no formato IFC, sendo que para os formatos DXF e DWG o software interpreta a informação contida nos ficheiros para a criação automática do modelo com a ajuda do utilizador que necessitará de introduzir uma série de dados que possibilitará ao software gerar o modelo. No que concerne a exportação o software CYPECAD é capaz de exportar diretamente para TEKLA Structures e TecnoMETAL 4D e nos formatos CIS/2 e IFC para os restantes softwares, sendo que no formato de exportação IFC tem uma disciplina específica para cada software, como é o caso de ArchiCAD, Revit e Allplan, que permite exportar com maior rigor para cada software especificamente (CYPE, 2015).

Na Figura 13 apresenta-se o processo de realização de um modelo de BIM com recurso ao software CYPECAD, onde se apresentam as principais valências do software para os Engenheiros Cívicos e de especialidades, como é o caso do Projeto Estrutural e os Projetos de MEP.

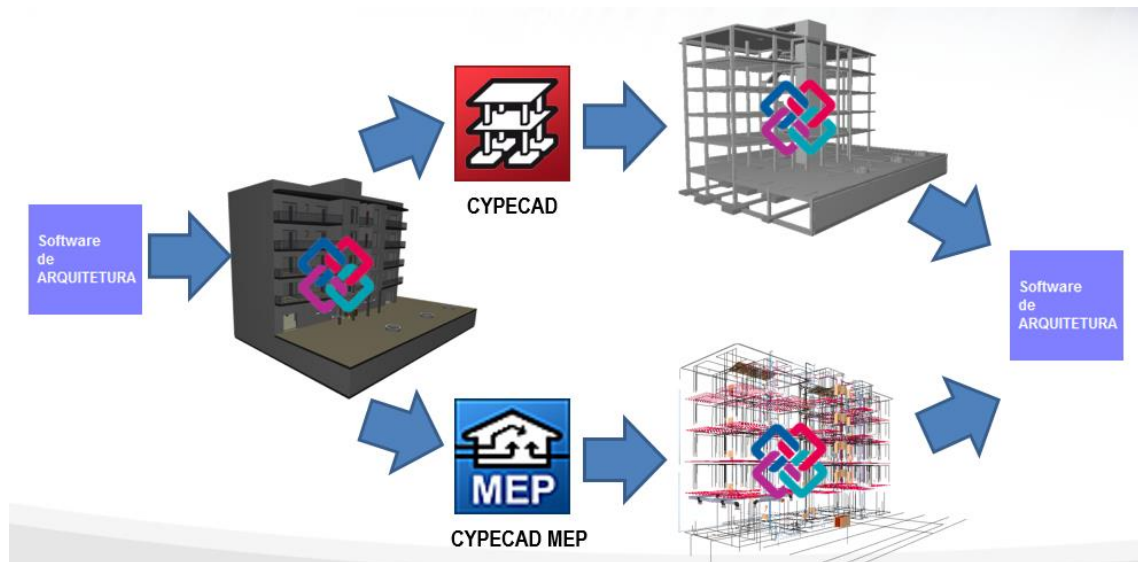


Figura 13 – Conceção de um modelo BIM com recurso ao CYPECAD

Fonte: (Top Informática, 2015)

De acordo com a Top Informática (2015) os modelos CYPEBIM são avançados, para além de geometria 3D, contém características físicas, económicas, construtivas e de sustentabilidade. Tem também a capacidade de procurar, num modelo BIM central, informação de importância relevante para cada uma das especialidades, efetuar dimensionamento e verificações de acordo com normas e legislação selecionada para cada especialidade, e devolver ao modelo BIM central a informação gerada.

Para o software, o modelo BIM central funciona como um repositório de toda a informação gerada, podendo ser mais ou menos evoluído. Sendo que nos sistemas menos evoluídos o repositório pode ser gerido por uma aplicação de gestão de documentação, por um simples software com tecnologia BIM ou por um conjunto de aplicações capazes de disponibilizar, incorporar e manter a informação de uma obra.

No que concerne às especialidades MEP, o CYPECAD MEP apresenta um conjunto de ferramentas específicas para cada especialidade (como é o caso de: térmica, acústica, incêndios, abastecimento de águas, drenagem de águas residuais e pluviais, climatização, gás, eletricidade

e ITED), respetivamente agrupadas e isoladas numa página/layout diferente relativa a cada especialidade, para simplificar o ambiente de trabalho de cada projeto, mas cujo software agrupa no modelo BIM central, onde reúne toda a informação relevante do projeto e gere a informação fornecida, uma vez que há equipamentos comuns a algumas especialidades e o software reconhece e identifica essa simultaneidade, garantindo a contabilização e compatibilização de todos os elementos do edificio e ainda a não coexistência de vários elementos para o mesmo fim (Top-Infomática, Outubro, 2014). Qualquer alteração num elemento é assimilada automaticamente pelo modelo, a alteração é atualizada em todas as vistas ou especialidades do modelo, que contemplam esse elemento, e o processamento é efetuado em tempo real (Assis, 2012).

Relativamente ao processo de modelação, o CYPECAD MEP, segue uma ordem específica na realização desta tarefa, tendo inicio no ramal/caixa de ligação pública de cada especialidade e terminando no último elemento da rede de cada especialidade que o edificio contempla. Todo o processo de modelação é bastante simples e intuitivo para o utilizador, para além de que o próprio software vai apresentando algumas sugestões de correções e melhorias, de acordo com as legislações/restrições de cada país ou região nos mercados em que se encontra impostas pelas normas em vigor nesse determinado país, facilitando e simplificando a ausência de erros de projeto.

Posteriormente à modelação dos projetos de especialidades o próprio software faz a verificação regulamentar e em busca de conflitos, quer entre as diferentes especialidades que constituem o projeto, quer nas imposições legislativas em vigor. Onde apresenta as recomendações e comentários que descrevem e assinalam possíveis erros/problemas detetados na verificação e em que o próprio programa diferencia entre erros de projeto/conflitos e sugestões de alterações que poderão não estar em concordância com as regras impostas ou até mesmo porque podem colocar em causa o correto funcionamento da instalação.

Segundo a Top-Infomática (2014), relativamente à obtenção das famílias de objetos parametrizados, uma das principais mais-valias e características da metodologia BIM, o CYPECAD está associado ao Gerador de Preços, que é também uma ferramenta informática criada pela CYPE, que permite obter todos os detalhes e especificidades dos objetos, com constante atualização e evolução, constituintes do projeto através do acesso a esta base de dados *on-line*, que tem também associado o preço dos materiais e da construção/aplicação dos mesmos, atendendo aos produtos e costumes construtivos de cada país ou zona de influência.

“Os Geradores de Preços são bases de dados que permitem ao utilizador obter, para o artigo de construção selecionado, a descrição, o preço composto e demais informação técnica como: condições técnicas para o caderno de encargos, manual de utilização e manutenção, custo de manutenção decenal, relação dos resíduos produzidos, energia incorporada e emissões de CO₂ e segurança e saúde” (Top-Informática, 2014).

No que concerne á Gestão de Projetos, a CYPE, de acordo com a Top-Informática (2015), tem também uma ferramenta própria, denominada Arquimedes, que permite o tratamento integral de uma obra, podendo ser utilizado desde as equipas de projetistas ás empresas de construção.

“O programa Arquimedes permite gerar documentos do projeto como o mapa de quantidades, orçamento, caderno de encargos, manual de utilização e manutenção do edifício, Ficha técnica da habitação, Plano de prevenção e gestão de resíduos de construção e demolição, custo de manutenção decenal, análise do ciclo de vida, memória gráfica de materiais, pormenores construtivos, autos de medição, plano de trabalhos e cronograma financeiro. O módulo de Controlo de Obra permite realizar, para cada obra, o controlo de compras, o controlo financeiro e o controlo por centros de custo do projeto” (Top-Informática, 2015).

Após a análise e breve apresentação dos softwares referidos e abordados anteriormente, é oportuno e importante referir que, assim como refere Justi (2008), dizer que algum escritório utiliza 100% das funcionalidades de um software BIM, como os referidos anteriormente, seria ainda uma utopia. Se tal não acontece com o AutoCAD, que é um software já muito conhecido e difundido no mundo inteiro, certamente não poderia ocorrer em softwares “recentes” e que representam uma metodologia muito pouco desenvolvida no país e no mundo.

2.3.5.6. Mapa comparativo dos Softwares

A Tabela 3, que se apresenta de seguida foi desenvolvida e estruturada com base na pesquisa realizada nos capítulos anteriores e na informação daí retirada, relativa aos softwares MEP e às principais características de cada um, onde se efetuou uma análise e apresentação dos softwares alvo de estudo, tendo também sido baseada em outros estudos já realizados por outros autores que facultaram/permitiram a introdução de outros critérios relevantes no presente estudo comparativo.

Depois de construída a tabela, encaminhou-se a mesma para as empresas, representantes dos softwares anteriormente apresentados aqui em Portugal, com o objetivo de que fossem as mesmas a proceder ao seu preenchimento, de forma a assegurar a fiabilidade da informação apresentada e também para que fosse possível detalhar ao máximo as respostas apresentadas. Para as empresas que se disponibilizaram a preencher e colaborar connosco desde o primeiro contacto, as colunas do respetivo software encontram-se com um fundo verde para melhor se identificar cujos softwares foram caracterizados pelos respetivos representantes da marca. No entanto, para os softwares cuja empresa não tem representante em Portugal ou não foi possível contactar ou obter resposta, a tabela foi preenchida com base em informações e outras fontes que permitiram a anterior apresentação do software e encontram-se assinaladas na tabela com um fundo vermelho.

De seguida apresenta-se a Tabela 3 referente á comparação de todos os softwares analisados anteriormente, com a devida descrição dos critérios que a constituem, para facilitar a interpretação e os objetivos propostos com a mesma.

Tabela 3 - Mapa comparativo de softwares

Produto	Revit	ArchiCAD	AECOSim Building D.	DDS- CAD	CYPECAD
Parâmetros Comerciais					
Fabricante	Autodesk	Graphisoft -Grupo Nemetschek	Bentley Systems	Data Design System	CYPE
Origem	Califórnia	Hungria	Philadelphia, USA	Noruega	Espanha
Ultima versão	Revit 2016	19	AECOSim B. D. SS6	DDS- CAD 10	2015.n
Língua Produto	EN, PT, FR, entre outros.	EN/PT	EN, ES, CN, FR, DE, IT, PL e BY	EN com patch BR	PT, FR, EN, IT e ES

Continua...

... Continuação.

Produto	Revit	ArchiCAD	AECOSim Building D.	DDS- CAD	CYPECAD
Língua Manuais	EN, entre outros	EN/PT	EN	Interativo em EN	PT, FR, EN, IT e ES
Base de dados /Bibliotecas	Genérica	Utiliza e gera bases de dados	Full library	Genérica EN ou BR	Gerador de preços, ITE 50 e ISO 10456
Produtos Complementares (Add-ons/Plugins)					
MEP Modeler	Layout próprio	Sim	Integrado		
BIM Server		Sim	Sim		
Fire Protection	Sim	Não	Integrado		
Solar Analysis	Sim	Não	Integrado		
Lightning Analysis	Sim	Não	Sim	Iluminação (DIALux, Relux)	Não possui add-ons ou plugins
Photovoltaic and Solar Heating	Sim	Não	Integrado	Vela Solaris	
Outros Add-ons/Plugins	Sim	EcoDesigner Star			
Parâmetros de Design/Utilização					
Modelação livre	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Modelação em ambiente 3D	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Modelação automática	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Sistema de ductos AVAC	Sim	Modelador MEP	Sim	Sim	sim

Continua...

...Continuação.

Produto	Revit	ArchiCAD	AECOSim Building D.	DDS- CAD	CYPECAD
Sistema de tubagens e canalizações	Sim	Modelador MEP	Sim	Sim	Sim
Sistemas de energia e iluminação	Sim	Modelador MEP	Sim	Sim	Sim
Ambientes de trabalho interativos	Sim	Sim, BIM cloud	Sim	Sim	Não
Deteção de conflitos	Sim	Modelador MEP	Sim	Sim	Sim
Análise de fluxo	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Análise de operacionalidade	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Cloud Computing	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Múltiplas dimensões	Sim	Não	Sim	Não	Sim
Personalização de simbologia das plantas	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Extração de quantidades	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Exportação de mapas de quantidades para Excel	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim, se exportar para o Arquimedes
Visualização do Modelo					
Navegação em tempo real	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Continua...

...Continuação.

Produto	Revit	ArchiCAD	AECOSim Building D.	DDS- CAD	CYPECAD
Filtro de visualização	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Vistas Foto-Realistas	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Vistas ortográficas e perspectiva (walk-troughs)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Visualizador associado	Sim	BIMx	Bentley View	Sim	Não
Parâmetros de Interoperabilidade					
Extensão	.rvt	.pln	.dgn	.bim	.mep
Interoperabilidade de IFC	Sim	IFC 2x3	Sim	Ifc2x3 ; ifc4	Sim, mas não certificado
Importa	Rvt, rfa, dwg, dxf e IFC	Todos os genéricos da indústria	IGES, Parasolids, ACIS SAT, CGM, STEP, STL, DGN, DWG, DXF, LandXML, IFC,...	IFC, DWG, DXF, 3Ds, PDF, image m	IFC

Continua...

...continuação.

Produto	Revit	ArchiCAD	AECOSim Building D.	DDS-CAD	CYPECAD
Exporta	Rvt, rfa, dwg, dxf, base dedados ODBC, JPEG, gbXML, FBX e IFC	Todos os genéricos da indústria	IFC, Vulcan, OBJ, FBX, SketchUp, VRML, SVG, Luxology, OBJ, FBX, Google Earth, Collada, U3D, JT, IGES, Parasolids, ACIS SAT, CGM, STEP, STL, DGN, DWG, DXF, ISM, CIS/2, STD, SDNF, iModel,...	IFC, DFG, DXF, 3Ds, PDF, imagem, gbX, ML, KNX, ETS3, ETS3 e Elvis	IFC; IDF (EnergyPlus); BC3; DBD (Arquimedes - CYPE); XML (para importação no portal da ADENE); TRPE (Cumprimento REH – CYPE); CLI (CYPETHER M ASHRAE LOADS – CYPE)
Cooperação com outro software	Sim	Através de IFC	via IFC, iModel, CAD files, etc...	DIAI ux, Relu x, ETS3, ETS4, Elvis	Não
Ambiente multiutilizador	Sim	TeamWork/BIMServer	Sim	Sim	Não
Licenças de utilização					
Licença para escolas de Engenharia e Arquitetura	Sim	Sim	Sim	Mediante análise e	Sim
Versão Trial	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Continua...

...continuação.

Produto	Revit	ArchiCAD	AECOSim Building D.	DDS-CAD	CYPECAD
Parâmetros Técnicos					
Normas base	Internacionais		Anexo I	Europeias e Alemãs	Anexo I.A
Suporte Técnico	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Configuração mínima de Hardware	Anexo I	Anexo I	Anexo I	Anexo I	Anexo I
Compatível com Macintosh	Sim	Sim	Não	Não	Não

No ANEXO I encontram-se as tabelas relativas a cada software isoladamente, e mais completas e detalhadas, devidamente preenchidas pelos representantes da marca em geral e do produto apresentado em particular no nosso país.

2.3.5.7. Descrição dos critérios

De seguida apresenta-se a fundamentação de todos os critérios abordados no mapa comparativo apresentado para a caracterização dos softwares.

Ambientes de trabalho interativos – quando o software permite a interatividade e colaboração entre os diversos projetistas e técnicos das várias especialidades para o desenvolvimento dos respetivos projetos em paralelo (trabalhar na nuvem).

Ambiente multiutilizador – permite a partilha e atualização de um modelo central que contempla todas as especialidades de projeto mantendo o modelo sempre atualizado aquando da ocorrência de alterações por parte de qualquer interveniente.

Análise de fluxo – se o software verifica a correta ligação entre os diferentes elementos e acessórios de uma rede, garantindo a sua correta modelação.

Análise de operacionalidade – se o software dimensiona de forma automática as condutas e redes de tubos das especialidades dos edifícios para garantir a sua funcionalidade.

Base de dados/bibliotecas – se o fabricante tem alguma base de dados/biblioteca própria para utilização nos seus softwares.

Cloud computing – acesso e armazenagem remota de arquivos através da internet.

Compatível com Macintosh – se existe versão do software compatível com o sistema operativo Macintosh.

Configuração mínima de hardware – requisitos mínimos de hardware para suportar o software em questão.

Cooperação com outros softwares – se é capaz de comunicar com outros softwares através do formato de ficheiro originais desses outros softwares.

Deteção de conflitos – se o software possui alguma ferramenta de verificação e deteção de conflitos entre as varias especialidades e conformidades regulamentares.

Exporta – formatos de ficheiro que o software é capaz de exportar.

Exportação de mapas de quantidades para folhas de Excel – Se o software permite exportar mapas de quantidades no formato nativo do Excel.

Extensão – formato de ficheiro original para o software, definido pelo fabricante como formato “por defeito”.

Extração de quantidades – se o software realiza estimativa de quantidades de materiais, recursos energéticos, etc.

Fabricante – empresa responsável e proprietária do produto.

Filtro de Visualização – permite a seleção e visualização apenas de determinados elementos selecionados.

Importa – formatos de ficheiro que o software é capaz de importar.

Interoperabilidade IFC – se é capaz de importar e exportar ficheiros no formato IFC e se esse processo se encontra certificado.

Licenças para escolas de Engenharia e Arquitetura – se existem licenças gratuitas disponibilizadas pelos fabricantes dos vários softwares para utilização por parte dos estudantes da indústria AEC no seu percurso académico.

Língua do produto – idiomas em que o produto é comercializado em Portugal

Língua dos manuais – idiomas dos manuais/tutoriais disponibilizados pelas empresas acerca dos produtos e funcionamento dos mesmos disponíveis em Portugal.

Modelação automática – se o software permite modelar de forma automática entre dois pontos previamente definidos.

Modelação em ambiente 3D – se o software permite modelar em ambiente 3D da mesma forma que num ambiente 2D, assim como utilização de objetos paramétricos no processo.

Modelação livre – se permite ao utilizador criar objetos específicos assim como a sua própria biblioteca/base de dados.

Múltiplas dimensões – outros aspetos e informações que definem o nível de informação que o software é capaz de associar ao projeto, como é o caso de gestão de custos e tempos (desde o 2D a nD)

Navegação em tempo real – se o software permite navegar pelo modelo virtual.

Normas base – Regulamentos/normas que cada produto/software utiliza na sua interface.

Origem – país de origem do produto/empresa que o comercializa.

Produtos complementares – add-ons e/ou plugins existentes para complementar a versão original do software no que concerne á integração de outras especialidades de projeto que o software não contempla na sua versão original ou que carecem de aquisição extra.

Sistema de energia e iluminação – contém ferramentas e bibliotecas para modelação de sistemas elétricos.

Sistema de dutos AVAC – contém ferramentas e bibliotecas para modelação de sistemas AVAC.

Sistema de tubagens e canalizações – contém ferramentas e bibliotecas para modelação de sistemas hidráulicos prediais.

Suporte técnico – forma como as empresas responsáveis garantem apoio e suporte técnico aos utilizadores dos seus serviços/produtos.

Ultima versão – versão do software mais recente no mercado.

Versão Trial – Se existe versão experimental do software para testes por parte dos utilizadores.

Vistas Foto-Realistas – se o software permite a extração de vistas do modelo do seu aspeto real após construído.

Vistas ortográficas e perspetiva (walk-troughs) – permite extrair vistas e perspetivas aquando da navegação no modelo.

Visualizador associado – se o fabricante possui alguma ferramenta de visualização associada ao software.

2.4. ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO

De forma a perceber as vantagens da utilização do BIM como ferramenta de gestão e coordenação de projetos e como se deveria proceder á resolução dos problemas abordados nesta Dissertação considerou-se relevante uma pesquisa e análise de matéria que permitisse perceber qual o procedimento adotado antes da existência das novas ferramentas e metodologias e após a criação e adoção das mesmas para que fosse possível perceber as diferenças no processo de trabalho e as vantagens da adoção e utilização das novas técnicas, ferramentas e metodologias. Como tal, de seguida, apresentam-se alguns testemunhos e casos de estudo que realçam a importância e vantagens da utilização das novas ferramentas e metodologias para simplificar todo o processo construtivo e aumentar a qualidade do serviço prestado.

Nesse sentido, importa referir que, o coordenador de projeto era geralmente um Engenheiro experiente, que tinha conhecimento adequado para diferenciar confrontos críticos, priorizar confrontos por importância e fornecer sugestões para a equipa ou até tomar decisões com base no seu conhecimento e experiência. Contrariamente a estas práticas, e graças às ferramentas e metodologias atualmente disponíveis, o BIM tem sido amplamente utilizado por arquitetos e engenheiros para o projeto, também é utilizado por equipas de construção para a coordenação do projeto, uma vez que com o auxílio do BIM, as equipas de construção podem realizar deteção de conflitos automaticamente para identificar confrontos entre os sistemas automaticamente (Wang & Leite, 2014).

Para Scheer *et al.* (2007) a utilização de sistemas CAD-BIM no processo de Projeto aumenta muito a produtividade, pois as alterações e atualizações no projeto são realizadas automaticamente nas diversas vistas, cortes e no modelo 3D. Permitindo também identificar com maior precisão os detalhes construtivos e as interferências nos projetos, contribuindo para a redução de erros de execução da obra.

De acordo com Costa *et al.* (2014), Korman e Lu (2011) afirmam que os conflitos físicos entre elementos estruturais, elétricos ou hidráulicos podem ser facilmente detetados com os modelos virtuais e que o uso destes modelos no processo de compatibilização é muito importante, especialmente no caso de sistemas prediais. Ainda de acordo com o autor, o principal atrativo no uso do BIM não se prende diretamente com a fase de projeto propriamente dita mas sim com a quantidade e qualidade de informações que este contém, que gerará economias substanciais nas fases que se seguirão.

Segundo Kent (2014), de acordo com Hanna (2010), as especialidades MEP representam a maior parte das empresas que aderiram à metodologia BIM nos últimos anos. Devido á sua complexidade, principalmente nos edifícios comerciais e de utilização pública, onde se verificam as maiores construções, a componente de um edifício referente às especialidades MEP representam entre 40 e 60% do custo de um edifício comercial. Para além do referido, o autor descobriu ainda que a maior parte dos retrabalhos e consequentes custos associados, estão diretamente associados aos erros das especialidades MEP. Neste estudo o autor descobriu também que todas as empresas inquiridas que utilizam a metodologia BIM a usam na coordenação do MEP e que esta é a aplicação mais corrente da metodologia com utilização em quase 100% dos projetos realizados e, onde todos os inquiridos concordaram, que a Coordenação MEP é a principal vantagem da utilização do BIM. De referir ainda que, para a maioria das empresas que estão a implementar a metodologia, a coordenação dos MEP é a principal prioridade no processo de implementação.

2.4.1. Casos de estudo

De seguida apresenta-se um grupo de casos de estudo desenvolvidos por outras entidades e que comprovam e descrevem as principais vantagens da utilização do BIM no processo de gestão e coordenação de projetos. De entre os inúmeros casos de estudo que existem mundialmente, e

que poderiam igualmente ser apresentados para o efeito que se pretende, importa referir que o critério de seleção dos mesmos foi meramente com o intuito de demonstrar de forma explícita as inúmeras vantagens que derivam da utilização do BIM no setor da construção e a sua amplitude a nível mundial, pois são apresentados casos de estudo de diversos países. De salientar que, apesar de serem desenvolvidos por vários autores, em países e datas diferentes, todas as conclusões convergem no mesmo sentido, que é as inúmeras vantagens e potencialidades da utilização desta metodologia no processo de gestão e coordenação de projetos.

Caso de estudo 1 – Reabilitação de Gare em Lisboa

O caso de estudo aqui apresentado é referente a ações de intervenção de requalificação de uma Gare Ferroviária em Lisboa, desenvolvido por (Clemente & Cachadinha, 2012).

Clemente e Cachadinha (2012) descrevem os sistemas MEP como projetos tecnicamente desafiantes e por vezes extremamente complexos. A coordenação e encaminhamento destes sistemas possuem um caráter especial que exige maiores esforços por parte das equipas coordenadoras. Os sistemas MEP desenvolvem-se num espaço limitado e invisível e obedecem a critérios rigorosos de conceção, construção e manutenção.

Uma boa preparação dos trabalhos conduz a uma diminuição dos riscos associados às atividades, aumenta a qualidade das soluções e otimiza o processo de construção, permitindo cumprir prazos mais curtos e minimizar custos derivados de atividades mal executadas. A possibilidade de visualizar e controlar o processo num ambiente 3D ajuda a identificar os riscos previamente, como foi o caso de colisões com elementos estruturais, as áreas de forte influência dos passageiros, locais de acesso condicionado e os de difícil acesso, neste caso específico.

Os autores deste caso prático descrevem o modelo como sendo uma ferramenta de coordenação dentro da equipa e entre a equipa e o dono de obra, que lhes permitiu otimizar as tarefas e cumpri-las dentro do curto prazo estipulado para a realização das mesmas, com intervenções mais precisas e eficazes possibilitadas pela visão preliminar de como e do que se iria fazer. Do qual se obtiveram os seguintes resultados, através do recurso ao modelo BIM:

- Diminuição das atividades sem valor acrescentado na ordem dos 30%;

- Redução na duração global das duas atividades mais condicionantes na ordem dos 50%;
- Eficiência significativa no fluxo de trabalho das equipas;
- Aumento significativo da qualidade e empenho nas tarefas por parte dos trabalhadores;
- Acréscimo de 5 horas gastas com a análise dos modelos BIM por parte de cada uma das equipas, que correspondem às reuniões de coordenação.

Como última análise importa referir que este estudo demonstrou que é possível diminuir os desperdícios existentes e aumentar a eficiência de alguns processos através da aplicação da tecnologia BIM em obra. De referir também que, no caso de estudo em questão, com a presença de um modelo BIM em obra, todas as equipas passaram a consultar o modelo antes de qualquer intervenção na mesma, passando a existir a preocupação de fornecer informação para a constante atualização do modelo. Tornando-o essencial em obra, como fonte lógica/centralizada de informações.

Caso de estudo 2 – Edifício multifamiliar em Petrolina

O caso de estudo aqui apresentado é referente à construção de um edifício de habitação multifamiliar em Petrolina, desenvolvido por Sousa (2010), para o qual se desenvolveu uma análise de incompatibilidades físicas e funcionais entre os projetos de arquitetura, estruturas, elétrico e hidráulico.

Com o decorrer do trabalho verificou-se o aparecimento de problemas na obra decorrentes de indefinições ou deficiências originadas por incompatibilidades de projetos. Verificaram-se incompatibilidades entre os elementos de arquitetura, estrutura, instalações hidráulicas, instalações elétricas, instalações de AVAC, entre outras, que deram origem a modificações, Retrabalhos, dificuldades de execução e/ou aplicação de soluções que originaram uma clara diminuição das funcionalidades do edifício.

Entre as inúmeras incompatibilidades verificadas destacam-se:

- Incompatibilidade no posicionamento para passagem dos tubos de queda, entre o projeto de estruturas e o projeto de instalações Hidrossanitárias;
- Saliência das vigas relativamente às paredes;
- Conflito entre elementos estruturais e instalações hidráulicas;
- Incompatibilidades entre o projeto de arquitetura e AVAC, não foram previstos espaços para equipamentos de ar condicionado;
- Retrabalhos originados por incompatibilidades nas instalações elétricas;

Com isto conclui-se que a prática cultural do projeto sequencial aparece como fator negativo no contexto da redução de desperdício decorrente das incompatibilidades de projetos. Há a inexistência de análise de incompatibilidades entre os distintos projetos, que os profissionais reconhecem ser uma das principais causas de origem de problemas em obra, originando desperdícios de materiais e mão-de-obra e atividades de retrabalho acrescidas com esta prática durante as fases de execução e manutenção.

Caso de estudo 3 – Emory Psychology Building

O caso de estudo aqui apresentado é relativo ao edifício de Psicologia da Universidade de Emory em Atlanta, desenvolvido por (Ospina-Alvarado & Gerhart, 2008).

Embora a metodologia BIM já tivesse sido usada em outros projetos do Campus da Universidade de Emory e este projeto específico não ter sido inicialmente projetado como um modelo BIM, viram este projeto como a oportunidade de desenvolver um plano e estratégia de negócio para implementar o BIM nas práticas de design, construção e manutenção do Campus.

O BIM foi utilizado principalmente para ajudar nas tomadas de decisão e visualização do modelo, desde os elementos mais complexos, como é o caso da estrutura, arquitetura e especialidades a elementos mais simples como é o caso de elementos de design como janelas, cortinas, entre outras. A metodologia BIM foi também utilizada para a detecção de conflitos e interferências das diversas especialidades que constituem o edifício.

Em cada fase do projeto foi realizada uma reunião com o Dono de obra, o BIM foi importante porque permite identificar todas as alterações assim como a continuidade através de todas as fases do projeto, evitando confusões e concentrando as atenções nos focos específicos de cada fase.

No caso do projeto de MEP, o uso da metodologia BIM foi um dos critérios de seleção para a escolha dos subcontratados de cada especialidade. A integração dos subcontratados das especialidades MEP na fase de desenvolvimento do projeto permitiu que estes participassem no início do projeto e rapidamente se tornaram parte da equipa de projeto. Antes das reuniões de coordenação todos os subcontratados poderiam verificar a deteção de conflitos nos seus projetos com o recurso á sua ferramenta Navisworks, mas a maioria da coordenação foi feita na reunião semanal e era orientada e coordenada pelo coordenador de Projeto. Para facilitar o processo o coordenador disponibilizou formação em Navisworks e no processo de coordenação/colaboração para os intervenientes de cada especialidade, de modo a que eles mesmos adquirissem competências na coordenação e compatibilização dos seus projetos com as restantes especialidades.

Após a realização de um modelo BIM de cada especialidade por parte do técnico responsável da mesma seguiu-se a junção de todos os projetos de especialidades num único modelo que originou um modelo central do projeto devidamente modelado e coordenado com todas as incompatibilidades e conflitos resolvidos nas devidas reuniões de coordenação do projeto com todos os intervenientes, permitindo assim proceder-se à realização da execução do projeto.

Caso de estudo 4 – Centro de Processamento de Dados no Brasil (CPD)

O caso de estudo aqui apresentado diz respeito à construção de um CPD em que a empresa recorreu à metodologia BIM para reduzir o custo total da obra de R\$11 Milhões em São Paulo, o estudo foi desenvolvido por Bentley (2011).

A empresa construtora utilizou um processo de Modelagem de Informação da Construção (BIM) para reduzir os custos da construção e melhorar a qualidade do CPD. A empresa recorreu

ao BIM, por iniciativa própria, para montar um modelo em 3D antecipado, que permitiu resolver problemas dos projetos recebidos em 2D.

A empresa construtora observou que as diversas especialidades do projeto não eram compatíveis entre si, provavelmente por falta de comunicação e visualização dos projetos diversos, levando à detecção de inúmeras interferências que, em condições normais com os projetos 2D não conseguiriam compatibilizar os projetos tão facilmente. Na realidade, a maioria desses problemas seriam descobertos apenas durante a construção, levando a um aumento dos custos e a atrasos nos prazos de entrega da obra. Graças ao BIM, todos os problemas foram identificados no modelo 3D e resolvidos antes do início da construção.

Em algumas fases do projeto, a empresa tem estimativas de redução de gastos relacionados com a mão-de-obra em cerca de um terço do inicialmente estimado para esse trabalho, bem como um aumento da qualidade do projeto, graças à utilização do BIM. No caso específico das especialidades MEP, como instalações de AVAC, Hidráulicas e sistema de combate a incêndios, as poupanças em material e mão-de-obra e a utilização de sistemas mais eficientes e menos danosos para a estrutura permitiu reduzir em muito o orçamento inicialmente previsto mantendo a solidez da construção.

Para além das múltiplas vantagens já referidas, a utilização da metodologia BIM, permitiu ainda fazer um planeamento e solicitações de materiais com mais exatidão, evitando desperdícios, tornando também todo o processo construtivo mais ecológico e sustentável.

No final do projeto, uma arquiteta da empresa construtora conclui dizendo, “*No final das contas, este projeto foi simplesmente melhor do que poderia ter sido*”.

Caso de estudo 5 – Shangai Disaster Control Center

Este caso de estudo diz respeito á análise de um dos edifícios mais importantes da *State Grid Corporation*, na China, que se caracteriza pela modelação do projeto com recurso não apenas à metodologia BIM mas também através do método tradicional, projetos 2D, e foi realizado por Master *et al.* (2013).

De acordo com os autores, através do recurso a ferramentas BIM, foram encontrados automaticamente mais de 2000 erros no projeto original, que foram analisados um a um pelos respetivos intervenientes no processo de coordenação relativos a cada especialidade. Após análise de resultados verificou-se a existência de 497 colisões importantes, filtradas dos 2275 erros detetados pelo software, que causariam Retrabalhos em fase de construção. Para além destas interferências foram também detetadas algumas visualmente através da análise do modelo 3D, mas que seriam mais difíceis de descobrir no método tradicional que, juntando às anteriormente referidas, iriam provocar desperdícios de material e aumento do preço final da obra, assim como incumprimentos nos prazos de construção.

Para além das vantagens já referidas, a utilização da metodologia BIM e coordenação MEP permitiu que todas as atividades de instalação de equipamentos e realização de tarefas terminassem antes do tempo inicialmente previsto, no caso das instalações mecânicas e elétricas foi possível terminar o processo oito dias antes do prazo previsto para a conclusão das mesmas e, uma vez que estas são as mais complexas, todas as outras atividades tiveram os seus prazos reduzidos em tempos superiores ao anteriormente referido. No total, o projeto foi concluído três meses antes da data prevista.

Uma das contribuições originais deste estudo foi o facto de que cinco modelos de detalhe foram aplicados a um projeto real, de forma a descobrir uma maneira de escolher os modelos MEP apropriados em diferentes fases de projeto e para diferentes fins de otimização.

Devido à sua simplicidade, o modelo de Projeto preliminar MEP 3D foi o melhor para otimizar o sistema MEP baseado na construção de necessidade e orçamento de custos. Enquanto isso, um maior nível de análise de requisitos de espaço foi possível com o modelo de projeto detalhado MEP 3D, devido ao seu nível de detalhe dos elementos MEP. O modelo de design Construção MEP 3D é melhor para otimização do layout baseado na construtibilidade, derivado das suas capacidades para representar objetos de construção detalhados, como é o caso do suporte de tubos e camadas de isolamento térmico. No entanto, o modelo de construção MEP apresentou a melhor capacidade de comunicação entre os intervenientes no projeto.

Para os autores, este caso de estudo comprova o potencial dos benefícios de aplicação do BIM na otimização do layout MEP. Referem que o BIM pode melhorar de forma eficiente a coordenação MEP, envolvendo todos os intervenientes do projeto, como dono de obra, engenheiros civis, estruturais, mecânicos e eletrotécnicos, entre outras especialidades que o

projeto possa contemplar. Permitindo a resolução de todos os erros e conflitos que possam surgir ainda em fase de projeto e evitando trabalhos adicionais e correções em obra.

Caso de estudo 6 – Large Healthcare Project of Camino Medical Office Building (MOB)

O presente caso de estudo diz respeito a um grande projeto de saúde, e foi desenvolvido por Khanzode *et al* (2008).

Os sistemas MEP deste tipo de instalações, tecnicamente desafiadores, como aqueles centrados em alta tecnologia, saúde e indústrias de biotecnologia podem por vezes chegar a valores que representam até 50% do valor total do projeto. Como tal, a coordenação e instalação dos sistemas MEP neste tipo de projetos é um importante empreendimento porque os sistemas MEP precisam ser instalados em espaço limitado sob os critérios de design, construção e manutenção estabelecidos para estas instalações.

No *Camino Project*, o uso de ferramentas 3D/4D para a coordenação MEP resultou em benefícios quantitativos e qualitativos significativos para toda a equipa de projeto. Esta experiência demonstra o valor significativo que a aplicação de ferramentas e processos BIM pode trazer para a coordenação de projetos complexos como é o caso do MEP.

Entre os desafios da metodologia inclui-se determinar a forma de organizar a equipa de projeto e estruturar o processo de coordenação de forma a utilizar as ferramentas VDC da melhor forma possível, como configurar as técnicas de logística e como realizar a coordenação de uma grande sala.

Caso de estudo 7 – Utilização de ferramentas VDC para gestão e coordenação de projetos

No seguinte caso de estudo, Khanzode (2010) acompanha quatro casos diferentes em que as equipas de projeto tiveram oportunidade de utilizar ferramentas VDC para a coordenação da construção.

Segundo o autor, em muitos projetos de construção a coordenação ainda é feita usando desenhos 2D e mesas de luz. Este método de coordenação provou ser inadequado e tem levado a muitos conflitos entre sistemas, a falta de confiança entre os subcontratados para pré-fabricar, os retrabalhos em campo e falta de produtividade nos trabalhos em geral. Recentemente, as equipas de projeto começaram a explorar o uso de ferramentas de *Virtual Design and Construction* (VDC) para trazer uma maior eficiência e produtividade para os mesmos.

Num dos projetos que foram caso de estudo da implementação de VDC para gestão da coordenação de sistemas MEP/FP (fire protection) na Califórnia do Norte e os resultados indicaram que existem enormes benefícios na aplicação de VDC na coordenação dos sistemas MEP/FP. Neste caso específico, a utilização de ferramentas VDC para a coordenação tem levado aos seguintes benefícios:

- Virtualmente zero conflitos de campo entre os vários sistemas;
- Menos de 0,2% de retrabalhos;
- Aumento da produtividade do empreiteiro da especialidade de mecânica em mais de 30%;
- Menos de duas horas gastas por mês em coordenação de campo por parte do Empreiteiro geral;
- Apenas dois pedidos de informação (RFI) por parte das equipas de trabalho;
- Zero pedidos de alteração de projetos relacionados com questões de conflitos de campo.

Isto sugere que as equipas de projeto e os donos de obra ganham significativamente com a aplicação de ferramentas VDC na gestão e coordenação de sistemas MEP/FP, e de forma análoga em todas as estras especialidades que constituem uma construção.

Caso de estudo 8 – International Linear Collider Project

Este caso de estudo foi realizado utilizando o projeto International Linear Collider, que é um acelerador de moléculas e é constituído por componentes técnicos que exigem a instalação de

uma série extensa e complexa de componentes MEP (cerca de 20 000 componentes) em espaços fortemente congestionados e tempo limitado, sendo desenvolvido por Koo *et al.* (2012)

Como edifícios e infraestruturas modernos, as especialidades MEP tornam-se cada vez mais complexas e com um peso cada vez maior no custo dos projetos, sendo que a coordenação MEP envolve a configuração dos vários sistemas de construção detalhada para que estes estejam em conformidade com o projeto e, posteriormente, com a construção.

Um dos principais problemas, no caso de construções grandes e complexas, reside na dificuldade em identificar os conflitos no espaço limitado entre os componentes MEP e o espaço necessário para que as equipas de trabalho executem a instalação dos mesmos. Apesar de grandes avanços, a coordenação e gestão de espaços de trabalho para instalação dos equipamentos para projetos de grande escala coloca sérios desafios na sua implementação.

Os resultados indicam que uma modelação 3D adequada, com a utilização de modelação paramétrica, deve permitir aos profissionais, num curto espaço de tempo, atualizar os seus projetos para modelos 4D e, assim, realizar uma análise de conflito Espaço-Tempo em conjunto com o andamento do projeto. A pesquisa efetuada fornece uma visão empírica de como os espaços de trabalho podem ser modelados usando ferramentas atuais.

2.4.2. Outros casos/Testemunhos

Para Korman *et al.* (2010) existem muitos locais nos edifícios que originam problemas de coordenação com alguma frequência, de entre os quais se destacam os corredores, pontos de entrada e saída, aberturas de cisalhamento nas paredes, e courettes. Os autores complementam ainda dizendo que a reserva de espaço para as instalações MEP é mais facilmente planeada e conseguido utilizando ferramentas BIM no processo de modelação. No entanto, muitas vezes, a resolução de interferências consiste em determinar qual especialidade tem prioridade, sendo que essa prioridade é determinada pela avaliação da funcionalidade de cada sistema pois se uma nova rota afeta a funcionalidade do sistema é dada prioridade e este sobre o outro.

No estudo realizado por Silveira *et al.* (2002), os autores concluem que grande parte dos erros em obra, como é o caso de mau posicionamento de caminhos de cabos, deslocação de pontos

de passagem nas lajes e incompatibilidades de projetos de especialidades, entre outros, tem origem em fatores como a falta de apresentação do projeto de execução em tempo útil e a apresentação de projetos com incompatibilidades e nível de detalhe muito fraco, levando ao aparecimento de erros por falta de informação e projetos incompletos.

Para Leite *et al.* (2011) o estudo desenvolvido mostrou que, o facto de realizar um modelo com um nível de detalhe superior não implica necessariamente mais trabalho no processo de modelação. No entanto, esse esforço adicional, pode proporcionar maior precisão e melhor apoio às tomadas de decisão durante o processo construtivo. De salientar que, para os problemas de coordenação do MEP, uma abordagem baseada em BIM pode ter maior impacto na diminuição de erros e interferências uma vez que são os mais propícios ao seu aparecimento devido á complexidade dos mesmos.

Num estudo realizado por Beveridge (2012) o autor concluiu que a maior aplicação do BIM é na deteção de conflitos, verificando-se também uma forte aderência à sua aplicação na modelação 3D e mais recentemente no planeamento das atividades (4D) e estimação de custos (5D) mas, apesar de muito útil, existe uma infinidade de aplicações da metodologia BIM e se o construtor apenas utilizar a metodologia para a deteção de conflitos não está a aproveitar todos os recursos, ferramentas e potencialidades da metodologia de forma eficaz.

De acordo com Kent (2014), para Khanzode (2008), a abordagem correta para a colaboração entre os vários intervenientes do MEP seria o “*big room system*”, em que os intervenientes de cada especialidade realizam os seus projetos lado a lado num mesmo local. De acordo com o autor, esta prática, permitirá aumentar a colaboração entre especialidades durante todo o processo e reduzir a necessidade de repetir informação no processo. No entanto, apesar de teoricamente ser a solução mais adequada para modelar utilizando a metodologia BIM uma vez que promove a interação entre os vários intervenientes, esta é uma abordagem muito pouco utilizada e desagradada pelos profissionais pois, normalmente, nenhum projetista tem apenas um projeto entre mãos e como tal estaria a “negligenciar” os restantes. Uma solução que a maioria considera a melhor e mais adequada é a partilha numa base de dados *online* por todos os intervenientes.

Para Santos (2014) o processo de desenvolvimento de produtos na construção de edifícios apresenta uma série de deficiências que vão repercutir negativamente na qualidade dos produtos gerados e na eficiência da construção. O pobre desempenho dos projetos, frente aos seus clientes internos e externos, está intimamente associado à pouca interatividade entre os agentes envolvidos no processo de projetos do setor. Como alternativa a este quadro, a utilização do conceito de *Projeto Simultâneo* mostra-se potencialmente promissora na busca por processos de projetos orientados ao desenvolvimento integrado das várias especialidades de projeto, com significativas repercussões na qualidade do projeto.

De acordo com Staub-French e Khanzode (2007) os principais benefícios do projeto e coordenação de sistemas de construção em modelos 3D consistem no seguinte:

- A maioria dos conflitos do projeto são identificados antes da construção;
- A produtividade é significativamente melhorada;
- Menos Retrabalhos;
- Maior oportunidade de pré-fabricação;
- Menos pedidos de informação (RFI's);
- Menos pedidos de alteração;
- Erros de projeto podem ser identificados antes da construção;
- Capacidade de construir o sistema com uma equipa menos qualificada;
- Melhor desempenho de segurança;
- Melhor controlo de custos.

De acordo com Wang e Leite (2014) as decisões tomadas no processo de coordenação MEP dependem em grande parte do conhecimento e experiência dos profissionais das várias disciplinas intervenientes e o uso de BIM para coordenação MEP tem aumentado muito a qualidade e quantidade de informação disponível. As tomadas de decisão na coordenação das MEP exigem conhecimento de múltiplas disciplinas e, por vezes, é uma experiência demorada e impulsiva.

2.4.3. Procedimento recomendado para a Coordenação das MEP no BIM

Num trabalho desenvolvido por Korman *et al.* (2010) os autores referem que o processo de coordenação MEP é realizado numa série de reuniões em que os representantes de cada especialidade reúnem os seus desenhos preliminares para resolverem os problemas existentes de coordenação. Essas reuniões de grupo visam assegurar que os sistemas funcionem para atender às necessidades dos utilizadores, verificando se são viáveis para instalar, mantendo uma relação de economia/desempenho e design adequados.

Seguidamente apresenta-se uma proposta de como se deve processar a comparação/verificação de interferências aquando da compatibilização dos projetos de especialidades (neste caso MEP) nas reuniões de coordenação ou aquando das verificações/compatibilizações de projetos. No qual se apresenta uma sequência/ordem de como deve ser realizada a verificação entre as especialidades intervenientes. De salientar que a sequência apresentada é indicativa e pode não ser respeitada, ficando ao critério do responsável pela coordenação de acordo com o seu método de trabalho, mas ainda assim, a aconselhável, com base na bibliografia analisada sobre o assunto, pois permite efetuar as verificações de acordo com as restrições a alterações das especialidades, no que concerne a tamanho e funcionamento adequado das mesmas, do mais restrito para o mais suscetível a alterações/correções, respetivamente.

Apresentam-se também enumerados alguns daqueles que são considerados os mais importantes indicadores, segundo alguns autores, para avaliar se o processo de coordenação MEP decorreu ou se encontra a decorrer de forma considerada “desejável/adequada.”

2.4.3.1. Processo recomendado para a comparação/verificação de interferências

Com a utilização de ferramentas BIM, toda a informação relevante, e respetivos projectos de especialidades, encontram-se num único modelo CAD 3D para identificar as interferências existentes entre os vários projetos de especialidades, que podem ser inúmeras, de acordo com o tipo de finalidade do projeto, desde estrutura, arquitetura, eletricidade, abastecimento e drenagem de água, gás, rede de incêndios, AVAC, ITED, entre outras, como se pode verificar na Figura 14.

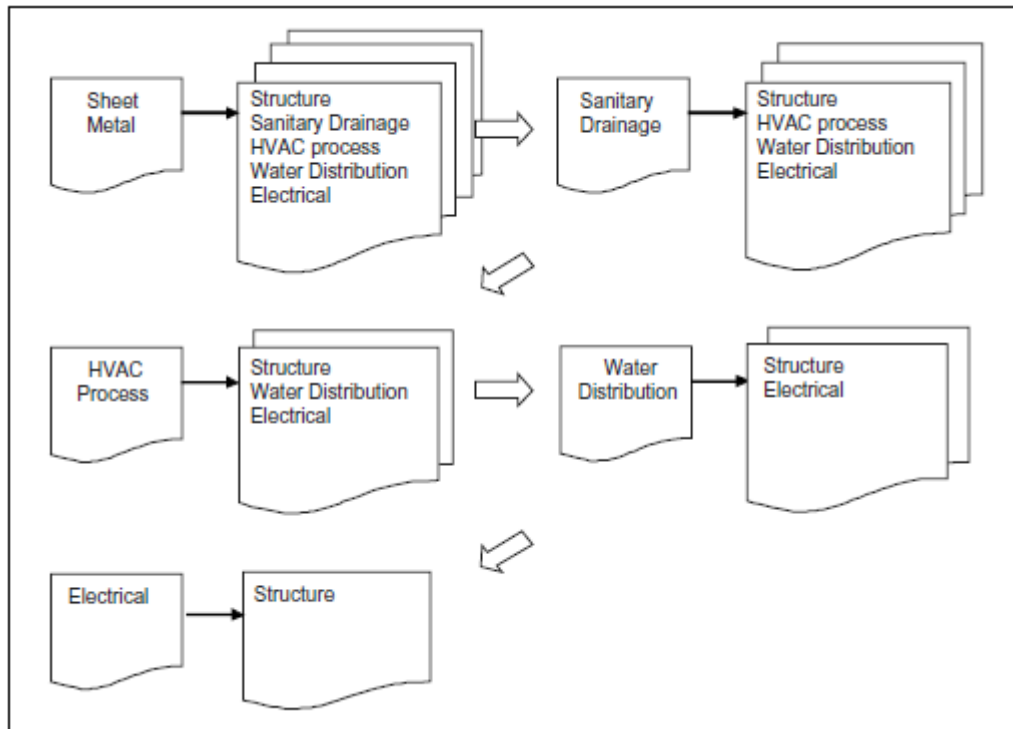


Figura 14 - Processo de comparação sequencial recomendado

Fonte: (Korman & et al, 2010)

O projeto de AVAC é o primeiro a ser comparado com a estrutura, porque é a especialidade que apresenta os maiores componentes e equipamentos nas suas instalações, como tal é o mais difícil de mudar porque os grandes tamanhos de dutos restringem a sua passagem a alguns locais onde o espaço necessário esteja disponível.

O sistema de drenagem de águas residuais/sanitárias é o recomendado a ser o seguinte, pois inclui linhas verticais e horizontais com inclinação regulamentar na sua rede, para além de acessórios como tampas de varejamento e caixas de visita e ainda linhas de ventilação. O requisito para todas as linhas com inclinação mínima regulamentar, de forma a permitir a drenagem gravítica, dá a esta rede/especialidade o nível mais alto de prioridade, a seguir às instalações AVAC.

O terceiro elemento de verificação são os tubos de processamento da rede AVAC, que incluem as linhas de água de aquecimento e arrefecimento da rede AVAC, uma vez que estas linhas alimentam diretamente os dutos da rede em vários pontos da rede, o que obriga a que estes dois elementos, rede AVAC e rede de processamento AVAC trabalhem em sintonia e como tal têm de ser devidamente coordenados.

O seguinte elemento a ser coordenado seria a rede de tubagem de processamento de fabricação, que transportam os fluidos/resíduos gerados pelas indústrias, uma vez que, normalmente, esta está condicionada pela pressão de serviço para além de que pode necessitar de grandes linhas de serviço (rede extensa) e, normalmente, são mais difíceis de *re-route* (ser redesenhadas) devido ao risco de afetar a sua funcionalidade. Nos casos em que esta rede necessite de um traçado específico para garantir o seu desempenho e funcionamento ideais, os engenheiros/técnicos responsáveis pela coordenação atribuem o nível de prioridade conveniente á mesma.

Quando existe uma rede de proteção contra incêndios, este é o próximo elemento a ser coordenado. Apesar de ser um sistema alimentado por pressão, a rede contra incêndios tem linhas próprias e deve ser devidamente classificada de forma a permitir ações de operação e manutenção conforme exigido regulamentarmente. Isto complica a coordenação das linhas prioritárias e por vezes obriga a que os técnicos dessas especialidades prioritárias sejam obrigados a comparar individualmente as suas linhas com a rede de segurança contra incêndios.

A análise que se recomenda de seguida é a rede de abastecimento de água do edifício, onde está incluída a rede de águas quentes sanitárias e a rede de águas frias. Como a rede de abastecimento de águas é acionada por pressão são mais fáceis de mudar de rota em torno de componentes maiores.

O sistema elétrico é o que se segue na tabela de prioridades de coordenação. Os engenheiros consideram que a rede elétrica é uma das mais flexíveis porque tem componentes mais pequenos e os instaladores conseguem facilmente conduzi-los e encaminha-los durante a instalação. No entanto, isto só é verdade para as redes secundárias, porque apresentam pequenos troços e diâmetros menores, as condutas principais devem ter prioridade pois quanto maior for o número de cotovelos e curvas mais difícil será puxar os cabos.

A rede ITED (Infraestruturas de telecomunicações em edifícios) é a última a ser coordenada pois é a mais flexível devido à sua tubagem de menor diâmetro e condutores, de maneira que, os empreiteiros de especialidade geralmente fazem a coordenação desta rede no campo, sendo que o problema mais comum é a passagem destes linhas junto das redes elétricas mas cujos técnicos responsáveis de cada especialidade previnem atempadamente planeando uma distancia de pelo menos três metros entre elas.

2.4.3.2. Indicadores de boa Coordenação MEP

Segundo Korman *et al.* (2010) para alguns profissionais do sector, os indicadores para avaliar a qualidade do processo de coordenação diferem de acordo com a fase do projeto. Para os profissionais da indústria, é considerada uma boa coordenação se os sistemas cumprirem os seguintes requisitos:

- O uso mínimo de acessórios e conexões;
- Agrupamento e centralização de sistemas semelhantes;
- Agrupamento de sistemas semelhantes na mesma elevação;
- Encaminhamento de sistemas no padrão de grade e perpendicular á construção de muros;
- Número de linhas diagonais minimizado;
- Espaços e acessos adequados a operações e manutenções;
- Reservas de espaço adequadas a futuras/possíveis expansões.

2.4.4. Benefícios da utilização do BIM na Coordenação das MEP

Neste capítulo encontram-se resumidos e devidamente agrupados de acordo com o stakeholder a que estão associados os diversos benefícios da utilização da metodologia BIM no processo de gestão e coordenação das especialidades MEP.

De acordo com Korman *et al.* (2010) a coordenação MEP é um grande desafio para os projetos e, a sua necessidade de coordenação, cresce fora da falta de projetos detalhados para fabrico e instalação de sistemas de construção e existe independentemente do processo usado na entrega do projeto. As condições atuais de design e construção determinam a prática da coordenação das MEP que, foi melhorando através do uso do BIM, alterando a forma como engenheiros e empreiteiros interagem entre si durante o processo de coordenação. O BIM proporciona às partes envolvidas no processo de coordenação MEP a oportunidade de definir metas e requisitos durante a construção do modelo. Além disso, quando historicamente os consultores de design MEP não consideravam questões relacionadas com a construtibilidade do projeto a utilização

de um modelo BIM permite criar um mecanismo de diálogo entre os empreiteiros que instalaram os sistemas e os engenheiros que os projetaram.

De acordo com Khanzode *et al.* (2008) a utilização de ferramentas 3D/4D para coordenação de MEP resulta numa significant quantidade de benefícios para todos os membros da equipa de projeto. Os benefícios podem ser distinguidos de acordo com o papel que cada interveniente tem no projeto. De seguida apresentam-se os benefícios recorrentes desta metodologia para o: dono de obra, empreiteiro geral, arquitetos e engenheiros e ainda especialistas subcontratados.

Benefícios para o Dono de obra

- A equipa de projeto não perde tempo a lidar com pedidos de informações ou de alteração devido a conflitos de campo nos sistemas MEP.
- Extinção de pedidos de alteração relacionados com conflitos de campo acerca do projeto.

Benefícios para Arquitetos/Engenheiros

- Os Arquitetos/Engenheiros despendem menos tempo durante a fase de construção de projeto a fazer administração da construção.
- Não tem de lidar com quaisquer pedidos de informação relacionados com conflitos de campo ou a lidar com quaisquer pedidos de alteração relacionados com esses mesmos conflitos.

Benefícios para o Empreiteiro Geral

- Os Condutores de trabalho gastam mais tempo a planear o trabalho em vez de resolver problemas recorrentes de conflitos das atividades.

Benefício para os Empreiteiros de Especialidades

- Os subempreiteiros estão muito mais bem informados acerca dos projetos pois são envolvidos na sua realização, o que lhes permitiu identificar e resolver problemas que geralmente ocorrem durante a fase de execução dos trabalhos de campo.
- Os subempreiteiros podem recorrer a mão-de-obra menos qualificada comparativamente a outros projetos que exigem a utilização de mão-de-obra qualificada para interpretação de modelos 2D ou com menos detalhe.

CAPÍTULO 3

3. INVESTIGAÇÃO DAS MEP

3.1. ANÁLISE DOS REGULAMENTOS

Este capítulo destina-se a análise dos regulamentos de cada especialidade MEP isoladamente, com o intuito de aprofundar o conhecimento necessário para o desenvolvimento do trabalho e ficar a conhecer as principais características e restrições regulamentares associadas a cada especialidade. Como já foi referido anteriormente, e uma vez que as especialidades aqui tratadas pertencem a áreas que não são da competência dos Engenheiros Civis pretende-se com este capítulo introduzir a informação mais importante acerca de cada especialidade tratada para que os técnicos e profissionais que pretendam aprofundar o seu conhecimento nestas especialidades para prevenir problemas no desempenho das suas atividades que possam conflitar com estas especialidades. Como é o caso dos regulamentos em vigor em Portugal relativos a cada uma,

principais mecanismos e equipamentos, e alguns cuidados a ter com a instalação e utilização, que deveriam ser do conhecimento geral de todos os utilizadores.

Com este capítulo pretende-se ainda esclarecer algumas questões de caráter mais técnico que possam estar contempladas nos respetivos regulamentos acerca do modo de instalação e funcionamento das respetivas especialidades.

É de consenso comum que os principais requisitos e objetivos que este tipo de instalações devem cumprir, ao longo de um sistema de avaliação de projetos, as seguintes prioridades:

- Segurança das pessoas e bens;
- Fiabilidade do sistema;
- Eficácia e facilidade de construção e manutenção;
- Eficiência e economia.

3.1.1. Instalações mecânicas (AVAC)

Em Portugal, as instalações mecânicas eram abrangidas por um Decreto-lei (DL) RSECE (Regulamento de Sistemas Energéticos de Climatização de Edifícios) referente ao Decreto-Lei (DL) nº 79/2006 de 4 de Abril publicado no Diário da República para edifícios de serviços ou de habitação que dispõem de equipamentos com uma potência superior a 25 kW e pelo RCCTE (Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios), DL 80/2006 para os edifícios com equipamentos de aquecimento com potência inferior a 25 kW, e ainda pelo SCE (Sistema de Certificação Energética de Edifícios), DL 78/2006, que recentemente (Dezembro, 2013) foram revogados por normas impostas pela União Europeia e é agora designado por DL 118/2013 (RSECE - Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização de Edifícios que aprova): o SCE (Sistema de Certificação Energética de Edifícios), o REH (Regulamento de Desempenho Energético de Edifícios e Habitação) e o RECS (Regulamento de Desempenho Energético de Edifícios de Comércio e Serviços), sendo que, apesar de transpostos para regulamentos Nacionais, estão em conformidade com as Normas Internacionais ISSO 7730 ou ASHRAE 55.

As instalações mecânicas incluem sistemas AVAC, montagens de tubagens, cabides, difusores e isolamento de tubos, e ainda sistemas de desenfumagem, que permitem garantir a evacuação das pessoas em caso de desastre.

As instalações mecânicas têm como objetivos: aquecimento, arrefecimento, filtragem e renovação do ar, circulação do ar e controlo de humidade.

De acordo com a utilização a que se destina cada edifício os requisitos/necessidades de climatização podem variar, como tal existem vários tipos de sistemas de climatização, que também apresentam variadas características e funções, sendo eles:

- Sistemas de climatização: permitem controlar temperatura máxima e mínima, humidade, renovação e circulação do ar.
- Sistemas de Aquecimento: apenas permite controlar temperatura mínima.
- Sistemas de arrefecimento: apenas permite controlar temperatura máxima.
- Sistemas de ventilação: apenas controla renovação do ar.

Aquando da instalação deste tipo de equipamentos, quer de frio quer de calor, normalmente associados a grandes edifícios deve ter-se especial atenção à criação de chaminés com alturas mínimas para garantir o correto funcionamento das mesmas, isolamentos anti vibráteis para os equipamentos de forma a controlar os níveis de vibração dos mesmos, níveis de ruído, cargas localizadas provocadas pelo elevado peso dos equipamentos na estrutura e ainda acessos adequados para a manutenção dos equipamentos.

Alguns cuidados a ter com a instalação e utilização de redes AVAC são:

- Prever espaço suficiente para as condutas;
- Isolamento e impermeabilização de atravessamentos;
- Compatibilização com restantes especialidades de projeto (estruturas, Arquitetura, Elétrica, Hidráulica, etc.);
- Previsão de proteções corta-fogo;
- Introdução do ar em locais adequados, de forma a evitar uma fonte poluída;
- A taxa de ventilação de um espaço deve ser em média de 4 a 7 RPH (renovações por hora), para não se ultrapassarem os limites de conforto e evitar problemas recorrentes do excesso/falta de renovações;
- Chaminé para as caldeiras com alturas mínimas que garantam o correto funcionamento;
- Isolamentos anti vibráteis;

- Acessos e espaço suficientes para ações de manutenção;
- Todas as condutas devem possuir portas de visita para realização de manutenção;
- Níveis de ruído: proteções acústicas;
- Cargas localizadas elevadas, associadas ao elevado peso dos equipamentos.

3.1.2. Instalações elétricas

“O objetivo fundamental no dimensionamento de uma rede elétrica é alimentar os equipamentos terminais garantindo a proteção destes equipamentos, das pessoas e das instalações a servir” (Top-Informática, 2014).

De acordo com Veiga, A. (2010) o projeto de instalações elétricas deve ser concebido de modo a oferecer condições seguras de funcionamento para as pessoas. Para que seja possível oferecer estas condições de segurança o projeto de instalações elétricas deve cumprir quatro princípios fundamentais, sendo eles:

- Nenhuma instalação poderá oferecer condições seguras de funcionamento se não for bem concebida.
- Se for estruturalmente bem concebida e não for dotada de todas as proteções que se impõem, a instalação não pode, igualmente, cumprir a sua função de modo seguro.
- Os equipamentos a usar não realizarão um bom desempenho se não forem selecionados entre os que oferecem uma garantia de qualidade.
- As instalações podem cumprir os três princípios anteriormente referidos mas não desempenharão corretamente as suas funções se não forem executadas corretamente e verificadas de seguida, de modo a garantir que cumprem todos os requisitos regulamentares que garantem um bom desempenho funcional e de segurança.

Os sistemas elétricos incluem condutas (alimentadoras e subterrâneas), caixas de junção, sistemas de iluminação, feixes de cabos/fios, caminhos de cabos, entre outros.

As instalações elétricas são normalmente constituídas pelas seguintes subespecialidades:

- Normativa, onde se insere uma série de normas tais como:
 - RTIEBT Portaria 949 A-2006

- DL 42895/60, DR 56/86 (Subestações e postos de transformação)
- DL 46847/66, DR 90/84
- Guia técnico dos para-raios, DGEG
- DL 220/2008
- EN 81, DL295/98 (Elevadores)
- Rede de terras e proteção contra descargas atmosféricas
- Iluminação normal, decorativa e de emergência
- Tomadas
- Alimentadores
- Quadros elétricos
- Caminhos de cabos
- Posto de Transformação
- Grupos geradores de socorro
- Unidades de alimentação Ininterrupta (UPS)

De acordo com a Top-Informática (2014), o cálculo regulamentar da secção de um cabo consiste em calcular a secção mínima normalizada que satisfaz simultaneamente as três condições que se seguem:

- **Critério da intensidade máxima admissível ou de aquecimento**, sendo que a temperatura normal do condutor, em regime permanente não deve ultrapassar os 70°C para cabos com isolamentos termoplásticos e os 90°C para cabos com isolamentos termo estáveis;
- **Critério da queda de tensão**, sendo que a passagem de corrente origina uma perda de carga entre a origem e a outra extremidade do cabo que, por sua vez, deve ser inferior aos limites marcados pelo regulamento em cada parte da instalação;
- **Critério da intensidade de curto-circuito**, sendo que a temperatura que pode atingir o cabo durante um curto-circuito ou curta duração (> 5 segundos), não deve exceder os 160°C para cabos com isolamentos termoplásticos e os 250°C para cabos com isolamentos termo estáveis.

Na Figura 15 apresentam-se alguns dos principais elementos que constituem as redes elétricas, como é o caso dos quadros elétricos, os caminhos de cabos e os postos de transformação, respetivamente.

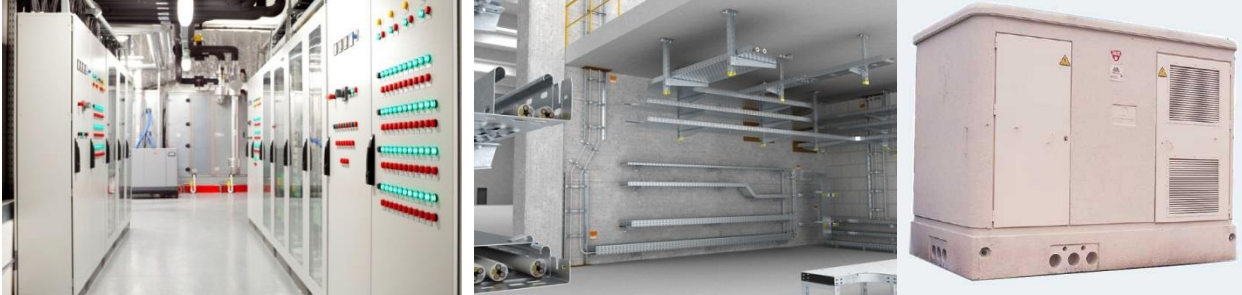


Figura 15 - Componentes de uma Instalação elétrica

Fonte: Google Imagens

Alguns cuidados a ter com a instalação e utilização de redes elétricas são:

- As tubagens elétricas não devem ser instaladas sobre canalizações de água ou aquecimento;
- As canalizações elétricas não deverão ser estabelecidas a menos de três centímetros de canalizações não elétricas, por questões de segurança e manutenção;
- As redes elétricas deverão ser suficientemente afastadas ou ser separadas com isolamento térmico quando sujeitas a outras instalações ou equipamentos que possam causar aquecimento ou arrefecimento excessivo nas canalizações. Contudo, as canalizações elétricas não devem ser termicamente isoladas numa grande extensão;
- Locais não acessíveis, para instalações (courettes, galerias inacessíveis, etc), não devem ser utilizados em simultâneo por instalações elétricas e não elétricas;
- Os raios de curvatura das canalizações devem ser estabelecidos por forma a evitar danos nos isolamentos dos condutores.
- Nas travessias de paredes, tetos, pavimentos ou outros elementos de construção, as canalizações estabelecidas à vista deverão ser protegidas por tubos ou condutas com resistência às ações mecânicas não inferior à classe M5;
- Nas travessias com diferenças acentuadas de temperatura deverão ser tomadas precauções para evitar a introdução ou condensação de água;

- A proteção a curto-circuitos deve garantir-se verificando que o poder de corte do fusível é superior à máxima intensidade de curto-circuito e que qualquer intensidade de curto-circuito que possa produzir-se desaparece num período de tempo inferior ao necessário para que o condutor alcance a sua temperatura limite;
- As canalizações devem ser enterradas a uma profundidade mínima de 0,60 metros, à exceção de travessia de arruamentos com trânsito de veículos, em que a profundidade mínima é de 1 metro e, deverão ser sinalizadas, com um dispositivo de aviso colocado a pelo menos 10 centímetros acima destas.

“No Âmbito do Regime Jurídico de Urbanização e Edificação (RJUE) a especialidade de eletrotécnica é a única que não obriga à realização de projeto na maioria das situações” (Colégio de Engenharia Eletrotécnica, 2011). Apesar dos esforços do Colégio para inverter esta situação, incluindo a proposta de alterações às leis em vigor, tudo indica que esta situação se irá manter assim, apesar de estar a decorrer uma verificação da legislação por parte da DGEG (Direção Geral de Energia e Geologia), o documento produzido pelo Colégio de Engenharia Eletrotécnica não foi tido em conta e não só continuará a permitir a ausência de projeto elétrico em edifícios que possuam determinado nível de energia como também abrirá exceções a edifícios de grandes dimensões e com elevadas necessidades energéticas. Para o Colégio de Engenharia Eletrotécnica esta situação irá contribuir para afastar cada vez mais os Engenheiros eletrotécnicos da maioria dos processos de licenciamento das instalações elétricas e fazer com que estes sejam consultados e chamados a intervir em apenas uma minoria de tipos de obras.

3.1.3. Instalações hidráulicas

Os sistemas de canalização são abrangidos pelo Decreto Regulamentar (DR) 23/95, de 23 de Agosto de 1995, que garante o seu correto funcionamento cumprindo os requisitos de segurança e qualidade.

Os sistemas de canalização existentes num edifício podem dividir-se em diversos tipos de redes de acordo com a funcionalidade de cada uma. Habitualmente, nos edifícios de uso geral, existem três tipos de redes de canalizações, sendo eles:

- Rede de abastecimento de água

- Rede de drenagem de águas Residuais
- Rede de drenagem de águas Pluviais

a) Rede de abastecimento de Água

No que concerne às redes de abastecimento de água, os edifícios, são caracterizados por uma rede paralela de canalização que se destina á distribuição de água quente e água fria por todos os compartimentos que necessitam de água para alimentar os dispositivos existentes.

As redes de abastecimento de água, geralmente, são constituídas por:

- Contadores,
- Canalização adequada,
- Dispositivos de utilização (dispositivos que a rede de abastecimento tem por objetivo alimentar),
- Reservatórios de depósito de água,
- Sistemas elevatórios e/ou sobressores, para garantir a pressão mínima na rede de abastecimento de um edificado e
- Válvulas e acessórios.

Na Figura 16 apresentam-se alguns elementos que constituem uma rede de abastecimento de águas sendo eles, contadores, tubagens e válvulas de seccionamento, respetivamente.



Figura 16 - Elementos de rede de abastecimento

Fonte: Google Imagens

As redes de água fria têm origem num ramal de ligação da rede pública que se destina a abastecer toda a população de uma localidade e a partir do qual é feito o abastecimento para todos os edifícios. Para além disso, as redes de água quente são revestidas com isolamento térmico e, em grandes edificadros, dispõem de tubos de retorno para que a água quente esteja sempre disponível nos dispositivos de utilização. Nos trechos em que a tubagem fica à vista e/ou em zonas técnicas é revestida com forra mecânica para proteção da mesma.

Para a produção de águas quentes sanitárias os métodos mais utilizados são associados à utilização de equipamentos como: Painéis solares térmicos associados a caldeiras ou resistências elétricas, caldeiras ou bombas de calor.

Na Figura 17 apresentam-se exemplos de revestimento com forra metálica das tubagens da rede de água quente e também uma caldeira para produção de água quente.

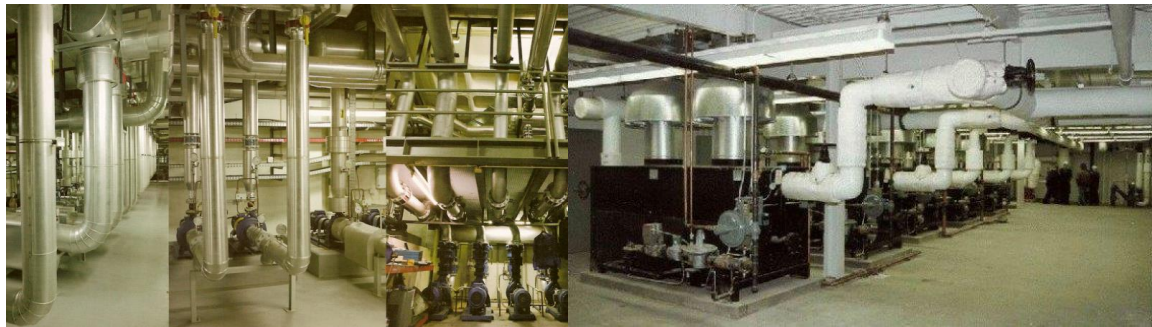


Figura 17 - Instalações hidráulicas

Fonte: Google Imagens

Com a crescente necessidade de garantia de conforto e bem-estar dos ocupantes é muito comum a utilização de reservatórios de água para garantir o abastecimento de um edifício uma vez que permite armazenar água suficiente para o abastecimento de todo o edifício durante determinado período de tempo ou então a sua utilização pode também estar relacionada com a necessidade de garantir pressões mínimas regulamentares na rede. Quando existem, estes reservatórios são normalmente divididos em duas células para permitir ações de manutenção e limpeza do mesmo sem afetar o funcionamento da rede. Quando se instalam estes reservatórios é necessário ter especial atenção a introdução de mecanismos que garantam a segurança e bom funcionamento das instalações assim como facilitem as ações de manutenção, sendo eles: tubagem de aspiração dos grupos de bombagem (junto ao pavimento), drenagem do reservatório (permitir drenar todo o reservatório se necessário), tubo ladrão ou overflow (para permitir escoar as águas sempre

que se atinja o nível máximo no reservatório) e o tubo de enchimento, que fornece o abastecimento de água ao reservatório.

Alguns cuidados a ter com a instalação e utilização de redes de abastecimento são:

- O traçado da rede de abastecimento deve ser constituído por troços retos, com trajetórias horizontais e verticais;
- Em pavimentos só é admissível a utilização de tubo flexível e encamisado (PEX), mas deve ser evitada esta solução, pois não é aconselhável a passagem deste tipo de redes pelos pavimentos;
- Os troços com trajetórias horizontais deverão possuir inclinação ascendente no sentido de escoamento do fluido, cerca de 0,5%, de forma a facilitar a saída do ar das tubagens;
- A velocidade com que a água circula na rede deve estar compreendida entre os 0,5 *m/s* e 2 *m/s*, de forma a que não se ultrapassem limites de ruído provocados pelo deslocamento dos fluidos nas tubagens, de acordo com o nível de conforto pretendido;
- A pressão com que o fluido circula nas tubagens também deve estar compreendida entre 50 e 600 *kPa*, valor mínimo e máximo regulamentares, respetivamente. No entanto, por uma questão de conforto, o intervalo aconselhável é entre 150 e 300 *kPa*;
- Os percursos das redes deve ser o de menor dimensão, que conduzirá à obtenção de custos mais baixos, menores perdas de carga e tempos de retenção nas tubagens;
- As canalizações de água quente devem desenvolver-se paralelamente às de água fria a uma distância nunca inferior a 5 centímetros e posicionadas num plano superior e com isolamento térmico envolvente;
- Os ramais de ligação deverão ser instalados a uma profundidade superior ou igual a 0,8 metros, podendo ser reduzida para 0,5 metros em zonas não sujeitas a circulação viária;
- Os estabelecimentos comerciais e industriais devem ter ramais de ligação privativos;
- As canalizações podem ser instaladas à vista, embutidas, em caleiras, galerias ou tetos falsos, sendo que, nas não-embutidas deverá identificar-se o tipo de água transportada.
- As redes existentes num edifício devem ter válvulas de secionamento de modo a permitir a flexibilidade na instalação e atividades de manutenção, localizadas em zonas acessíveis para abertura e fecho fáceis;

- As canalizações nunca deverão desenvolver-se sob elementos de fundação, difícil acesso ou ser embutidas em elementos estruturais, pavimentos, chaminés ou condutas de ventilação.

A solução para o atravessamento dos elementos de fundação, é resolvida com execução de aberturas específicas nos moldes de prefabricação das vigas, permitindo a realização de um atravessamento sem contacto com a tubagem (Silva P. D., 2012).

b) Rede de drenagem de águas Residuais

Por imposição legislativa e independentemente de existir, ou não, coletor público separativo, as redes de águas residuais e pluviais de um edifício tem de ser separativas.

As redes de águas residuais domésticas destinam-se a drenar as águas provenientes das instalações sanitárias, balneários, cozinhas, sistemas de AVAC, laboratórios, lavandarias e centrais técnicas. A drenagem pode ser executada de três formas diferentes, sendo elas:

- Drenagem gravítica, em que o escoamento das águas é feito exclusivamente por ação gravítica.
- Drenagem com elevação, onde se recorre a meios mecânicos para elevar as águas a escoar para um nível superior onde se encontra o coletor público.
- Sistema misto de drenagem, onde parte do edifício é drenada de forma gravítica e outra parte, normalmente a uma cota inferior, é drenado com o recurso a mecanismos de elevação.

As redes de drenagem de águas residuais são constituídas por:

- Ramais de descarga, canalização destinada a transportar as descargas dos dispositivos e equipamentos de utilização dos ocupantes para o coletor predial ou tubo de queda se for o caso.
- Ramal de ventilação, canalização destinada a assegurar o fecho hídrico dos sifões, sempre que se verifique necessário.
- Tubo de queda, canalização destinada a aglutinar em si as descargas dos pisos mais elevados e encaminha-las até aos coletores prediais.

- Colunas de ventilação, destinada a completar a ventilação feita pelos tubos de queda, feita através do prolongamento dos tubos de queda até ao exterior da habitação.
- Coletores prediais, canalização destinada a transportar e encaminhar as águas provenientes dos tubos de queda e dos ramais de descarga até ao ramal de ligação.
- Ramal de ligação, canalização que faz a ligação entre a caixa ramal de ligação e o coletor público.
- Acessórios, dispositivos a intercalar no sistema de modo a possibilitar ações de manutenção, conservação e limpeza, garantindo as condições de habitabilidade dos espaços ocupados, muito vulgar o uso de tampas de varejamento assim como acessórios de ligação das tubagens.

Aquando do dimensionamento e instalação deste tipo de redes deve ter-se especial atenção a fatores que podem influenciar o nível de conforto e qualidade destas instalações, como é o caso de: coeficientes de simultaneidade, ruídos, acessibilidades dos sistemas e odores.

Alguns cuidados a ter com a instalação e utilização deste tipo de redes são:

- Todos os ramais individuais deverão cumprir os diâmetros mínimos estipulados regulamentarmente para cada aparelho;
- Os ramais de descarga (troços horizontais) devem possuir inclinações compreendidas entre 1% e 4% (10 a 40 *mm/m*), sendo que o recomendado é uma inclinação superior a 2%;
- Os diâmetros dos tubos de queda da rede não podem ser inferiores ao maior diâmetro dos ramais de descarga individuais que nele confluam, com um mínimo de 50 *mm*;
- Sempre que necessário que as redes de drenagem de águas residuais possuam ventilação primária, esta é obtida através do prolongamento dos tubos de queda até á sua abertura na atmosfera, mantendo o mesmo diâmetro e independentes de qualquer outro sistema do edifício;
- Os coletores não podem ter diâmetro inferior ao maior diâmetro das tubagens que nele confluem, com um mínimo de 100 *mm*;
- As inclinações dos coletores devem estar entre 1% e 4% para coletores suspensos e, ser superiores a 2% para coletores enterrados;

- Manter distância mínima de cerca de 1 metro, em projeção horizontal, entre as canalizações de águas e esgotos na instalação de tubagens enterradas, exceto se forem tomadas medidas de proteção adequadas, como é o caso de encamisamento e revestimentos das tubagens e abastecimento;
- As canalizações instaladas à vista ou visitáveis devem ser identificadas de acordo com a natureza das águas que transportam;
- As redes de drenagem nunca podem ser embutidas em elementos estruturais ou instaladas em zonas de acesso difícil;
- O afastamento máximo entre camaras de inspeção ou bocas de limpeza de uma rede nunca deverá exceder os 15 metros;

c) Rede de drenagem de águas Pluviais

As redes de águas pluviais destina-se a drenarem as águas provenientes da chuva, da rega de jardins, lavagem de arruamentos, parques de estacionamento e pátios, circuitos de refrigeração e instalações de aquecimento, piscinas e depósitos de armazenamento e drenagem do subsolo.

As redes de drenagem de águas Pluviais são constituídas por:

- Caleiras e algerozes, que são dispositivos de recolha destinados a conduzir as águas para ramais de descarga ou tubos de queda.
- Ramais de descarga
- Tubos de queda
- Coletores prediais
- Colunas de ventilação, canalização destinada a ventilar poços de bombagem.
- Ramal de ligação
- Acessórios

Os processos de drenagem são os mesmos que se utilizam na drenagem de águas residuais, contando com que têm de ser separativos.

Deve ter-se especial atenção para o caso da drenagem de águas de centrais com caldeiras uma vez que devem ser instaladas câmaras de arrefecimento para arrefecer o esgoto á saída das caldeiras, uma vez que a rede, por uma questão económica, é dimensionada para drenar águas

“frias”. As curvas e junções devem ter bocas de limpeza de fácil acesso para permitir uma correta manutenção das redes.

Alguns cuidados a ter com a instalação e utilização deste tipo de redes são:

- Está vedada a possibilidade de qualquer ligação entre a rede predial de distribuição de água e a rede de drenagem de águas pluviais, como forma de garantir a não contaminação das águas distribuída;
- Deverá adotar-se os percursos de menores dimensões, mas que garantam o correto funcionamento da rede, conduzindo a custos mais baixos, e menores tempos de retenção da água nas tubagens;
- Em caso algum se deverão desenvolver sob elementos de fundação, em zonas de acesso difícil e embutidas em elementos estruturais;
- Na necessidade de atravessamento de elementos estruturais deve ficar garantida a sua não ligação rígida a estes elementos, através da interposição entre ambos de um material resiliente;
- Estas tubagens podem ser instaladas à vista, embutidas, em caleiras, enterradas, em galerias ou tetos falsos;
- A inclinação de caleiras e algerozes deve oscilar entre 2 e 15 *mm/m*, sendo recomendada a adoção de valores compreendidos entre 5 e 10 *mm/m*.
- As inclinações dos ramais de descarga não deverão ser inferiores a 5 *mm/m* (0,5%), sendo aconselhado variarem entre 1% e 4%;
- Os diâmetros dos tubos de queda da rede não podem ser inferiores ao maior diâmetro dos ramais de descarga individuais que nele confluam, com um mínimo de 50 *mm*;
- Os coletores não podem ter diâmetro inferior ao maior diâmetro das tubagens que nele confluem, com um mínimo de 100 *mm*;
- As inclinações dos coletores devem estar entre 1% e 4% para coletores suspensos e, ser superiores a 2% para coletores enterrados;

3.1.4. Outras Instalações

Com o decorrer do tempo e a crescente e constante inovação tecnológica também os requisitos de conforto e segurança foram evoluindo com o intuito de criar melhores condições de conforto e segurança para os ocupantes dos edifícios, que são cada vez mais complexos e equipados. Esta crescente evolução levou à criação de novos mecanismos e sistemas que também se integram nas especialidades de MEP, e tem vindo a ser integradas e implantadas na maior parte dos edifícios modernos, como é o caso de: Sistemas de Segurança contra Incêndios, Redes de Gás e Instalações de Comunicações (ITED).

a) SCIE (Segurança Contra Incêndios em Edifícios)

O sistema de segurança contra incêndios de um edifício deve estar em conformidade com o DL 220/2008, de 12 de Novembro e ainda com a Portaria nº 1532/2008, 29 de Dezembro.

Apesar de diferentes riscos, originados pelos diferentes usos que caracterizam cada edifício, todos os edifícios de comércio e serviços devem ter meios de 1ª intervenção de combate a incêndios apropriados para uma primeira e rápida intervenção em caso de incêndio, sendo eles:

- Extintores portáteis e móveis.
- Redes de incêndio armada tipo carretel, para que a sua utilização seja facilitada as redes tipo carretel devem cobrir todas as áreas de forma a garantir a cobertura em todos os pontos de intervenção.

Devem também ser dispostos, de acordo com o regulamento, bocas e marcos de incêndio para abastecimento das viaturas de socorro e dos intervenientes na 1ª intervenção uma vez que são sistemas muito eficazes de combate a incêndios e altamente eficazes na sua extinção numa fase inicial. Para além dos meios de 1ª intervenção está também prevista a instalação de meios de 2ª intervenção, denominados redes secas ou húmidas, que se destinam apenas à utilização pelos bombeiros ou corpos de intervenção especializados.

Para além destes mecanismos, os edifícios de utilização pública, à exceção dos hospitais que não tem imposição legislativa para tal, devem ainda estar munidos de sistemas de extinção automática de incêndios através de Splinkers, que são alimentados por grupos de incêndio instalados nos edifícios. Splinkers são sistemas fixos de extinção automática de incêndios

através de aspersores que permitem a extinção dos incêndios ainda em fase inicial, podem ser de vários tipos: pendentes, ascendentes e de paredes.

Alguns cuidados a ter com a instalação e utilização deste tipo de sistemas são:

- O regulamento exige uma pressão dinâmica mínima nas bocas de incendio armadas tipo carretel de 250 *kPa*, e 350 *kPa* para as bocas de incendio armadas tipo teatro;
- No caso dos Splinkers, as pressões mínimas e máximas da rede dependem do modelo selecionado, no entanto os valores mais usuais encontram-se entre 50 e 1200 *kPa*, para a mínima e máxima respetivamente;
- No caso de redes de segurança contra incêndios não existe limitação da velocidade do fluido nas tubagens, ao contrário da rede de abastecimento dos edifícios;
- As vias devem possibilitar o estacionamento dos veículos de socorro a uma distancia não superior a 30 metros de, pelo menos, uma das saídas do edifício que faça parte dos seus caminhos de evacuação;
- As vias de acesso devem permitir o estacionamento das viaturas de socorro junto às fachadas acessíveis;
- A passagem de canalizações ou condutas através de elementos de construção resistentes ao fogo não deve por em causa essa resistência ao fogo, sendo que, nos atravessamentos, as canalizações devem ser seladas ou ter registos resistentes ao fogo;
- As medidas de autoproteção aplicam-se a todos os edifícios e recintos destinados á utilização pública em geral, incluindo os existentes á data de entrada em vigor do regime jurídico de SCIE.

b) Redes de Gás

As instalações de gás são as mais exigentes no que concerne à segurança, devido ao risco que representam no caso de mau funcionamento ou fuga para a segurança dos ocupantes, e não só. Encontram-se abrangidas pelo regulamento técnico relativo ao projeto, construção, exploração e manutenção das instalações de gás combustível canalizado em edifícios, Portaria 361/98 de 26 de Junho, DL 521/98, P 690/01. Regulamento técnico relativo ao projeto, construção, exploração e manutenção de redes de distribuição de gases combustíveis, Portaria 396/94. Devem ainda ser tidas em conta as recomendações da empresa distribuidora de gás.

As instalações de gás combustível servem normalmente para alimentar os equipamentos que funcionam através da combustão deste material, sendo normalmente: caldeiras de aquecimento de águas sanitárias e/ou aquecimento das habitações, assim como eletrodomésticos de cozinhas, lavandarias ou laboratórios.

Todas as instalações de gás devem ser instaladas á vista, em canaletes próprios ou embebidas (em roços), se estiver destinada a sua instalação em tetos falsos deve estar garantida a ventilação dos mesmos.

De acordo com o Artigo 5º do Capítulo I do Regulamento Técnico Relativo ao Projeto, Construção, Exploração e Manutenção de redes de distribuição de gases combustíveis:

- 1- Todos os componentes devem ser fabricados com materiais que garantam condições de funcionamento e segurança adequadas à sua utilização e que obedeçam aos requisitos das normas aplicáveis.
- 2- Devem ser tidas em conta as solicitações mecânicas possíveis e os efeitos químicos, internos e externos, sempre que haja ligação de tubagens de diferentes materiais.
- 3- Os materiais admitidos para a execução das redes de distribuição são:
 - a) Tubos de aço, conforme o previsto no capítulo II;
 - b) Tubos de cobre conformes com a NP-1638;
 - c) Tubos de polietileno, de acordo com o disposto no capítulo III.

Alguns cuidados a ter com a instalação e utilização deste tipo de instalações são:

- As tubagens de gás devem ser implantadas em locais em que não sofram o efeito de vibrações, cargas rolantes, etc.;
- Devem manter-se a uma distância sempre superior a: 0,2 metros das tubagens de água, cabos elétricos, telefónicos e similares; 0,5 metros das redes de esgotos e devem ser isolados para que a sua temperatura nunca exceda os 20°C;
- Em todo o seu percurso, a tubagem enterrada ficará assinalada com uma banda avisadora de cor amarela, contendo a indicação “**Atenção Gás**”, colocada a 0,3 metros acima da geratriz superior da tubagem;
- Relativamente às tubagens embebidas estas não deverão ficar situadas a mais de 0,2 metros do teto ou dos elementos da estrutura resistente do edifício, e deverão ter um recobrimento mínimo de 2 centímetros de espessura;

c) ITED

“O objetivo fundamental no dimensionamento de uma rede de infraestruturas de telecomunicações, televisão, radiodifusão e informática num edifício de habitação é distribuir os seus sinais desde o seu ponto mais longínquo até à entrada do edifício garantindo estes sinais com um bom índice de qualidade nesse ponto, existindo sempre a hipótese de num futuro próximo adaptar estas instalações a novas tecnologias sem a necessidade de alterar as instalações existentes” (Top-Informática, 2014).

As infraestruturas de telecomunicações em edifícios (ITED) são constituídas por espaços, redes de tubagens, redes de cablagens, restante equipamento e material tais como conetores, tomadas e outros dispositivos.

Ainda de acordo com a informação do autor, a introdução de fibra ótica nas redes de telecomunicações eletrónicas e acesso marcará um ponto de viragem no setor das comunicações eletrónicas e uma alteração profunda no paradigma regulamentar do setor. Desde o dia 1 de Janeiro de 2010 é obrigatório que todos os projetos de telecomunicações de edifícios sejam realizados de acordo com o novo regime ITED. Ao criar as condições que facilitam a existência de banda larga nos novos edifícios, o regime ITED promove a concorrência entre operadores e a atualização tecnológica do sector das comunicações.

Alguns cuidados a ter com a instalação e utilização deste tipo de instalações são:

- A rede de tubagens de um edifício deve ficar, preferencialmente, embebida nas paredes, podendo em casos específicos a tubagem ficar á vista ou em calhas técnicas;
- O percurso da tubagem deve ser, tanto quanto possível, retilíneo, horizontal ou vertical;
- O comprimento máximo dos tubos entre duas caixas deve ser de 12 m, quando o percurso for retilíneo o horizontal;
- Admite-se para cada troço de tubo, a execução de um máximo de duas curvas e, cada curva diminuirá o comprimento do troço em 2 m;
- As tubagens devem ser instaladas de forma a garantirem distâncias mínimas de 50 mm para pontos de cruzamento e 200 mm para percursos paralelos, relativamente a canalizações metálicas, nomeadamente de gás e água.

d) Redes de processamento

Em casos específicos e de acordo com o tipo de construção e a finalidade a que se destina pode haver a necessidade da criação de redes adicionais para a drenagem e armazenamento de resíduos perigosos e/ou nocivos para o ambiente ou ser humano que necessitam de ser tratados e reciclados, este tipo de instalações é muito frequente em hospitais e edifícios industriais que trabalham com materiais perigosos.

e) Instalações de transporte de cargas e pessoas

As instalações de transporte de cargas e pessoas podem ser divididas em duas categorias diferentes, que podem ser identificadas como sendo:

- Instalações de elevadores;
- Instalações de escadas ou tapetes rolantes.

Sendo que, para cada um dos grupos anteriormente referidos existem diversos tipos de equipamentos standardizados e ambos devem assegurar a fluidez do tráfego em condições de conforto e segurança e os seus requisitos de dimensionamento deverão sempre ser validados pelo fornecedor, uma vez que para equipamentos com a mesma especificação técnica poderá existir requisitos diferentes.

3.2. SOFTWARES DE VERIFICAÇÃO DE MODELOS

Este parágrafo destina-se exclusivamente à apresentação de dois softwares de verificação de modelos atualmente existentes no mercado, que serão utilizados para a realização deste trabalho, e que são de grande importância para a metodologia BIM pois facilitam em muito a coordenação e compatibilização de projetos. Essas ferramentas são o Solibri Model Checker e o Autodesk NavisWorks.

3.2.1. Solibri Model Checker (SMC)

A empresa Solibri foi fundada em 1999, com o intuito de melhorar a qualidade dos BIM, no sentido da verificação e compatibilização de projetos, e tornar todo o processo mais produtivo,

ao criar um software que seja mais consistente, fácil de utilizar e proveitoso em termos económicos (Alves & et al, 2012).

De acordo com Solibri (2015) existem três tipos de produtos na Solibri, mas devido ao curto espaço de tempo para realização das tarefas e foco nos objetivos específicos da dissertação apenas será utilizado e, conseqüentemente, analisado o SMC, sendo eles:

- IFC Optimizer
- Model Viewer
- Model Checker (SMC)

Dos softwares Solibri aqui apresentados apenas o Model Checker é um Software pago, o IFC Optimizer e o Model Viewer são aplicações grátis e livres para qualquer utilizador.

De acordo com CADENCE (2002) a empresa Finlandesa Solibri Inc. desenvolveu uma ferramenta para a verificação de modelos de construção no domínio da Indústria AEC. A função do Solibri Model Checker (SMC) é descobrir potenciais problemas, conflitos ou violações de código de projeto do modelo. Este processo é muito mais complexo do que um corretor ortográfico, uma vez que o próprio modelo tem que ser capaz de incorporar um certo nível de inteligência e semântica de construção, de modo a que o software seja capaz de interpretar, analisar e, posteriormente, apontar e identificar eventuais erros no modelo. O SMC trabalha principalmente com modelos fornecidos no formato IFC, uma vez que é um formato livre e também considerado o formato standard/padrão do BIM, permitindo assim a interoperabilidade entre os softwares de desenho em que são realizados os modelos relativos aos projetos de especialidade. Também é capaz de importar o formato DWG, mas com maiores limitações relativamente ao IFC, pois a qualidade da importação é muito inferior, derivada da perda de informação relevante.

“O SMC é uma ferramenta para “correção ortográfica de projetos” de um modelo de construção, que deteta possíveis problemas, conflitos ou violações de código de design, garantindo a integridade do modelo para a fase de construção.” (CADENCE, 2002).

De acordo com Alves *et al.* (2012) o SMC permite ao utilizador obter uma visualização em Raio-X e aceder a qualquer problema diretamente na sua fonte, possibilitando uma correção eficaz do erro, para além de permitir uma análise da situação propondo melhorar o design do trabalho e a produtividade no geral.

Segundo Sacramento (2013) o SMC é uma plataforma Java que lê arquivos IFC e executa operações como detecção de sobreposições entre geometrias, convenções de nomes e atributos, verificação de um conjunto predefinido de regras englobando acessibilidade, comparação entre os espaços desejados e os espaços encontrados no modelo de edifício, verificação do comprimento das rotas de fuga em caso de incêndio, etc.

O SMC é uma solução de software BIM de controlo de qualidade, que analisa os modelos de informações de edifícios e os projetos arquitetónicos e de engenharia na ótica da integridade, qualidade e segurança física. Além disso o SMC inclui funcionalidades para extração de informações, analisando e extraíndo a informação disponível nos modelos BIM. O SMC tem como meta atingir zero erros de projeto, produzindo redução de custos em projetos de construção, e resultando numa mais eficaz modelagem e controlo de qualidade. Com um único clique do rato, o sistema analisa o modelo de informações de edifícios e revela falhas potenciais e fragilidades do projeto, destaca os componentes conflitantes e verifica que o modelo está de acordo com os requisitos BIM e as melhores práticas da organização (Graphisoft, 2015).

De acordo com Rendeiro (2013) o SMC é aplicável a praticamente qualquer pessoa que gera ou usa modelos BIM, como é o caso de: arquitetos, engenheiros MEP, engenheiros estruturais, empreiteiros e clientes. Em arquitetura pode, por exemplo, ser utilizado para a Garantia da qualidade interna verificando se os modelos são sólidos e se a conceção está em conformidade com as exigências de construção. No caso dos empreiteiros, podem utilizar o software para validar cada modelo de projeto de terceiros que recebe. O coordenador de projeto pode utilizá-lo para coordenar todos os projetos de especialidades no modelo BIM, de acordo com os protocolos BIM criados para o projeto assim como para verificar incompatibilidades ou falta de componentes dos mesmos.

A nível de interoperabilidade, o SMC comunica com outros softwares através do formato IFC, que permite importar os ficheiros, provenientes de softwares CAD, para o SMC e, posteriormente, salvá-los no formato nativo do SMC. Os utilizadores ArchiCAD têm um atalho útil que permite exportar diretamente ficheiros do ArchiCAD para SMC, mas cujos planos da Solibri são estender este tipo de interface direta com outros softwares CAD da indústria.

O SMC comunica diretamente com o modelo no formato IFC, mas recupera apenas os objetos que precisa, ou seja, os objetos mapeados para as regras de acessibilidade (Greenwood & et al, 2010). O SMC tem a vantagem de um motor de modelação 3D poderoso que, combinado com

a capacidade de ler diretamente o formato IFC permite a visualização clara das incompatibilidades encontradas.

A interface do SMC é nitidamente dividida em duas partes principais, em que uma é a janela de verificação do modelo, principalmente textual, onde se podem ver informações básicas sobre o modelo, as restrições para as quais o modelo será verificado, análise e relato dos resultados obtidos. A outra parte da sua interface é a janela de visualização, onde se pode verificar o modelo em ambiente 3D a partir de diferentes ângulos de visão, ou mesmo navegar no modelo e ainda ver os resultados da verificação do modelo em ambiente 3D.

Segundo CADENCE (2002) os critérios ou restrições específicas para os quais o SMC irá correr uma verificação estão definidos no software. Algumas dessas restrições são relativamente simples e básicas, como é o caso de lidar com dimensões-chave e outras componentes dos objetos da construção. Outras relações são mais sofisticadas, como lidar com inter-relações entre os componentes, como interseções, cruzamentos, sobreposições e associações. Relativamente a restrições individuais são criadas e fornecidas pela Solibri ou um parceiro autorizado, e tem parâmetros que o utilizador pode configurar de acordo com o pretendido. Em que o utilizador pode especificar espessuras mínimas, comprimentos e alturas de paredes, rácios de áreas de janelas para áreas de pavimentos desses espaços, distância máxima permitida de qualquer espaço para a saída mais próxima durante a verificação de saídas de evacuação em caso de emergência.

O SMC é único na Indústria AEC, o que é surpreendente, considerando a importância da informação em modelos BIM. Apoia o modelo de coordenação, o modelo de navegação e deteção de conflitos que também estão disponíveis em aplicações como NavisWorks, Tekla BIMsight e Bentley Navigator. Mas o seu verdadeiro poder reside na sua capacidade de validar os dados mantidos no modelo (Rendeiro, Solibri Model Checker, 2013). Pode também ser utilizado para a estimativa de custos e quantificações, agendamento 4D entre muitas outras aplicações e potencialidades.

3.2.2. Autodesk NavisWorks (NW)

O software Autodesk Navisworks (NW) é comercializado pela empresa Autodesk desde 2007. Trata-se de um software de análise para coordenação de projetos 3D, planeamento 4D, renderização foto-realística e publicação PDF (Bortolotto, 2014).

Os recursos do Navisworks permitem que os profissionais da Indústria AEC realizem a coordenação, simulação da construção e análise de todo o projeto para revisão de projetos integrados. O software possui ferramentas avançadas para simular e otimizar o cronograma, identificar e coordenar conflitos e interferências, colaborar e ter uma percepção dos potenciais problemas dos modelos (Verônica, 2014).

De acordo com Rendeiro (2013) o Autodesk Navisworks consiste em três produtos que ajuda toda a equipa de trabalho a ter mais controlo, colaboração e agregação de informação em todos os projetos, incluindo os mais complexos, sendo eles:

- Autodesk Navisworks Manage
- Autodesk Navisworks Simulate
- Autodesk Navisworks Freedom

Neste trabalho específico será utilizado o Navisworks Manage pois é o único que permite realizar deteção de conflitos, que é um dos objetivos do trabalho, e por sua vez, também a deteção de conflitos é o motivo da utilização do software.

De acordo com Antunes (2013) a função mais popular do NW é a deteção de erros e omissões, uma vez que é capaz de detetar todos os pontos em que partes do modelo colidem entre si, ocupando o mesmo espaço. Outra funcionalidade é a função *Timeliner* para a análise da calendarização da construção.

Uma vantagem do NW relativamente ao SMC é que, para além de ter os seus próprios formatos nativos, tem também a capacidade de ler a grande maioria dos formatos nativos dos principais softwares CAD 3D, inclusive os softwares BIM que foram anteriormente apresentados (Autodesk Inc, 2014)

De acordo com Cardial (2014) o NW aceita mais de 30 formatos de ficheiro nativos de outros softwares e ainda melhora a apresentação desses mesmos ficheiros, tornando mais simples a

navegação 3D porque reduz o tamanho dos arquivos e retirando o que não é relevante no modelo para o efeito que aqui se pretende tratar.

CAPÍTULO 4

4. CASO DE ESTUDO (HOSPITAL)¹

Neste capítulo irá realizar-se uma análise e estudo do modelo BIM de um hospital tendo em vista a identificação e, posterior apresentação de soluções para resolver os conflitos/erros de projeto identificados, que colocam em causa o correto funcionamento das respetivas instalações e, que em caso de, esses mesmos erros, serem identificados apenas em fase de construção iriam originar retrabalhos acrescidos e derrapagens orçamentais e de prazos de construção para além

¹ **Por razões de exigência de confidencialidade, o caso de estudo aqui apresentado e analisado será mantido no anonimato, apresentando-se apenas partes e imagens objetivas para identificar os erros encontrados e que não colocam em causa a confidencialidade do mesmo.**

de possíveis alterações ao projeto inicial, que por vezes colocam em causa a utilização dessas instalações para o fim para que foram projetadas.

As infraestruturas de saúde e, em especial os hospitais, caracterizam-se pela necessidade intensiva e contínua de todas as suas valências a funcionar em pleno, durante todos os dias do ano, para garantir os serviços de atendimento dos milhares de utentes que recorrem aos seus serviços. Como tal, a necessidade de realização de um trabalho rigoroso e de excelência neste tipo de instalações é acrescida, derivado do tipo de utilização e complexidade que o edifício apresenta em geral, de forma a garantir o seu correto funcionamento durante a vida útil do mesmo.

Derivado da complexidade do caso de estudo em questão, devido às inúmeras especialidades que o constituem, e ao curto espaço de tempo para realização do trabalho, as especialidades que irão ser analisadas serão unicamente as referentes ao MEP, mais concretamente as redes de AVAC, elétricas e hidráulicas, anteriormente introduzidas.

A realização deste caso de estudo será dividida em duas fases distintas, que consistem no seguinte:

1ª Fase – Verificação e análise do modelo

A primeira fase deste processo consistirá na realização de uma análise do modelo, com o recurso às ferramentas de verificação de modelos Solibri Model Checker (SMC) e NavisWorks Manage (NW), para identificação dos conflitos entre as especialidades MEP e outros erros ou incumprimentos legislativos que coloquem em risco o bom funcionamento do projeto durante a sua utilização, como é o caso de aproximações entre condutas e distâncias mínimas entre elementos de diferentes especialidades. Para além disso serão também identificados os responsáveis que, num caso de compatibilização de projetos, teriam de proceder à correção/proposta de alternativas para dissecar o problema.

A utilização destes dois softwares de análise e compatibilização de modelos é meramente para apresentação dos dois softwares mais utilizados para o efeito, bem como, testar o desempenho de cada um na análise do modelo.

2ª Fase - Soluções de resolução dos problemas encontrados

A segunda fase do trabalho consistirá em analisar e apresentar soluções que permitam resolver, de forma eficaz, os conflitos e incompatibilidades identificados na primeira fase do mesmo, com recurso a ferramentas de modelação, como é o caso dos softwares anteriormente analisados (ArchiCAD, Revit, DDS-CAD, MicroStation, AECOSim Building Designer e CypeCAD).

4.1. ENQUADRAMENTO DO CASO DE ESTUDO

O caso de estudo em questão diz respeito a um modelo BIM de um projeto de MEP, para licenciamento, de um edifício hospitalar que virá a ser construído em Portugal.

O modelo que permitiu realizar e que foi a base de todo este trabalho foi fornecido em suporte digital e num modelo CAD 3D, desenvolvido no software ArchiCAD, na versão 16 do mesmo. Como se trata de um projeto a executar em território nacional, o modelo foi desenvolvido de acordo com as imposições legislativas do nosso país.

O estado de desenvolvimento do processo construtivo do caso de estudo aquando da realização do presente trabalho encontrava-se aprovado para construção mas com o arranque da mesma suspenso, por razões desconhecidas e alheias ao desenvolvimento deste trabalho.

4.2. VERIFICAÇÃO E ANÁLISE DO MODELO (1ª FASE)

Para a realização desta verificação ao modelo, e como se trata de uma verificação às especialidades do edifício, o papel de verificação escolhido para o software SMC foi “BIM Validation – MEP” que contém uma conjunto de regras e verificações específicas para as especialidades em questão, para além das interseções e colisões existentes entre elementos do modelo.

Na Figura 18 encontra-se uma tabela resumida apresentada pelo software com a quantificação dos erros encontrados, de acordo com o grau de severidade dos mesmos.

Issue Count	21598	7267	0	0	0
Issue Density	16635	5597	0	0	0

Figura 18 - Quantificação dos erros na verificação realizada no SMC

Fonte: SMC (Caso de Estudo)

Por razões de organização do texto e informação contida, e relevante para o trabalho desenvolvido, no ANEXO II encontram-se os resultados obtidos pela verificação e análise do modelo, assim como, a quantificação dos conflitos encontrados pelo SMC, devidamente classificados de acordo com a sua importância, como severos, moderados ou pouco severos.

Da mesma forma, no ANEXO III apresenta-se a lista de incompatibilidades devidamente identificadas e caracterizadas para posterior correção, gerada no SMC.

Os resultados obtidos na verificação realizada no software NavisWorks encontram-se resumidos na Figura 19, onde se apresenta a quantificação dos conflitos existentes no modelo de acordo com o tipo de verificação que o software é capaz de fazer. A figura apresenta os quatro tipos de verificação por conflitos que o software é capaz de realizar apenas a título exemplificativo pois para a realização deste trabalho apenas se considerou a verificação do tipo “Hard”, uma vez que faz uma verificação mais “racional” aos erros existentes no projeto e mais severos no contexto funcional das instalações.

Name	Status	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved
Hard	Old	21238	21238	0	0	0	0
hard conser	Old	61895	61895	0	0	0	0
clearance	Old	163894	163894	0	0	0	0
Duplicates	Old	16061	16061	0	0	0	0

Figura 19 - Quantificação de conflitos no NW

Fonte: NW (Caso de Estudo)

De forma análoga à informação extraída do software SMC, no ANEXO IV encontra-se a quantificação dos conflitos encontrados pelo NW, detetados na verificação do modelo, assim como uma lista de alguns tipos de incompatibilidades existentes no modelo e devidamente identificadas e assinaladas para correção.

4.3. SOLUÇÕES DE RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS ENCONTRADOS (2ª FASE)

Devido à extensa lista de erros e incompatibilidades identificadas pelos softwares apenas serão apresentadas algumas soluções, para um grupo de erros também identificado e assinalado, referido no subcapítulo anterior. Estes erros assinalados são referentes a cada tipo de colisão verificado, uma vez que a maioria é semelhante e é possível agrupá-los de acordo com o tipo de erro/conflito cujo método de resolução é o mesmo.

A resolução dos conflitos identificados e apresentados para tratamento e resolução será efetuada por fases distintas, mas cuja separação por fases para resolução foi meramente a título organizacional por parte do autor. As respetivas fases consistem em identificar, inicialmente, as especialidades intervenientes no conflito e definir prioridades dos sistemas, e desta forma decidir-se qual deverá ser alterada/corrigida, para posteriormente se proceder á correção física num software de modelação, garantindo a funcionalidade de todos os sistemas.

Para melhorar e otimizar a resolução e apresentação de soluções corretivas das colisões apresentadas, irão agrupar-se de acordo com o tipo de erro e especialidades envolvidas no conflito.

De salientar que as listas de conflitos extraídas dos softwares SMC e NW para correção, estão contempladas nos anexos III e IV, respetivamente.

Após um estudo e análise das listas de erros extraídas dos softwares SMC e NW, os conflitos foram agrupados de acordo com o tipo a categoria em que se inserem e especialidades intervenientes, desta forma obteve-se um conjunto de 19 tipos de conflitos diferentes, sendo os mais frequentes no modelo analisado, e que tenderão a ser os mais frequentes nos modelos de MEP, enumerados na Tabela 4, conjuntos estes que serão de seguida apresentados e analisados juntamente com algumas soluções de resolução para cada tipo.

Tabela 4 - Enumeração dos tipos de conflitos

Número	Tipo de Conflito
a)	Duplicação de objetos nas redes de especialidades
b)	Alinhamento indevido dos elementos que constituem uma rede
c)	Ligação deficiente de elementos da mesma rede
d)	Ausência de aberturas de ventilação de espaços nas condutas AVAC
e)	Colisão entre elementos da mesma especialidade mas redes diferentes
f)	Colisão entre Rede AVAC e Rede Residual (esgotos)
g)	Colisão entre Rede de Desenfumagem e Rede de Insuflação
h)	Colisão entre Redes de Extração e Redes de Insuflação
i)	Colisão entre Equipamentos e Condutas da mesma Rede
j)	Colisão entre Rede de Desenfumagem e Rede de Extração
k)	Colisão entre Rede de Desenfumagem e Rede de Retorno
l)	Colisão entre Rede de Insuflação e Rede de Retorno
m)	Colisão entre Rede de Extração e Rede de Retorno
n)	Colisão entre Rede Elétrica e Rede AVAC
o)	Colisão entre Rede AVAC e Rede Pluvial
p)	Colisão entre Rede Elétrica e Rede de Abastecimento de águas
q)	Colisão entre Rede de Abastecimento de águas e Rede AVAC
r)	Colisão entre Rede Residual e Rede Pluvial
s)	Colisão entre Rede Residual e Rede Elétrica

De seguida encontram-se enumerados e enunciados os tipos de conflito verificados, com a respetiva descrição do problema, possíveis causas de origem e proposta de ação de correção.

Um aspeto importante, para permitir ao leitor perceber mais rapidamente em que softwares foi assinalado o erro a ser tratado, é que todos os erros denominados “conflitos” dizem respeito aos erros assinalados no software SMC, por sua vez, todos os erros denominados “clash” foram assinalados no software NW.

a) Duplicação de objetos nas redes de especialidades

Descrição do tipo de Problema:

Este tipo de conflito é originado pela duplicação e sobreposição de elementos aquando da modelação de uma rede/modelo, são originados pela inserção de dois componentes sobrepostos no mesmo troço.

Este conflito é de grande importância pois, se não for corrigido e, se se recorrer às ferramentas de extração de quantidades (QTO), disponíveis na maioria dos softwares BIM, os resultados extraídos não serão fiáveis e poderão levar a erros graves na utilização dessa informação para orçamentação e gestão e coordenação de obra pois levará a gastos desnecessários de material.

Identificação dos conflitos:

Os conflitos deste tipo assinalados para resolução com recurso à ferramenta de verificação SMC estão identificados, no respetivo anexo, com os números: 1, 2, 10, 13 e 15.

Na verificação efetuada pelo software NW, e na lista de conflitos daí extraída, os conflitos deste tipo são identificados, no respetivo anexo, como: Clash 49.

Método de Resolução:

A resolução deste tipo de problema consiste em identificar todos os elementos duplicados num modelo, independentemente da especialidade e, eliminar o duplicado para que o modelo não contenha elementos desnecessários, que apenas inviabilizam a extração de quantidades de um modelo e originam erros na posterior utilização dessa informação.

Resolução de conflitos:

Conflito nº 2 – Ducto de desenfumagem duplicado

Este conflito encontra-se situado no piso -1 do edifício do caso de estudo em questão e diz respeito á duplicação de um elemento da rede de desenfumagem do mesmo, como se pode verificar na Figura 20.

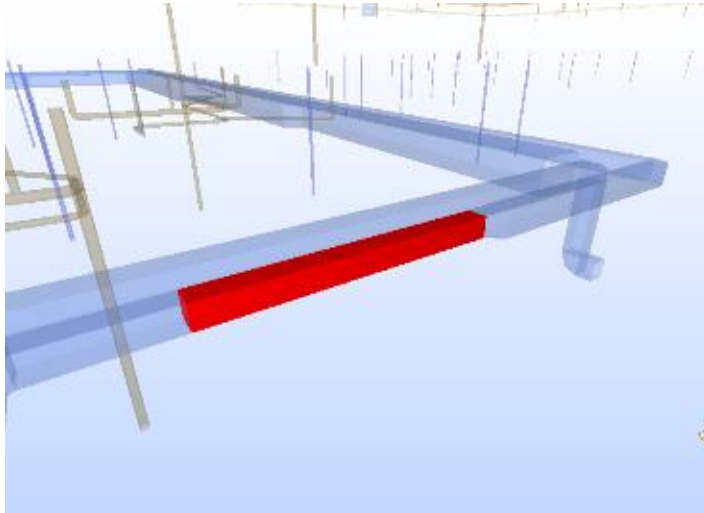


Figura 20 - Duplicação de elementos

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Como se pode verificar na Figura 21, existem múltiplos elementos de conduta sobrepostos no mesmo trecho, como faz referência a janela informativa do ArchiCAD.

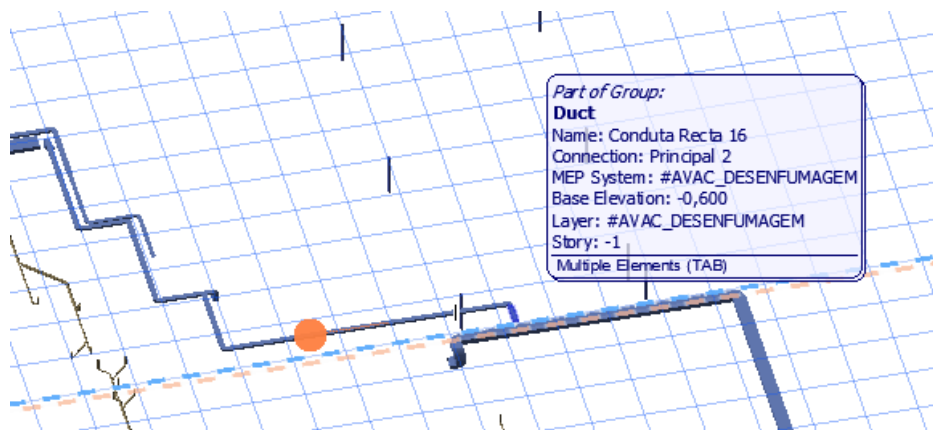


Figura 21 - Correção conflito n° 2

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Para resolução deste conflito, e como já foi referido anteriormente, identificam-se os trechos onde existem elementos duplicados e procede-se á eliminação dos mesmos para otimizar os modelos e a fiabilidade dos mesmos.

Problemas com resolução semelhante ao conflito n° 2:

No SMC, conflitos n°: 1, 13 e 15

No NW, clash n°: 49

Conflito n° 10 – Ligação indevida e acessórios inseridos a mais na rede

Este conflito foi assinalado para correção com o intuito de alertar para a introdução de elementos desnecessários, neste caso na modelação da rede, mas também pode ocorrer na montagem da mesma, como se pode verificar na Figura 22.

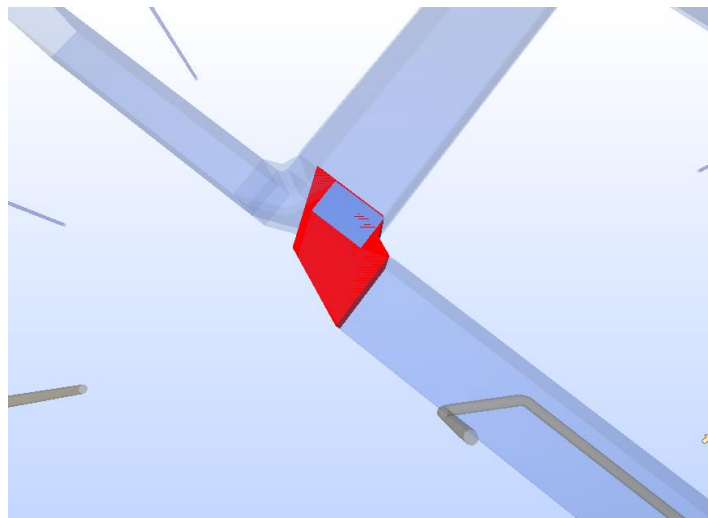


Figura 22 - Duplicação de elementos e inserção de peças a mais no modelo

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Neste caso específico pode verificar-se também outro conflito na imagem, relativo à ligação deficiente da derivação de conduta, mas uma vez que diz respeito a outro tipo de conflito será analisado no respetivo paragrafo mais adiante.

Uma vez que este conflito corresponde à existência de peças a mais no modelo, a sua resolução é semelhante à dos conflitos apresentados anteriormente, pois consiste em eliminar essas mesmas peças do modelo.

b) Alinhamento indevido dos elementos que constituem uma rede

Descrição do tipo de Problema:

Este tipo de conflito é assinalado pelo software quando faz uma análise de fluxo nas redes existentes e em que esses elementos da rede não estão devidamente alinhados e colidem entre si ou impedem a correta ligação entre os elementos dessa rede, originados por erros de modelação em caso virtual ou erros da montagem em caso real.

Identificação dos conflitos:

No SMC, conflitos nº: 3, 4, 6, 7, 11 e 20.

No NW: nenhum conflito assinalado para resolução.

Método de Resolução:

Por vezes existe um alinhamento deficiente dos elementos de uma rede, como se pode verificar no conflito nº 3, que provocam conflitos com outras redes e problemas para a ligação dos elementos dessa mesma rede e que são originados por erros aquando da modelação ou montagem que provocam desvios do alinhamento previsto para essa mesma rede, que originam incompatibilidades na montagem da mesma. Em alguns casos, como se trata de um erro de modelação, a melhor solução passaria pela remarcação da rede pelo alinhamento previsto. Nos casos em que tal não seja possível, devido à falta de espaço para a realização do mesmo, e em que não se coloque em causa o correto funcionamento da rede pode realizar-se o desvio da rede em relação á rede prioritária com recurso a acessórios de curvas e cotovelos.

Resolução dos Conflitos assinalados:

Conflito nº 3 – Alinhamento indevido entre elementos de conduta

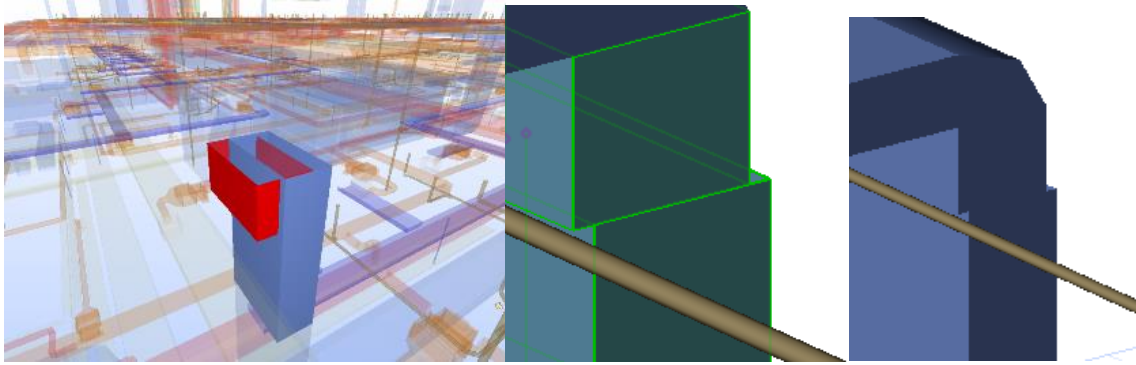


Figura 23 - Alinhamento deficiente de elementos

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Como se pode verificar na Figura 23, o alinhamento das condutas, neste caso da Rede AVAC de Desenfumagem não é coincidente, provocando um conflito na ligação de uma conduta vertical que iria ligar ao teto falso para desenfumagem de um espaço, assim como a disfuncionalidade da rede em questão.

Neste caso, verifica-se apenas um desalinhamento de dois elementos de uma conduta que inviabiliza a sua ligação mas que é perfeitamente corrigível e exequível sem grandes problemas ajustando apenas o alinhamento das mesmas, sem que conflituem com as restantes redes de especialidade do edifício.

Um problema mais complexo seria o desalinhamento das redes de condutas entre dois pisos diferentes, uma vez que implicaria o reajustamento das redes para que pudessem ligar-se e alinhar-se nos locais destinados para a travessia de pisos, como é o caso de courettes e aberturas nas lajes para atravessamento das várias redes de especialidades ou então, em ultimo recurso, a abertura de novos locais para passagem para estes elementos, o que obrigaria a alterações de projeto estrutural, arquitetónico e/ou de especialidades que por vezes levam á inviabilização da utilização dos espaços para os fins predestinados.

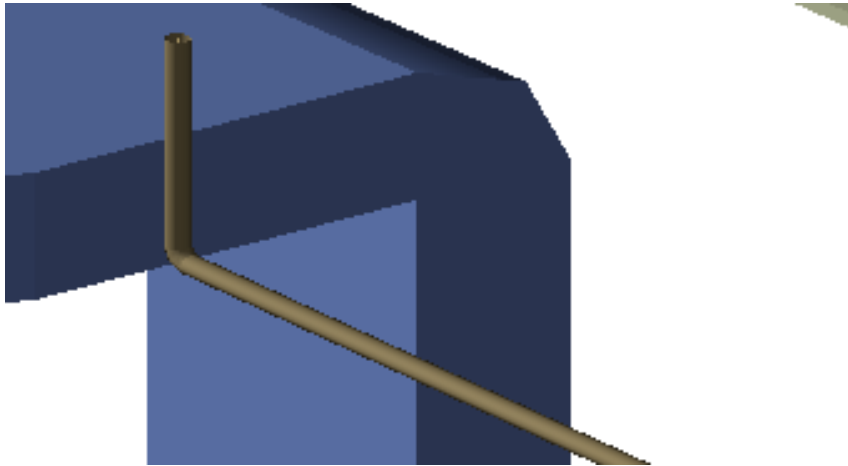


Figura 24 - Alinhamento de condutas corrigido

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Na Figura 24, pode ver-se os elementos da conduita devidamente alinhados e ligados entre si, assim como devidamente coordenados com as especialidades envolvidas do espaço.

Problemas com resolução semelhante ao conflito n° 3:

Conflitos n°: 11 e 20.

Conflito n° 4 – Interseção de elementos da mesma rede/ligação deficiente

Na Figura 25, pode verificar-se uma interseção de dois elementos da mesma Rede AVAC devido ao excesso de cumprimento desses elementos para a rede em questão.

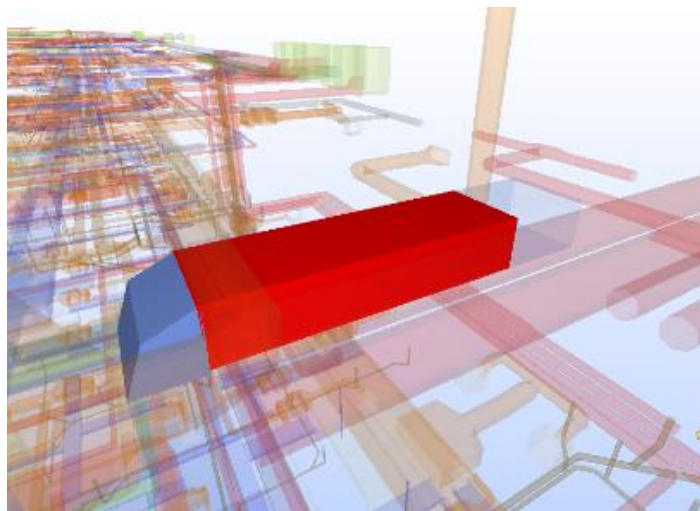


Figura 25 - Interseção de elementos/ligação deficiente

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Hoje em dia é muito comum a compatibilização das construções com medidas comerciais dos elementos/materiais que irão ser utilizados nas mesmas, de forma a evitar desperdícios de material e cortes desnecessários. Neste caso, se tal não for possível terá que se proceder ao corte da conduta horizontal para permitir a correta ligação da mesma com o cotovelo de ligação e transação para um elemento vertical no local especificado.

Conflito nº 6

A resolução deste conflito é análoga á resolução do conflito nº 4, sendo que a única diferença é que o projetista, por motivo desconhecido, não introduziu uma elemento de derivação da conduta, neste caso uma curva que permite efetuar a ligação dos dois elementos e garantir a continuidade da rede.

Problemas com resolução semelhante ao conflito nº 4:

Conflitos nº: 6 e 7.

c) Ligação deficiente entre elementos da mesma rede

Descrição do tipo de Problema:

Este tipo de conflito é assinalado pelo software quando faz uma análise de fluxo nas redes existentes, em que o software verifica a existência de ligações deficientes entre os elementos de uma rede, que colocam em causa o fluxo da mesma, devido a inconsistências na rede.

Normalmente são originados pela utilização de elementos de dimensões diferentes ou por derivações de condutas mal efetuadas e cujas ligações necessitam de acessórios que compatibilizem essas mesmas ligações, que levariam ao mau funcionamento da rede em questão ou mesmo ao não funcionamento da mesma.

Identificação dos conflitos:

No SMC, conflitos nº: 5, 8, 9, 12, 16, 24, 33 e 41

No NW: clash 1624, clash 1727

Método de Resolução:

A resolução de problemas de ligações deficientes entre os elementos de uma rede consiste em realizar as ligações dos elementos com recurso a objetos/acessórios adequados para o efeito, como é o caso de objetos/acessórios de ligação de condutas/tubos redutores quando as condutas/tubagens vão diminuindo de diâmetro com o desenvolvimento da rede, devido á necessidade de espaços/elementos a servir ser inferior. Como é muito comum nas redes de abastecimento de água e AVAC. Outro fator importante é também a utilização de acessórios compatíveis com os restantes elementos da rede para que não haja danos derivados de reações por incompatibilidades dos materiais.

Resolução dos Conflitos assinalados:

Conflito nº 5 – Ligação deficiente entre elementos de conduta

Como se pode verificar na Figura 26, perceptível mesmo sem recorrer a softwares de verificação e análise de modelos, existe um erro grosseiro derivado da utilização de peças e acessório errados para o efeito.

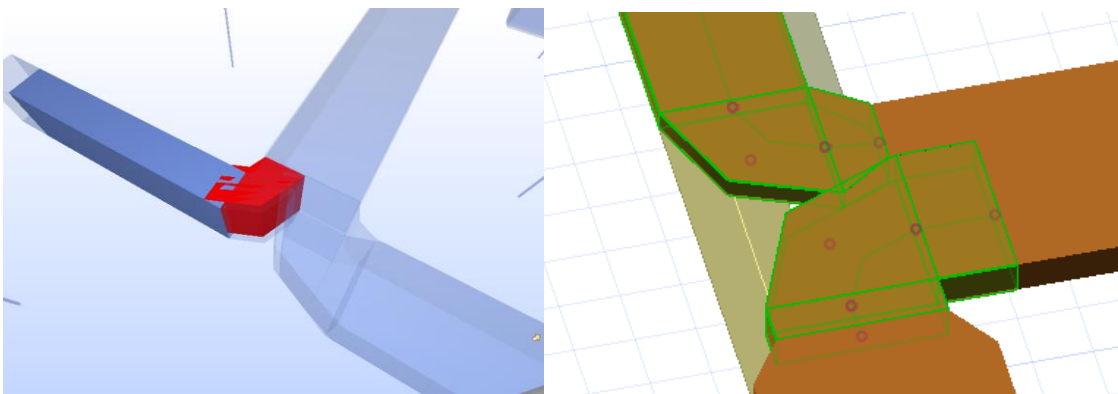


Figura 26 - Ligação deficiente de elementos

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Como se pode verificar na imagem a ligação entre os elementos da conduta é totalmente inapropriada para o efeito e impossível de realizar com os objetos/acessórios aqui apresentados para tal. Este conflito é, claramente, originado por erros de modelação e falta de rigor por parte do projetista, que simplesmente se limitou a “esboçar” o modelo sem dar grande importância à qualidade da informação que o mesmo iria conter. Um fator que pode ter levado à origem deste problema pode ainda estar relacionado com a falta de bibliotecas de objetos adequadas para o efeito.

Neste caso específico as condutas aqui apresentadas pertencem a uma Rede de AVAC de Insuflação mas que em nada interfere no processo de resolução pois o que está em causa é a ligação entre os elementos da rede, que seria semelhante independentemente do tipo de Rede em questão.

A correta ligação para resolução deste conflito seria com o recurso a um acessório/elemento de derivação de condutas apropriado para o efeito, como se apresenta, a título representativo na Figura 27.

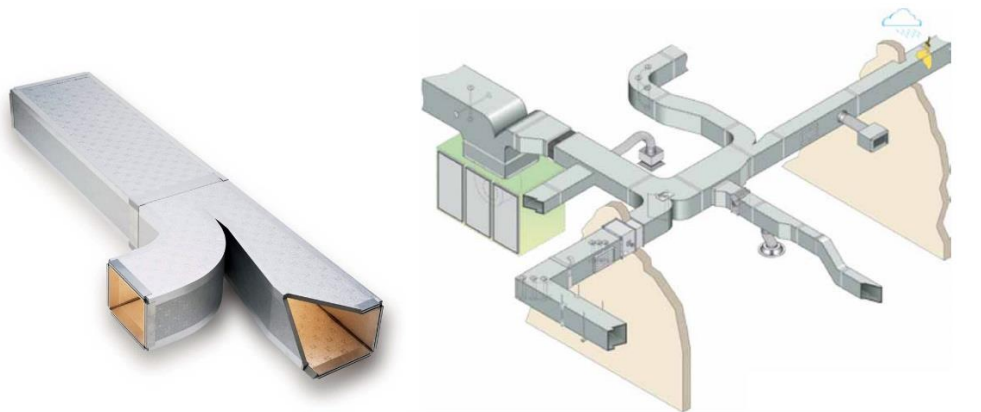


Figura 27 - Elementos de derivação de condutas

Fonte: <http://www.p3italy.it/pagine/it-canali-aria>

Problemas com resolução semelhante ao conflito nº 5:

No, SMC, conflitos nº: 8, 9, 12 16 e 24.

No NW, clashes nº: 1624 e 1727.

Conflito nº 33 – Ligação de condutas mal efetuada

Na Figura 28, pode verificar-se mais um exemplo da falta de um elemento de ligação de condutas adequado.

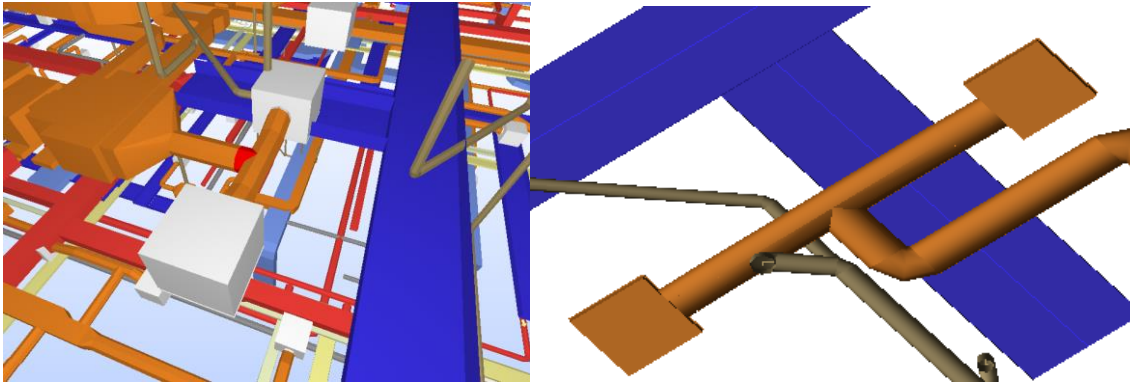


Figura 28 - Ligação de condutas mal efetuada

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Como se pode verificar na figura anterior, não existe um acessório de ligação das condutas que se intersectam, tendo a ligação sido encenada com a interseção visual das duas condutas, daí a sinalização de conflito por parte dos softwares de verificação dos modelos utilizados. A correta ligação destas condutas seria com a utilização de um acessório de derivação de condutas em forma de “T”, como o representado, a título exemplificativo, na Figura 29.



Figura 29 - Acessório de derivação de condutas em forma de "T"

Fonte: <http://www.itmetalurgica.pt/12-acessorios-derivacao>

Problemas com resolução semelhante ao conflito nº 33:

No SMC, conflito nº: 41

d) Ausência de aberturas para ventilação de espaços nas condutas AVAC

Descrição do tipo de Problema:

Este conflito deve-se a um erro de modelação por parte do projetista da rede que, por lapso ou outra questão qualquer levou ao esquecimento da introdução de aberturas de ventilação para o espaço em questão.

Identificação dos conflitos:

No SMC, conflitos nº: 14.

No NW: nenhum assinalado para resolução.

Método de Resolução:

Este tipo de conflito geraria apenas problemas no caso de se utilizar o modelo para extração de quantidade de materiais e equipamentos pois obrigaria à troca de um elemento simples de conduta da Rede de AVAC de Insuflação por um elemento com abertura para ventilação do espaço em questão.

Resolução dos Conflitos assinalados:

Conflito nº 14 – Ausência de abertura na conduta AVAC

Na Figura 30, encontra-se assinalado um tramo da Rede AVAC para ventilação do edifício em que não foi instalada nenhuma abertura para a ventilação do espaço subjacente a esse tramo da Rede que, no caso de não ter ou não necessitar de abertura para ventilação desse espaço, não estaria ali a fazer nada e estaríamos perante um desperdício de material.

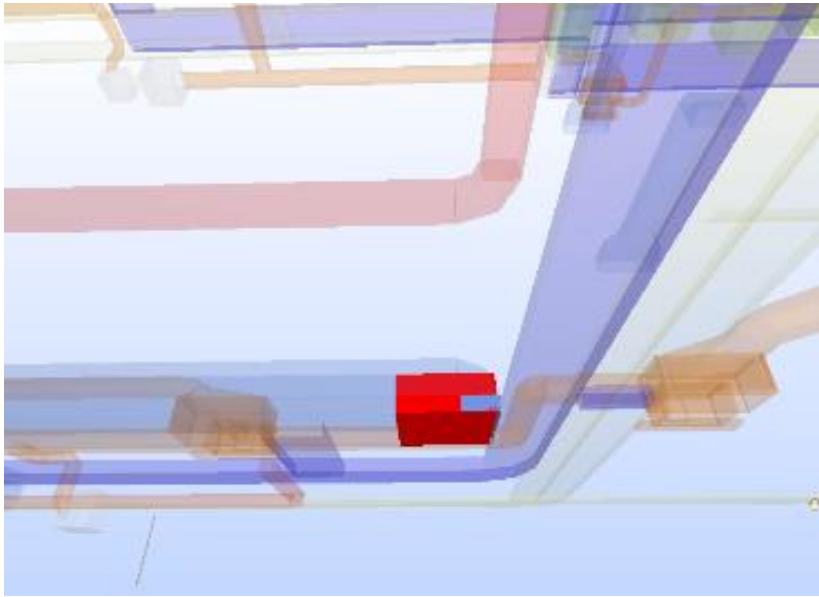


Figura 30 - Ausência de abertura para ventilação de espaço

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

A correção deste conflito consiste em substituir um elemento da rede por outro devidamente apropriado com abertura para ventilação do espaço em questão, como se pode verificar a título exemplificativo na Figura 31.



Figura 31 - Elementos com aberturas para ventilação de espaços

Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/AVAC>

e) Colisão entre elementos da mesma especialidade mas de redes diferentes

Descrição do tipo de Problema:

Este tipo de conflito é originado pela colisão entre elementos da mesma especialidade mas de redes diferentes, como é o caso da colisão entre uma conduta principal e uma conduta secundária para a ventilação de um espaço. Ou quaisquer outros elementos pertencentes à mesma especialidade mas com diferentes relevâncias.

Identificação dos conflitos:

No SMC, conflitos nº: 17, 37 e 56

No NW: Clash nº 1045.

Método de Resolução:

A resolução deste tipo de conflito passa pela análise e reencaminhamento da rede secundária, uma vez que a principal ou não sendo uma rede principal tenha maior relevância ou dimensões superiores é uma rede prioritária.

O estudo das opções de resolução do conflito deve também garantir o bom funcionamento da rede de acordo com a sua finalidade, de modo que a remarcação da rede mantenha os caudais e pressões adequadas ao funcionamento ideal do sistema em questão, garantindo parâmetros de conforto e funcionamento na utilização da mesma.

Resolução dos Conflitos assinalados:

Conflito nº 17 – Interseção entre elementos da mesma especialidade mas redes diferentes

Na Figura 32, apresenta-se uma colisão entre redes da mesma especialidade mas com prioridades diferentes. Este pode ser um problema muito frequente em edifícios de grandes dimensões e inúmeras especialidades envolvidas e em que essas mesmas especialidades são constituídas por Redes Primárias e Secundárias para que seja assegurado o alcance necessário a todos os pontos que devem contemplar essa mesma especialidade, como é o caso de Redes de abastecimento e drenagem de águas e Redes AVAC, devidamente funcionais e com utilização otimizada.

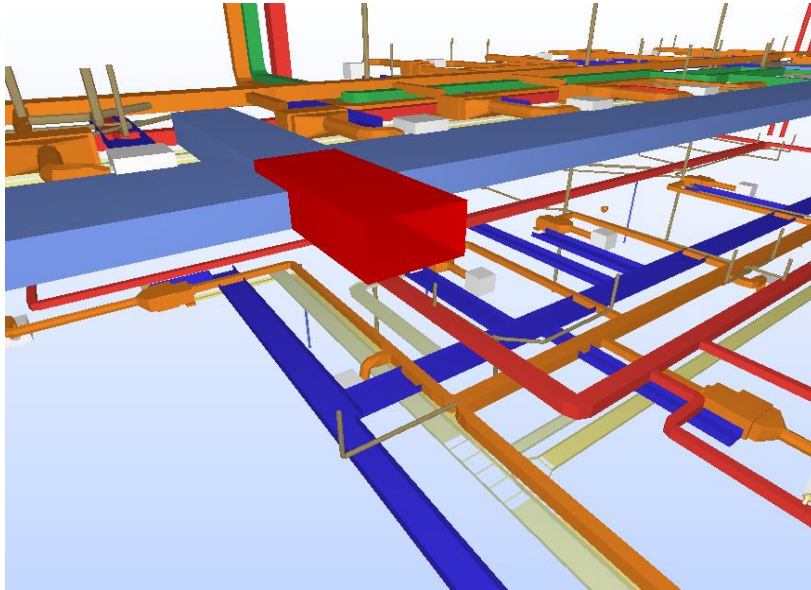


Figura 32 - Colisão entre redes da mesma especialidade

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Depois de estabelecidas prioridades segue-se uma análise das opções de resolução do problema, tendo em conta a garantia do bom funcionamento da rede, independentemente das alterações de trajeto efetuadas.

A primeira opção a explorar seria baixar a cota de implantação da rede secundária para que esta seguisse sob a primária. No entanto, como já foi referido, a falta de espaço pode não permitir que essa opção seja exequível pois obrigaria a alterações no pé-direito do piso, que implicaria alterações em todo o edifício e que podem até não ser permitidas do ponto de vista regulamentar.

Outra opção seria que a rede secundária contorna-se a rede primária no local de interseção e cruzamento das duas redes, como se pode verificar na Figura 33, garantindo pressões e caudais (neste caso de ar por se tratar de uma rede de AVAC, mas que também se aplica a outras redes, como o caso de abastecimento de águas) dentro dos limites regulamentares para o conforto, segurança e bom funcionamento da rede aquando do seu funcionamento.

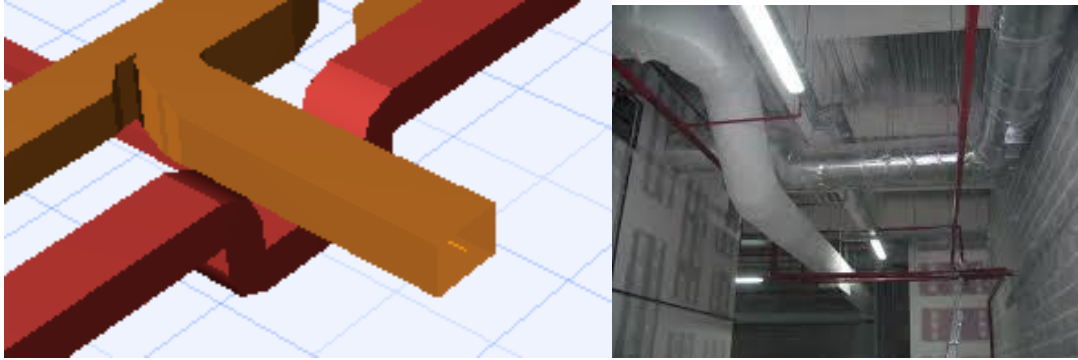


Figura 33 - Contorno de Redes Prioritárias

Fonte: Fonte: AUTOR (Caso de Estudo) e <http://www.alfibraga.pt/servicos/trabalhos/>

Problemas com resolução semelhante ao conflito n° 17:

No SMC, conflito n°: 37.

Conflito n° 56 – Interseção entre eletricidade correntes fortes e correntes fracas

A Figura 34 mostra a interseção entre duas redes de caminhos de cabos destinados ao encaminhamento e distribuição de redes elétricas das quais uma rede é destinada à distribuição de correntes fortes e outra à distribuição de correntes fracas.

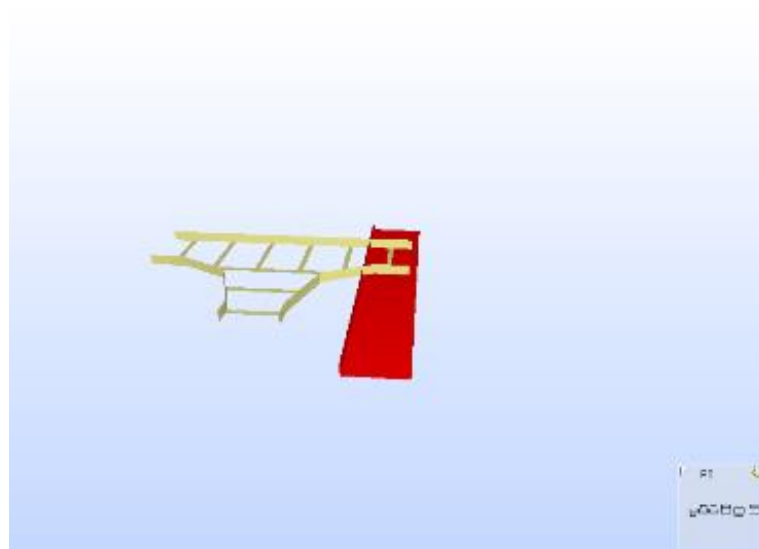


Figura 34 - Interseção entre correntes fortes e fracas de eletricidade

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Tal como se pode ver, a figura mostra a interseção de duas redes da mesma especialidade mas tipos muito distintos pois uma é uma rede de correntes fortes, que está mais associada à produção, transformação, transporte e distribuição de energia elétrica, enquanto as redes fracas estão associadas ao funcionamento de semicondutores e dispositivos elétricos/eletrónicos.

Como se trata de uma rede de correntes fortes e outra de correntes fracas a prioritária deverá ser a rede de correntes fortes pois normalmente é constituída por elementos de diâmetro superior que são menos suscetíveis a alterações de traçado e com flexibilidade reduzida comparativamente com as redes de correntes fracas que são compostas por elementos de diâmetros inferiores, que para além de serem mais flexíveis são também redes mais pequenas, com menor número de cablagens pois apenas fazem chegar a corrente elétrica a aparelhos elétricos/eletrónicos.

A resolução deste conflito passaria por baixar a cota de implantação dos caminhos de cabos para as redes fracas para que esta passa-se por baixo do caminho de cabos de redes fortes sem que se intersectem.

Problemas com resolução semelhante ao conflito nº 56:

No NW, clash nº: 1045.

f) Colisão entre Rede AVAC e Rede Residual (esgotos)

Descrição do tipo de Problema:

Este tipo de conflito tem origem na colisão entre elementos e/ou equipamentos das Redes AVAC com elementos e/ou peças e acessórios da Rede Residual ou de Esgotos. É um conflito muito comum em edifícios muito complexos, como o caso de estudo aqui analisado, uma vez que envolve muitas especialidades e é necessário conciliá-las todas num “espaço reduzido” e previamente estabelecido para o efeito, as redes residuais tendem a dificultar a tarefa pois tem que se garantir pendentes mínimas nos tramos horizontais de forma a garantir a funcionalidade da mesma.

Identificação dos conflitos:

No SMC, conflitos nº: 18, 38, 42, 50, 51, 53, 58, 60

No NW: clash 24, clash 1884

Método de Resolução:

As Redes AVAC têm prioridade máxima sobre todas as outras redes e especialidades de um edifício, como tal a resolução deste problema passará pelo estudo de alternativas á mudança do traçado da Rede Residual ou de Esgotos.

A interseção destas duas especialidades pode originar problemas bastante complexos do ponto de vista de resolução dos conflitos existentes pois envolve as duas especialidades com menor “margem de manobra” ou flexibilidade do ponto de vista de possíveis alterações.

As Redes de AVAC são caraterizadas pelas suas grandes dimensões, pois é a especialidade que apresenta maiores componentes e equipamentos nas suas instalações, como tal é o mais difícil de mudar porque as grandes dimensões dos componentes restringem a sua passagem a alguns locais em que o espaço esteja disponível, o que impede grandes alterações de trajetos devido á falta de espaço previsto para tal.

Já as Redes Residuais têm de garantir pendentes mínimas para o seu bom funcionamento, uma vez que funcionam de forma gravítica quase na sua totalidade e devem ser constituídas com o mínimo possível de curvas e mudanças de direção de forma a prevenir problemas futuros como entupimentos e ruídos no seu funcionamento, assim como garantir alguma acessibilidade em caso de necessidade de ações de intervenção para manutenção e reparação. Como tal são as redes com maior prioridade a seguir às redes AVAC do ponto de vista de montagem pois são as que apresentam menor flexibilidade a alterações de traçado e mais restrições para garantir o seu bom funcionamento.

Resolução dos Conflitos assinalados:

Conflito nº 18 – Interseção entre Conduitas da Rede AVAC e tubos de queda da Rede Residual

A Figura 35 representa os conflitos gerados pelos atravessamentos dos tubos de queda, constituintes da Rede Residual ou de Esgotos, nas condutas de AVAC.

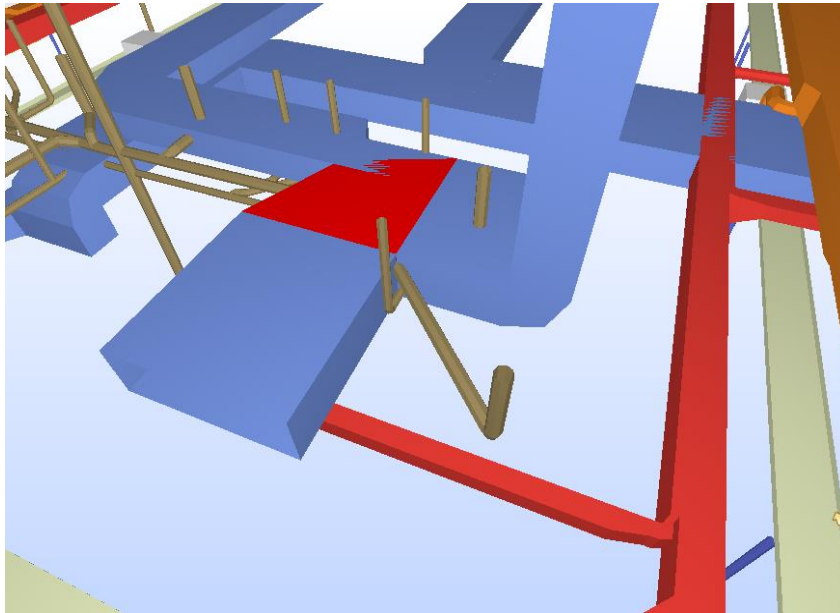


Figura 35 - Interseção entre Rede AVAC de Extração e tubos de queda de Rede Residual

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Este problema é muito frequente nos atravessamentos de pisos por parte das tubagens para proceder ao encaminhamento das Redes Residuais para os pontos de descarga. Como já foi referido anteriormente, as condutas AVAC são constituídas por elementos de grandes dimensões que ocupam muito espaço e por vezes é muito complicado prever de forma eficaz courettes e aberturas nas lajes para atravessamentos de outros sistemas e tubagens sem que ocorram interferências com a Rede AVAC, como é o caso.

Na figura acima é possível verificar a existência de múltiplas interferências deste tipo num reduzido espaço de rede, tal se deve ao fato de que as Redes Residuais têm que ter sistemas separativos, por imposição legislativa, para águas negras e águas saponáceas, o que obriga á existência de pelo menos dois tipos de Redes Residuais que se desenvolvem paralelamente, mas sempre separativas até, pelo menos, à caixa de ramal de ligação com a rede pública quando esta rede não seja também separativa.

Como se trata de tramos verticais (Tubos de queda) da Rede Residual é possível realizar alguns desvios com recurso aos acessórios existentes (curvas, cotovelos, meias-curvas, etc.) de forma a contornar a Rede AVAC, como ilustrado na Figura 36, sem que se coloque em causa o bom funcionamento da rede. Tendo sempre presente de que as boas práticas na realização deste tipo

de instalações sugerem a aplicação de troços retos com trajetórias verticais e horizontais, evitando trajetórias oblíquas.

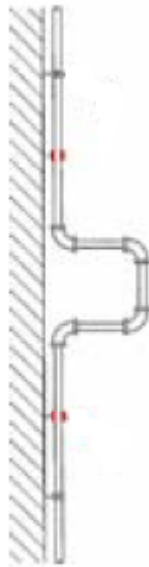


Figura 36 - Tubo de queda a contornar elementos

Fonte: UC de Instalações das Construções, UM

Problemas com resolução semelhante ao conflito n° 18:

No NW, clash n°: 24

Conflito n° 38 – Interseção entre condutas da Rede AVAC de Extração e Ramais de ligação da Rede Residual de Sanitários (Esgotos)

A Figura 37, representa um exemplo dos múltiplos conflitos existentes no modelo entre as Redes AVAC e Residual. Neste caso as duas redes interseam-se longitudinalmente ao longo do seu traçado (ramais de ligação da rede residual e condutas da rede AVAC) porque foram modeladas de forma sobreposta.

De referir que o fato da figura se encontrar com informação quase nula se deve principalmente ao facto de sobreposição de redes, em que teve que se “esconder” temporariamente as restantes de forma a que fosse possível verificar a interferência garantindo a confidencialidade do caso de estudo.

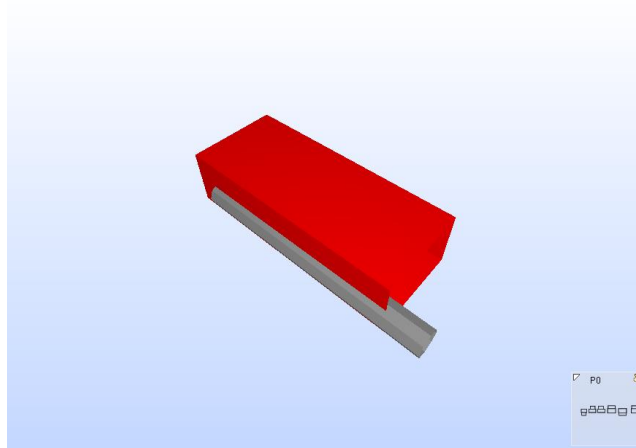


Figura 37 - Conflito entre Rede AVAC de Extração e Rede Residual

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

A origem deste erro pode estar associada ao facto de as duas redes serem modeladas isoladamente uma da outra, para simplificar o processo e por questões de organização do ambiente de trabalho pois é muito frequente “desligar” a vista de alguns elementos/especialidades neste tipo de softwares para manter o foco apenas no que interessa no momento assim como ter uma tela de trabalho mais organizada e limpa que simplifica e aligeira o processo de trabalho.

Uma opção de resolução deste conflito seria implantar a rede Residual a uma cota mais baixa do que se encontra no projeto para que esta se desenvolva-se debaixo da rede AVAC. Contudo, poderia implicar o aparecimento de problemas adicionais como é o caso de alterações do pé-direito do piso ou falta de espaço para as restantes especialidades.

Uma vez que a interseção das duas especialidades é longitudinal e, contando que não existem derivações de condutas AVAC que provoquem novas interseções e atravessamentos naquele trajeto, a solução mais simples para resolução deste conflito seria desviar ligeiramente a rede residual para que as duas redes se desenvolvam paralelamente sem se intersectarem, como se representa a título exemplificativo na Figura 38.

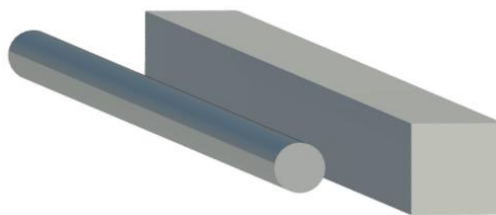


Figura 38 - Desenvolvimento de condutas paralelamente

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

No caso de interseções transversais das redes e na impossibilidade de desviar o trajeto da rede Residual a solução passaria obrigatoriamente pela descida da cota de implementação da rede, pois não é aconselhável que estas redes contornem outros elementos com descidas e subidas de nível, como ilustrado na Figura 39, para resolver conflitos pois provocaria problemas de funcionamento na mesma, uma vez que a rede deve ser sempre descendente no sentido do escoamento.



Figura 39 - Contorno de elementos

Fonte: UC de Instalações das Construções, UM

Problemas com resolução semelhante ao conflito nº 38:

No SMC, conflito nº: 42, 50 e 53.

Conflito nº 50

Resolução análoga ao conflito nº 38, sendo que a única alteração neste conflito é a especialidade da Rede AVAC interveniente no mesmo, uma vez que neste caso o conflito é com a Rede AVAC de Desenfumagem, mas que em nada altera o método de resolução do conflito.

Conflitos nº 51 e nº 60 – Interseção entre equipamentos AVAC de Extração e Rede Residual

Na Figura 40 apresentam-se interseções de equipamentos da Rede AVAC com elementos da Rede Residual. Apesar do conflito ser com um equipamento da Rede AVAC o método de resolução é semelhante ao da resolução de um conflito como os casos dos Conflitos nº 18 e nº 38. Sendo que apenas se identificou este tipo de conflito para ilustrar o tipo de colisão e realçar a resolução do mesmo.

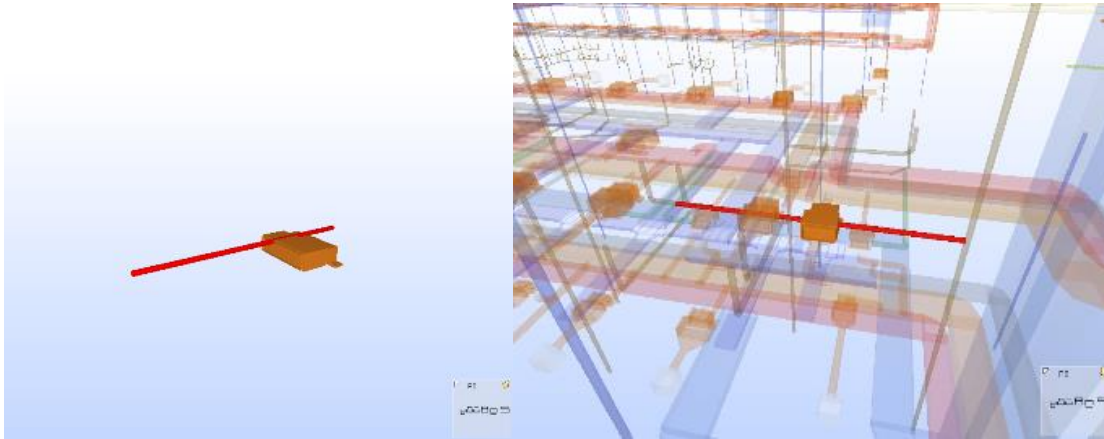


Figura 40 - Interseção entre Equipamentos AVAC de Extração e Rede Residual

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Problemas com resolução semelhante ao conflito n° 51 e 60:

No SMC, conflito n°: 58

No NW, clash n°: 1884.

Outros conflitos - Colisão transversal entre Rede de Extração de sanitários e Rede Residual

A Figura 41, enuncia um conflito que não foi assinalado para resolução mas que foi identificado pelos softwares de verificação de conflitos quando realizada a verificação do modelo.

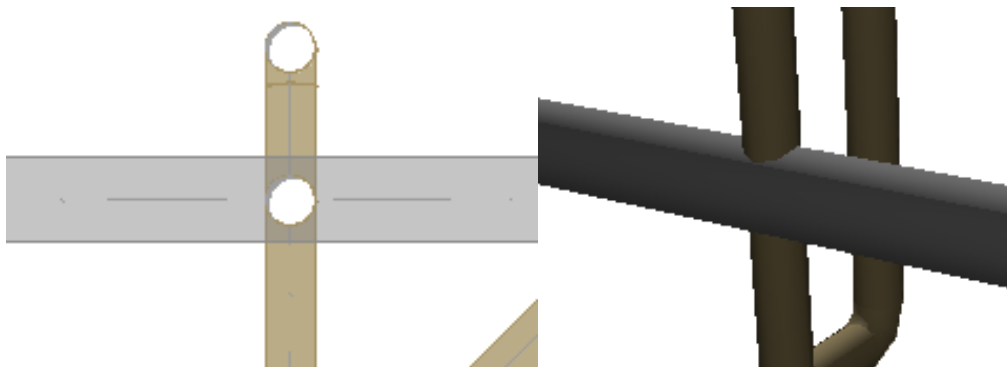


Figura 41 - Conflito entre conduta de extração de sanitários e tubo de queda da Rede Residual

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

A resolução deste conflito seria relativamente simples, sendo que seria suficiente efetuar o desvio da conduta da rede de extração após esta ter ultrapassado o tubo de queda da rede Residual, como se pode verificar na Figura 42, antes e depois respetivamente, da esquerda para a direita.

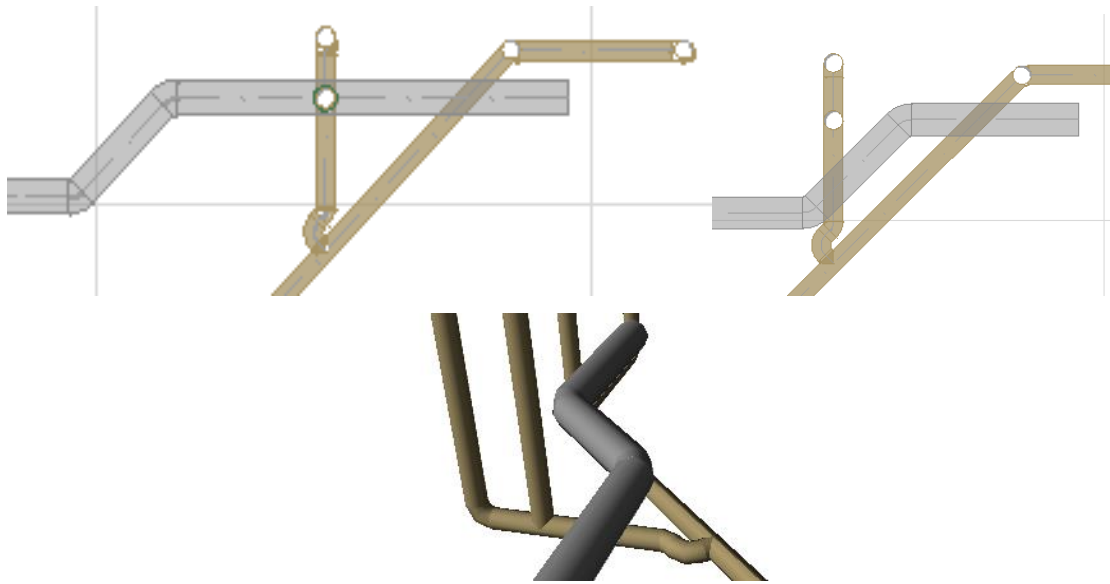


Figura 42 - Resolução do conflito entre AVAC sanitários e Residual

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

g) Colisão entre Redes AVAC de Desenfumagem e Redes AVAC de Insuflação

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito define-se como sendo a colisão entre duas redes da mesma especialidade, neste caso a especialidade AVAC, mas que tem funções completamente distintas, uma vez que uma rede é a rede de Insuflação de ar e a outra é a rede de Desenfumagem do edifício.

Apesar de estarem inseridas na mesma categoria de especialidade, as duas redes aqui assinaladas, desempenham papéis completamente distintos e isolados uma da outra. A rede de Insuflação está diretamente relacionada com a parte de climatização do edifício, estando mais direcionada para requisitos de conforto por parte dos utilizadores do edifício. Já a rede de

desenfumagem está mais relacionada com a parte de segurança para os utilizadores, uma vez que a sua função é extração de gases e vapores indesejados no edifício que para além do conforto possam colocar em causa a segurança dos utilizadores.

Identificação dos conflitos:

No SMC, conflitos nº: 21, 23 e 49.

No NW: nenhum conflito assinalado para resolução.

Método de Resolução:

Neste tipo de conflitos não está estipulada uma rede prioritária sobre a outra, uma vez que são muito semelhantes do ponto de vista dos materiais e equipamentos que as constituem o critério utilizado para a resolução de conflitos é, geralmente, que os diâmetros maiores têm prioridade, devendo os diâmetros mais pequenos desviar para evitar conflitos. No entanto, esta situação não é regra obrigatória, sendo que o processo de correção e a medida adotada fica um bocado ao critério de quem está a corrigir, dependendo do bom senso de cada um.

A resolução deste tipo de problema, como já foi referido em cima, passa pelo desvio de uma das condutas que está em conflito para um troço em que não se verifiquem interferências. Geralmente, é mais fácil desviar as condutas de diâmetros inferiores pois não necessitam de tanto espaço quanto as maiores para passar aquando da alteração de trajetória. Contudo, devem ser exploradas todas as opções possíveis para que a resolução do conflito não coloque em causa o bom funcionamento de qualquer uma das redes nem origine outros conflitos, sendo que também é desejável adotar uma solução que não contenha tramos desnecessários pois só irá aumentar os gastos com material e equipamento.

Resolução dos Conflitos assinalados:

Conflito nº 21 – Conflito entre condutas e equipamentos das Redes de Desenfumagem e Insuflação.

A Figura 43 ilustra um conflito em que as redes de desenfumagem e de insuflação se encontram sobrepostas, tornando impossível o funcionamento de qualquer uma das redes nesta situação.

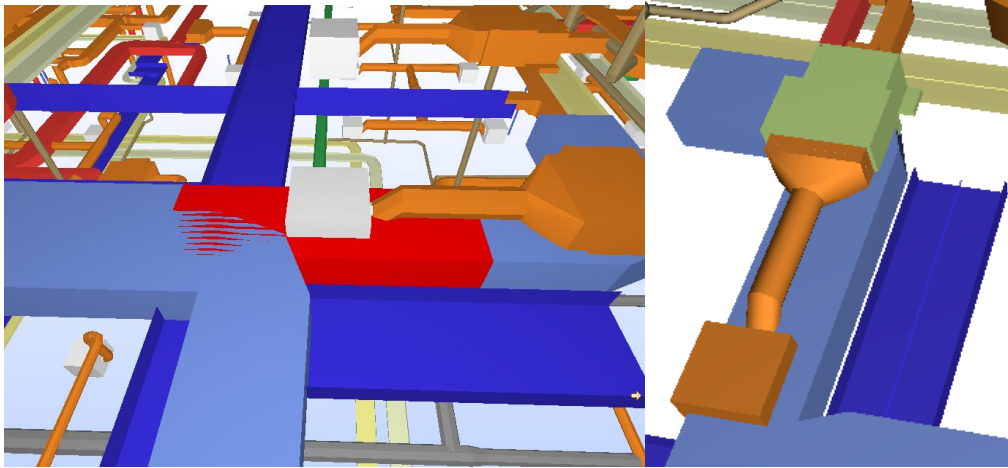


Figura 43 - Conflito entre redes de Desenfumagem e de Insuflação

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Como referido anteriormente, a resolução deste conflito passaria por desviar a conduta de menor diâmetro, pois será mais fácil de efetuar essa alteração de acordo com o espaço disponível e mantendo a funcionalidade desejada das duas redes.

Apesar de ser mais fácil alterar o traçado das condutas mais pequenas existem situações em que essa opção nem sempre é a mais acertada, neste caso específico se optássemos pela alteração da conduta mais pequena iria alterar-se o traçado da rede de insuflação, o que obrigaria a alterar a posição de alguns equipamentos também, o que seria uma solução mais delicada e trabalhosa pois os equipamentos são mais pesados e difíceis de mover. Uma solução mais adequada, e simples, consiste em alterar o traçado da rede de desenfumagem naquele pequeno troço em que se verificava o conflito, mantendo a rede de insuflação no mesmo local e em que a rede de desenfumagem faz apenas um pequeno desvio desse equipamento mas que mantém a perfeita funcionalidade da mesma e não acarreta despesas adicionais com material extra nem altera em nada as condições de funcionamento uma vez que apenas foi necessário alterar o acessório de derivação de condutas para mudar a direção da rede, como se pode verificar na Figura 44.

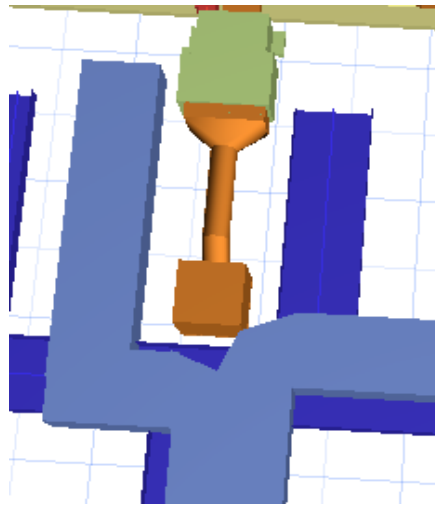


Figura 44 - Solução corretiva do conflito n° 21

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Problemas com resolução semelhante ao conflito n° 21:

No SMC, conflitos n°: 23 e 49.

h) Colisão entre Rede AVAC de Extração e Rede AVAC Insuflação

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito entre duas especialidades inseridas na categoria de Redes AVAC contempla duas das principais, senão as principais, redes desta categoria. Pois as redes de extração e insuflação são as principais redes para a climatização do edifício, uma vez que nelas se inserem os mecanismos e equipamentos para climatização do edifício pois são responsáveis pela introdução e extração de ar no edifício.

A importância destas duas redes é muito semelhante pois uma complementa a outra, uma vez que não faria muito sentido a existência de uma sem a outra, e como a função de cada uma delas é o reverso da outra as duas redes são muito semelhantes do ponto de vista de equipamentos e dimensões. Como tal desenvolvem-se paralelamente e são muito similares.

Identificação dos conflitos:

No SMC, conflitos nº: 39.

No NW: nenhum conflito assinalado para resolução.

Método de Resolução:

Como estas duas redes tem a função inversa uma da outra, uma insere caudal e outra retira a mesma quantidade no edifício, ambas tem aproximadamente as mesmas dimensões por isso seria complicado definir prioridades de acordo com as dimensões dos elementos da rede e também não está definido nenhum constrangimento para este tipo de colisão.

Como já foi referido anteriormente as duas redes geralmente desenvolvem-se paralelamente por isso em caso de ocorrência deste tipo de conflito a resolução do mesmo será baseada no bom senso e racionalidade do projetista, podendo alterar-se a posição de uma ou de outra ou, se necessário, das duas.

Resolução dos Conflitos assinalados:

Conflito nº 39 – Conflito entre Redes de Extração e Insuflação

A Figura 45 mostra a interseção das redes de Insuflação e Extração do edifício provocada pelo atravessamento das condutas para chegarem aos equipamentos.

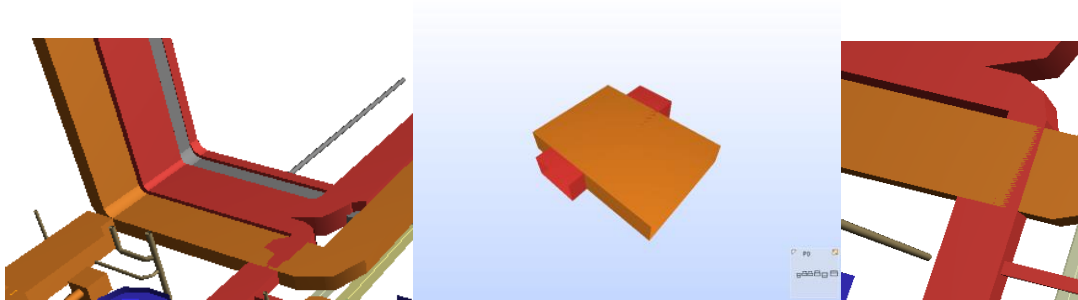


Figura 45 - Conflito entre Rede de Extração e Rede de Insuflação

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Como se pode verificar na imagem da esquerda da Figura 45, a interseção resulta da derivação da conduta de extração principal para chegar ao compartimento em questão e garantir a extração do ar velho do edifício.

Para resolver este conflito, seria aconselhável seguir o fundamento de que as condutas de maiores dimensões tem prioridade sobre as de menores dimensões e, assim sendo, fazer com que a conduta de extração (mais pequena) contorne, pelo lado inferior, a conduta de insuflação, uma vez que existe espaço suficiente no teto falso, entre a conduta de insuflação e o teto falso para fazer esse contorno, como se pode verificar na Figura 46.

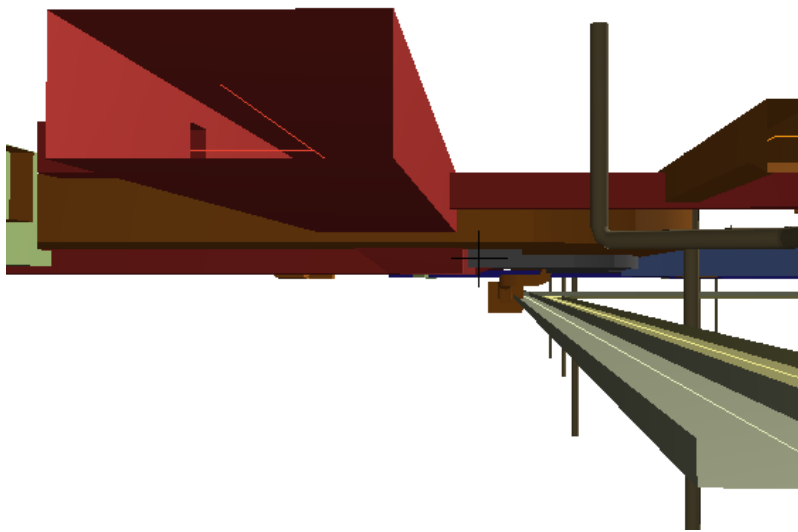


Figura 46 - Verificação de espaço existente no teto falso

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Uma vez que existe espaço suficiente no teto falso para que a conduta de extração passe por baixo da conduta de insuflação essa será a melhor opção pra corrigir este conflito.

Na Figura 47, pode verificar-se como se resolveu o conflito existente entre as duas redes assinaladas. De referir que, neste caso, a solução foi relativamente simples pois havia espaço suficiente para alteração do percurso de uma das redes mas por vezes o espaço é muito reduzido e tem de ser estudadas soluções mais apropriadas que permitam resolver esses conflitos de forma eficaz.

Na Figura 47 é ainda possível verificar, utilizando os caminhos de cabos como referencia, que o rebaixamento da cota de implementação da conduta de extração neste tramo não irá colidir com o teto falso do edifício.

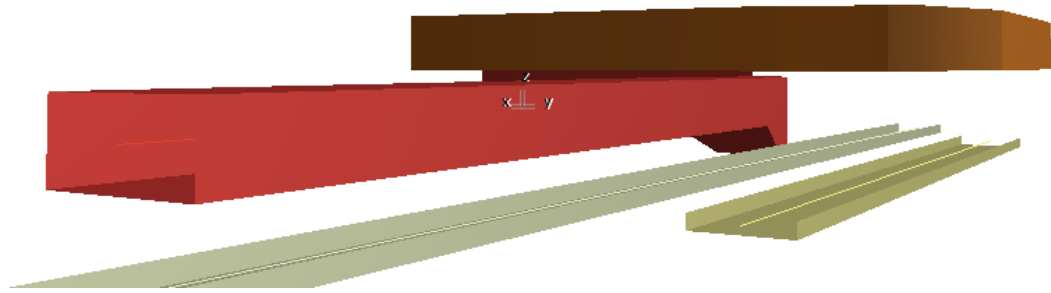


Figura 47 - Correção conflito nº 39

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

i) Colisão entre Equipamentos e Conduitas/elementos da mesma rede

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito caracteriza-se pela existência de interferências entre elementos de uma rede e os equipamentos dessa mesma rede. Geralmente este tipo de conflito está associado a ligações deficientes entre os equipamentos e os elementos da rede, que colocam em causa o correto funcionamento da mesma, ou a interseções dos dois elementos devido a erros de modelação e/ou execução.

É um conflito semelhante ao tipo assinalado no ponto b) “Alinhamento indevido dos elementos que constituem uma rede/ligação deficiente de elementos” sendo que a única diferença, e a razão para se apresentar separadamente, é que este tipo de conflito enuncia ligações deficientes dos equipamentos e não apenas dos elementos de uma rede.

Identificação dos conflitos:

No SMC, conflitos nº: 19, 26, 27, 34 e 35.

No NW: nenhum conflito assinalado para resolução.

Método de Resolução:

Neste tipo de conflito, apesar de se tratar de componentes da mesma especialidade e mesma rede, os equipamentos devem ter prioridade sobre os restantes elementos da rede pois trata-se de componentes de dimensões e pesos superiores que tornam mais difícil a sua deslocação e adaptação.

A resolução deste tipo de problema consiste, tal como no tipo de erro anunciado na alínea b) “Alinhamento indevido dos elementos que constituem uma rede/ligação deficiente de elementos” na realização de ligações adequadas e compatibilizadas com recurso a acessórios adequados para o efeito entre as condutas e tubarias e os equipamentos dessas mesmas redes e especialidades. Tal como a substituição de alguns tramos de conduta por outros mais curtos para permitir a ligação adequada com os equipamentos e resolver o conflito dos mesmos devido á interseção com as respetivas condutas.

Outro fator importante é também a utilização de acessórios compatíveis com os restantes elementos da rede para que não haja danos derivados de reações por incompatibilidades dos materiais.

Resolução dos Conflitos assinalados:

Conflito nº 26 e nº 27 – Interseção entre equipamentos e condutas de desenfumagem

A Figura 48 representa dois exemplos de interseção de equipamentos de uma rede com condutas dessa mesma rede, neste caso trata-se de uma conduta e equipamento da rede de desenfumagem, mas independentemente da especialidade a resolução seria semelhante no caso de um conflito deste tipo.

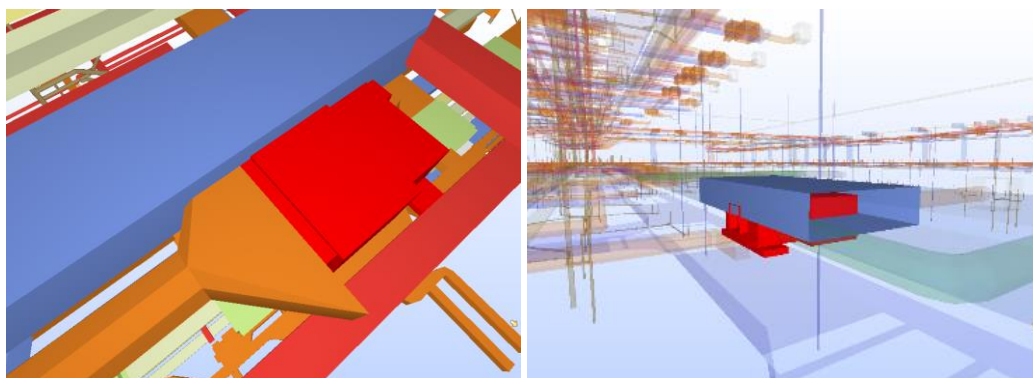


Figura 48 - Colisão entre equipamento e conduta de desenfumagem

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Como se pode verificar na figura anterior a interseção do equipamento com a conduta deve-se ao mau posicionamento da conduta e/ou equipamento da mesma rede, neste caso um difusor de ar, o conflito reside na ligação indevida entre estes dois elementos, tal como aconteceu com casos anteriores referidos na alínea b).

A resolução deste problema consiste em acertar a ligação e alinhamento dos equipamentos com as condutas da sua rede.

Problemas com resolução semelhante ao conflito nº 26 e 27:

No SMC, conflitos nº: 19 e 34.

Conflito nº 35 – Interseção entre condutas de ligação de entrada e saída do mesmo equipamento.

Na Figura 49, apresenta-se um erro que pode ser muito frequente se não se planear com cuidado o posicionamento dos equipamentos e o traçado que as condutas que lhe estão ligadas irão percorrer.

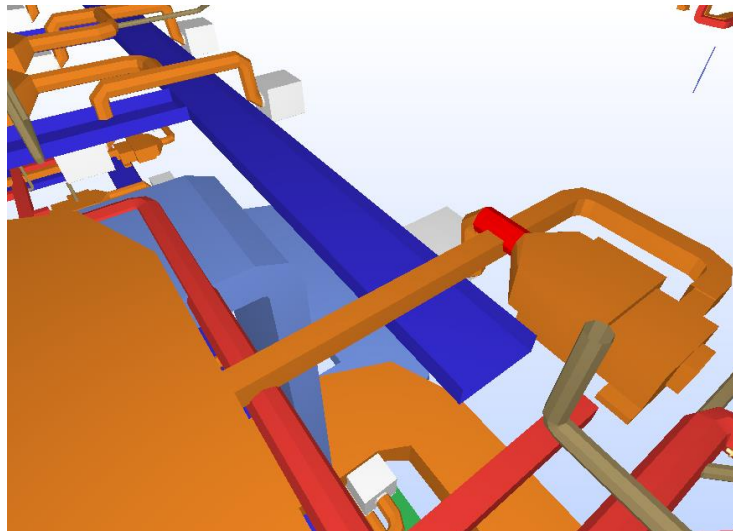


Figura 49 - Interseção entre condutas do mesmo equipamento

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Como a Figura 49 ilustra, na modelação desta rede as condutas do equipamento interseitam-se pois passam no mesmo local. Como estão as duas ligadas no mesmo equipamento é normal que as duas estejam implantadas ao mesmo nível, como tal, para evitar interseções deveria planejar-se o traçado de uma delas por outro local em que não provoca-se a interseção verificada, geralmente as condutas deveriam circular uma por cada lado do equipamento ao invés de se cruzarem ou paralelamente, como se pode verificar na Figura 50.

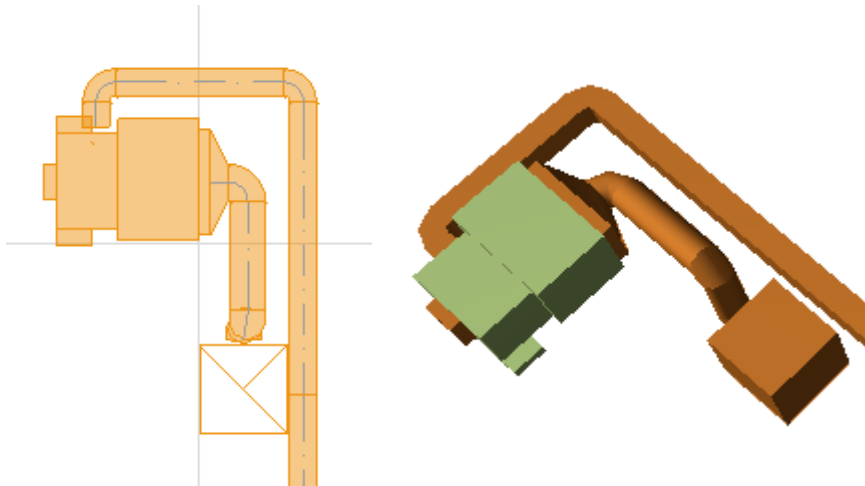


Figura 50 - Traçado de ligação de uma rede aos respetivos equipamentos

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

j) Colisão entre Rede AVAC de Desenfumagem e Rede AVAC de Extração

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito define-se como sendo a colisão entre duas redes da mesma especialidade, neste caso a especialidade AVAC, mas que tem funções completamente distintas, uma vez que uma rede é a rede de Extração de ar e a outra é a rede de Desenfumagem do edifício.

Apesar de estarem inseridas na mesma categoria de especialidade, as duas redes aqui assinaladas, desempenham papéis completamente distintos e isolados uma da outra. A rede de Extração está diretamente relacionada com a parte de climatização e renovação de ar no interior do edifício, estando mais direcionada para requisitos de conforto por parte dos utilizadores. Já a rede de desenfumagem está mais relacionada com a parte de segurança para os utilizadores, uma vez que a sua função é extração de gases e vapores indesejados no edifício que para além do conforto possam colocar em causa a segurança dos utilizadores.

Identificação dos conflitos:

No SMC, conflitos nº: 31.

No NW: nenhum conflito assinalado para resolução.

Método de Resolução:

A rede prioritária neste tipo de casos seria a que apresenta condutas com dimensões mais elevadas, devendo a outra contornar os elementos de dimensões superiores de forma a evitar colisões e interseções nas respetivas redes.

Um aspeto muito importante a ter em conta neste tipo de redes deverá ser a existência de equipamentos nas respetivas redes, pois normalmente dificultam a deslocação/desvio dessas redes uma vez que são mais difíceis de mover e alterar.

A resolução deste tipo de problema consiste em alterar o traçado de uma das redes, como já foi referido, não existe nenhuma imposição de prioridades nestes casos, como tal cabe ao projetista decidir qual deve alterar para corrigir os problemas verificados adotando a solução mais simples de acordo com o seu ponto de vista e lógica.

Resolução dos Conflitos assinalados:

Conflito nº 31 – Colisão entre condutas da rede de Desenfumagem e de Extração

Tal como indica a Figura 51, este conflito tem origem na implantação de diferentes redes no mesmo traçado, conflituando entre si em todo o seu desenvolvimento longitudinal.

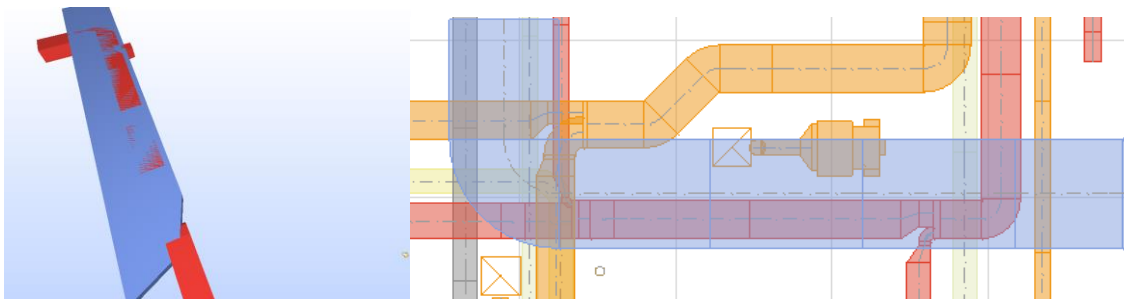


Figura 51 - Conflito entre Rede de Desenfumagem e Rede de Extração

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Parte destes problemas tem origem no fato de que ao modelar o projetista esconde as restantes especialidades, permitindo ter um ambiente de trabalho mais simples e organizado. Posteriormente quando ativa a visibilidade de todas as especialidades do projeto existem inúmeras sobreposições de redes, pois o projeto já é muito complexo só por si e por vezes o espaço existente para instalação das especialidades é muito reduzido.

Apesar de estarmos apenas a tratar a colisão entre as Redes de Desenfumagem e de Extração, pode verificar-se que também existem colisões entre a Rede de Desenfumagem e a Rede de Insuflação do edifício, ver Figura 52. Como já foi dito, as Redes de Insuflação e Extração geralmente desenvolvem-se paralelamente e como a Rede de Desenfumagem se está a sobrepor às outras duas tudo indica que esta rede é que foi mal projetada e é que está a originar os conflitos, como tal a solução mais fácil para este problema será arranjar outra opção de traçado para a rede de desenfumagem.

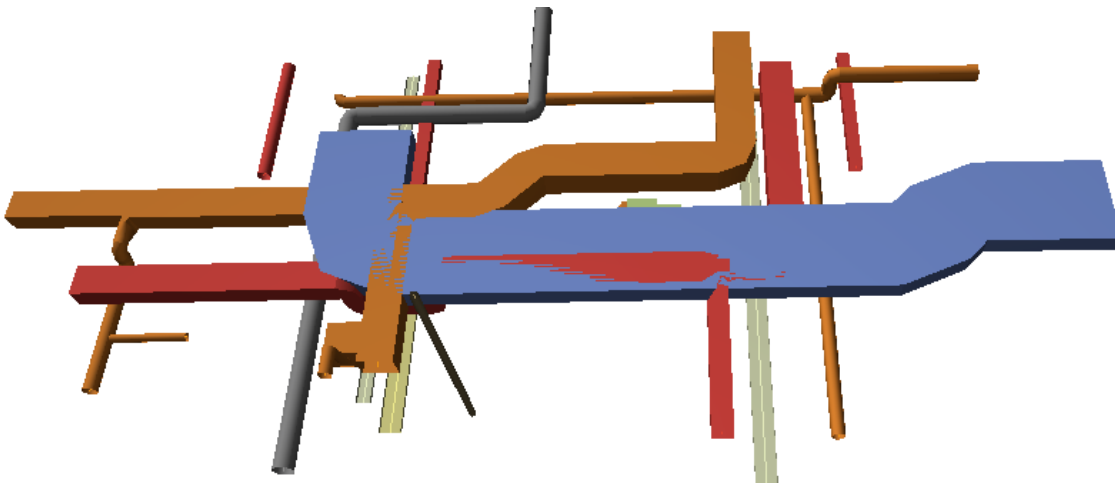


Figura 52 - Múltiplas colisões originadas pela rede de Desenfumagem

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Depois de analisada a envolvente, e identificadas todas as redes que se encontram na envolvente do conflito em questão concluiu-se que a melhor opção para resolver este problema seria baixar a cota de implantação da rede de desenfumagem neste tramo e desviar ligeiramente o seu traçado para a esquerda para que a conduta passe debaixo da Rede de Insuflação (representada a amarelo no modelo).

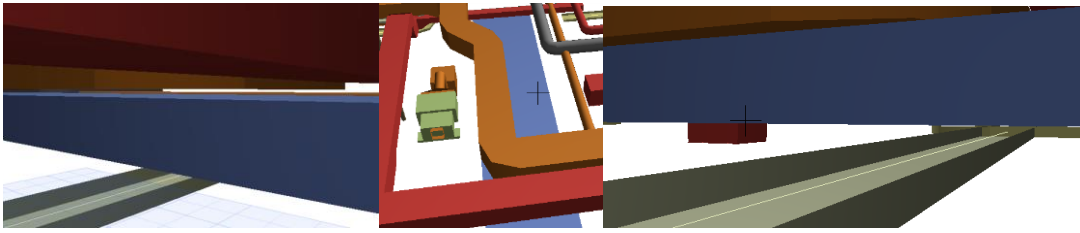


Figura 53 - Solução conflito nº 31

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Como se pode verificar na Figura 53, a solução adotada não intersesta nenhuma das especialidades circundantes na imagem, neste caso as Redes de Insuflação e Extração (imagem da esquerda) acima da Rede de Desenfumagem e os caminhos de cabos para passagem da Rede elétrica abaixo desta (imagem da direita), onde se representa também o traçado da conduta de desenfumagem a desembocar no local previsto mas com um traçado diferente e sem conflitos.

k) Colisão entre Rede AVAC de Desenfumagem e Rede AVAC de Retorno

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito diz respeito a duas redes distintas da especialidade de AVAC, neste caso a rede de desenfumagem do edifício e a rede de retorno da Rede AVAC.

A Rede de Desenfumagem é responsável pela extração de gases e vapores que possam existir no interior do edifício derivados de ações dos seus utilizadores que causam esses efeitos, e que podem colocar em causa o bem-estar e segurança dos mesmos.

A Rede de Retorno é uma rede complementar que encaminha parte do ar de Extração para ser tratado e misturado com ar novo que está a entrar no edifício e posteriormente se tornar ar de Insuflação que será introduzido no edifício de novo. É muito comum em zonas em que a qualidade do ar exterior disponível para insuflação não é muito boa, daí a necessidade de recorrer ao tratamento do ar existente para garantir alguma qualidade no interior dos edifícios em questão.

Identificação dos conflitos:

No SMC, conflitos nº: 32.

No NW: nenhum conflito assinalado para resolução.

Método de Resolução:

Neste tipo de conflito, e atendendo ao fato de que a prioridade será estabelecida de acordo com as dimensões das condutas de cada rede, a rede prioritária será a Rede de Desenfumagem, pois apresenta condutas com dimensões muito superiores às da rede de Retorno.

A resolução deste tipo de problema consistirá em fazer com que a Rede de Retorno contorne a Rede de Desenfumagem, uma vez que a dimensão das condutas desta rede são muito inferiores às da Rede de Desenfumagem e o processo é bastante simples e eficaz esta é a melhor solução para este tipo de conflito, sendo que não coloca em causa o funcionamento da rede nem o abastecimento de ar usado para renovação e voltar a ser insuflado no edifício.

Resolução dos Conflitos assinalados:

Conflito nº 32 – Interseção entre conduta de Desenfumagem e conduta de Retorno

A Figura 54, mostra vários ângulos e pontos de vista de uma colisão existente entre a rede de desenfumagem e a rede de retorno do edifício em estudo. Este tipo de conflito é o mais comum no caso de estudo pois como é composto por inúmeras e complexas especialidades que tem que ser confinadas num espaço reduzido originam tantas interferências pois é muito complicado gerir e coordenar um modelo do género, que exige alguma experiencia e conhecimento no assunto.

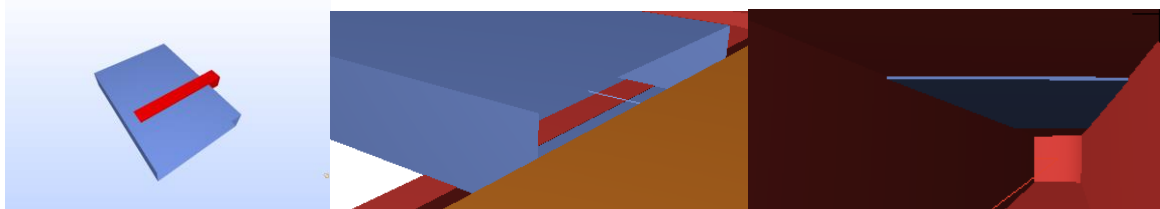


Figura 54 - Conflito entre Rede de Desenfumagem e Rede de Retorno

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Apesar de serem duas redes da mesma especialidade, neste caso AVAC, a gravidade do conflito não tem as mesmas proporções e desafios de resolução como alguns conflitos existentes e apresentados noutras redes de maiores dimensões e complexidade, pois a rede de retorno é uma rede de relativamente pequenas dimensões, o que facilita muito o processo de resolução do conflito.

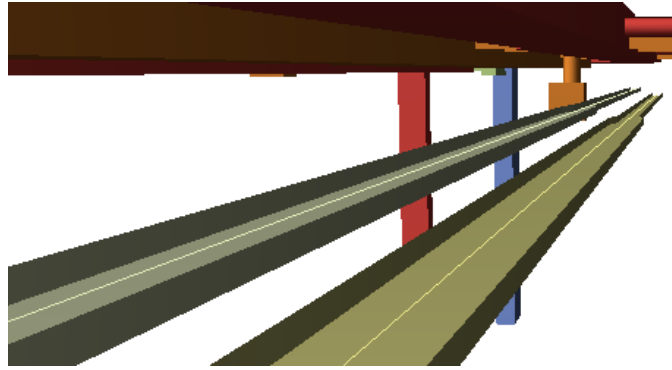


Figura 55 - Verificação de espaço existente para deslocação de conduta de retorno

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Como se pode verificar na Figura 55, existe bastante espaço livre entre as condutas principais de Insuflação e Extração, conduta da qual deriva a rede de Retorno, e os caminhos de cabos para fazer chegar a energia elétrica a todo o edifício, portanto é perfeitamente possível e eficaz resolver este conflito descendo a cota de implantação daquele tramo da rede.

1) Colisão entre Rede AVAC de Insuflação e Rede AVAC de Retorno

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito contempla duas redes que, para além de pertencerem à mesma especialidade, funcionam comumente pois a rede de Retorno é uma derivação da rede de Extração que encaminha parte do ar de extração para tratamento para ser reintroduzido na rede de insuflação do edifício.

Como tal, para além do mau funcionamento das redes em caso de conflito, no caso de existir alguma ligação entre as duas que não a da mistura do ar novo com a mistura do ar de retorno devidamente tratado pelos equipamentos existentes para o efeito provocaria a introdução de ar velho no edifício uma vez que levaria à circulação do ar de extração de novo no edifício.

Identificação dos conflitos:

No SMC, conflitos n°: 40 e 45.

No NW: nenhum conflito assinalado para resolução.

Método de Resolução:

A Rede AVAC de Insuflação tem prioridade sobre a Rede AVAC de Retorno pois a rede de insuflação é uma rede principal da especialidade e de dimensões superiores enquanto a rede de retorno funciona como rede complementar para o abastecimento de caudal necessário para insuflação.

A resolução deste tipo de problema consiste em remarcar o traçado da rede de retorno, pois é uma rede de menores dimensões que a rede de Insuflação, cuja remarcação pode implicar contorno de condutas da Rede de Insuflação se se tratar de uma interseção transversal, que é a solução desejável e mais simples, desde que haja espaço para tal ou então desviar a rede para que esta passe ao lado da prioritária com que está a colidir.

Resolução dos Conflitos assinalados:

Conflito n° 40 – Interseção vertical entre Rede de Insuflação e Rede de Retorno

A Figura 56 mostra uma colisão da rede de retorno com um tramo vertical da Rede de Insuflação do edifício. O fato do tramo ser vertical apenas indica que estamos perante uma zona de descida da rede para um piso inferior, onde também foi desenhada a rede de retorno e originou um conflito.

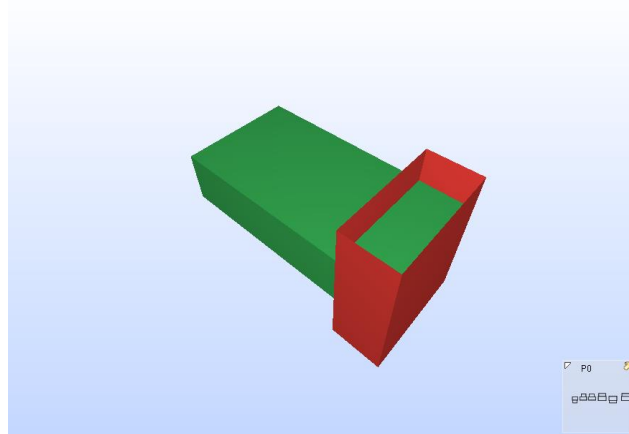


Figura 56 - Colisão entre Rede vertical de Insuflação e Rede de Retorno

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

A resolução deste conflito, onde se verifica um atravessamento da rede de retorno num tramo vertical da rede de insuflação, consiste em desviar o traçado da rede de retorno para que este passe ao lado da rede de Insuflação sem provocar interferências, ou então, se não for possível deslocar todo o tramo da rede, fazer com que esta contorne a rede prioritária naquele ponto.

Conflito nº 45 – colisão entre Rede de Insuflação e Rede de Retorno

A Figura 57, mostra o tipo de colisão mais frequente no modelo.

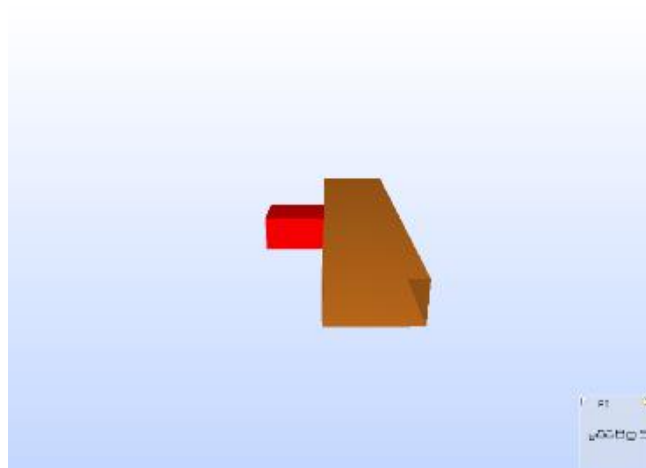


Figura 57 - Colisão entre Rede de Insuflação e Retorno

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

De forma semelhante a outros conflitos entre outras especialidades anteriormente apresentadas, a resolução mais simples deste conflito consiste em fazer com que a rede de retorno contorne a Rede prioritária, neste caso a rede de Insuflação, como se representa na Figura 58.

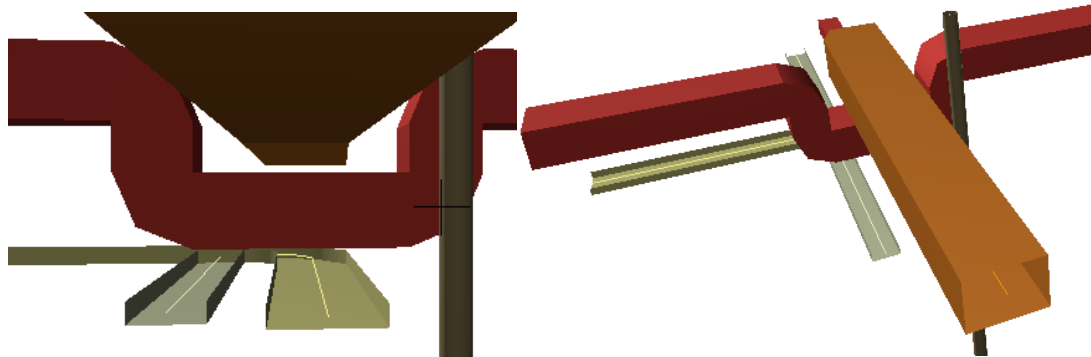


Figura 58 - Resolução do conflito nº 45

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

m) Colisão entre Rede AVAC de Extração e Rede AVAC de Retorno

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito resulta da colisão de duas redes que estão interligadas uma vez que a rede de retorno é uma derivação da rede de extração que tem como função encaminhar algum ar que iria ser extraído para equipamentos apropriados que irão fazer o tratamento desse mesmo ar para posterior mistura com o ar novo, que irá tornar-se ar de insuflação.

As duas redes aqui assinaladas e identificadas trabalham com o mesmo tipo de ar, apenas se altera a finalidade de cada uma, porque uma tem como função retirar o ar velho do interior do edifício para permitir a introdução de ar novo e a outra tem como função reencaminhar parte desse mesmo ar velho para tratamento para posterior reintrodução no edifício, por isso em caso de conflito apenas estaria em questão o bom funcionamento das duas redes e não a contaminação do ar ou ambiente no interior dos edifícios.

Um aspeto muito importante a referir é que a Rede de Extração de sanitários é uma rede independente da rede de Extração do ar velho do edifício, e como tal esta não tem rede de retorno para tratamento e reutilização do ar velho.

Identificação dos conflitos:

No SMC, conflito nº: 44

No NW: nenhum conflito identificado para resolução.

Método de Resolução:

A Rede AVAC de Extração tem prioridade sobre a Rede AVAC de Retorno pois a rede de extração é uma rede principal da especialidade enquanto a rede de retorno funciona como rede complementar para o abastecimento de caudal necessário para insuflação, que deriva da Rede de Extração, logo é uma espécie rede secundária.

A resolução deste tipo de problema consiste em fazer com que a rede de retorno adote um traçado que não interfira com a rede de Extração durante o seu percurso.

Como referido anteriormente, e uma vez que a Rede de Extração de Sanitários é uma rede independente a resolução de conflitos deste tipo passará pela adoção do fundamento do diâmetro menor para definir qual a rede prioritária e qual deve ter alterações de traçado na correção do conflito. Mais uma vez não esquecer que podem existir, pontualmente, soluções em que seja mais simples proceder a alterações que não vão de acordo com as bases aqui enunciadas, cabendo ao projetista a decisão e sentido de bom senso na análise e resolução dos conflitos.

Resolução dos Conflitos assinalados:

Conflito nº 44 – Conflito entre Rede de Extração de Sanitários e Rede de Retorno

A Figura 59, enuncia a colisão entre duas redes da especialidade AVAC mas que nada tem em comum, sendo que uma delas é a Rede de Extração de Sanitários e a outra é a Rede de Retorno.

A importância da identificação deste conflito reside no fato de que a Rede de Extração de Sanitários é uma rede independente da Rede de Extração do Edifício em geral.

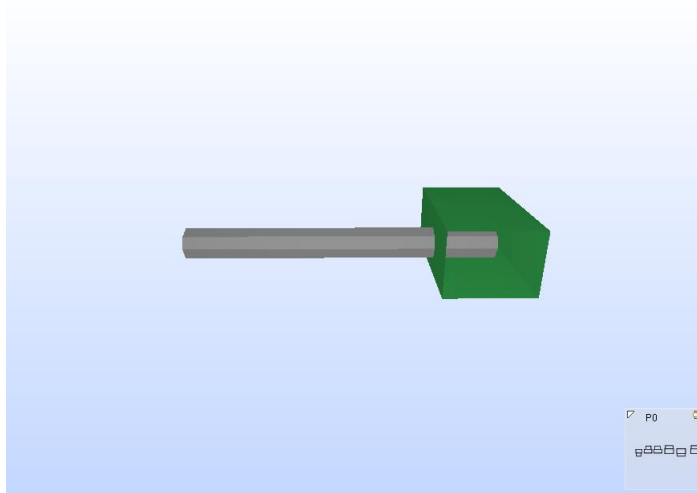


Figura 59 - Conflito entre rede de extração de sanitários e rede de retorno

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

A forma de resolução deste tipo de conflito é semelhante á resolução dos conflitos anteriormente enunciados referentes à alínea k) “Colisão entre Redes AVAC de Insuflação e Redes AVAC de Retorno”, do presente capítulo.

Apesar de se tratar de uma rede individual, o mecanismo de funcionamento e todos os critérios são semelhantes aos da Rede de Extração do edifício, sendo separativa apenas pelo fato da origem do ar de extração, que é mais suscetível a transportar odores, como tal poderia causar a contaminação dos restantes compartimentos dos edifício no caso de ser reutilizado como ar de retorno.

n) Colisão entre Rede Elétrica e Redes AVAC

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito consiste na colisão entre as especialidades da Rede Elétrica e das Redes AVAC de um edifício.

A rede elétrica é constituída por redes principais, que se destacam pela composição através de cablagens de dimensões superiores e tramos principais que se destinam a abastecer todo o edifício com energia elétrica, e redes secundárias que se podem definir como pequenos troços e diâmetros menores cujo objetivo é fazer chegar a energia a todos os pontos e equipamentos necessários.

As Redes AVAC contemplam todas as redes que estão inseridas no grupo e constituem a especialidade AVAC.

Identificação dos conflitos:

No SMC, conflitos n°: 46, 47, 48, 52

No NW: clash 10, clash 408

Método de Resolução:

A Rede AVAC tem prioridade máxima sobre todas as redes de especialidade dos edifícios, como tal é a rede prioritária neste tipo e em todos os tipos de conflito que possam existir. Para além de que a Rede Elétrica, devido à flexibilidade que os seus componentes apresentam comparativamente com as restantes especialidades é a rede que apresenta a menor prioridade num edifício, e como tal em caso de conflito com esta rede será sempre a que estará mais suscetível a alterações. No entanto, as condutas principais desta especialidade devem ter alguma prioridade e não conter muitos cotovelos pois em casos de grandes edifícios, como o caso de estudo aqui analisado, podem conter cablagens de grandes dimensões que podem também causar algumas dificuldades na montagem e encaminhamento das mesmas nos locais previstos para o efeito, neste caso, caminhos de cabos, se estes forem constituídos por muitas curvas ao longo da sua distribuição.

Geralmente, nos grandes edifícios em que as redes elétricas estão instaladas no teto falso dos mesmos, como o caso de estudo em questão, os caminhos de cabos e todas as redes elétricas são o último elemento imediatamente antes do teto falso, por isso quer dizer que estas redes são as últimas a ser montadas no que concerne à montagem das redes de especialidades. Como tal, no caso deste tipo de conflito, a rede elétrica será a rede que terá de ser deslocada para corrigir o conflito, devido à sua superior flexibilidade comparativamente com a outra especialidade.

Resolução dos Conflitos assinalados:

Conflito nº 46 – Interseção longitudinal de caminho de cabos com conduta de desenfumagem

A Figura 60 ilustra o conflito entre duas redes que foram modeladas no mesmo sítio, por isso estão em conflito em parte do seu traçado longitudinal.

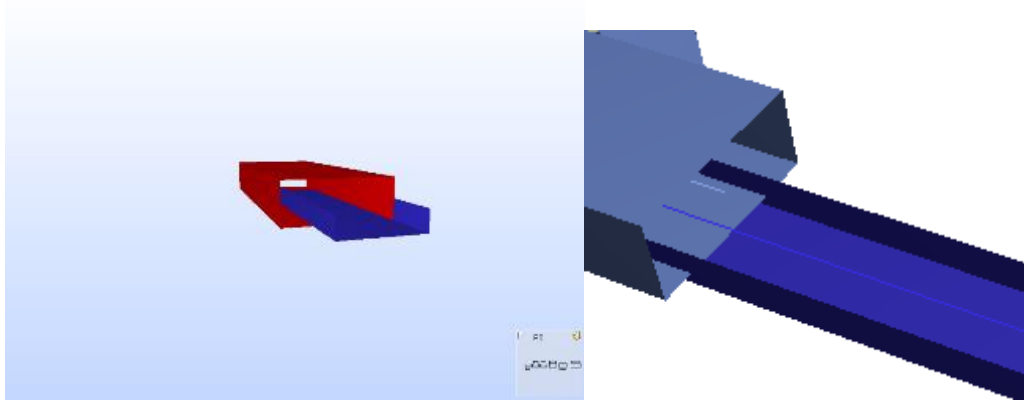


Figura 60 – Conflito entre caminho de cabos e Rede de Desenfumagem

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Após analisada a situação pode verificar-se que a origem deste conflito está na implantação do caminho de cabos a uma cota errada, neste caso igual á cota de implantação da rede de Desenfumagem, provocando conflito das redes.

Com a retificação da cota de implantação desta rede (elétrica) pode verificar-se que o conflito foi resolvido de forma muito fácil e que a sua origem estava num lapso ou descuido por parte do projetista. Pode verificar-se que a rede situada entre a conduta de desenfumagem com que conflituava no início e um outro caminho de cabos, possivelmente de correntes fracas, a uma cota inferior, e que o espaço entre estes dois últimos elementos permitiu resolver o conflito de forma eficaz e rápida, como se pode comprovar na Figura 61.

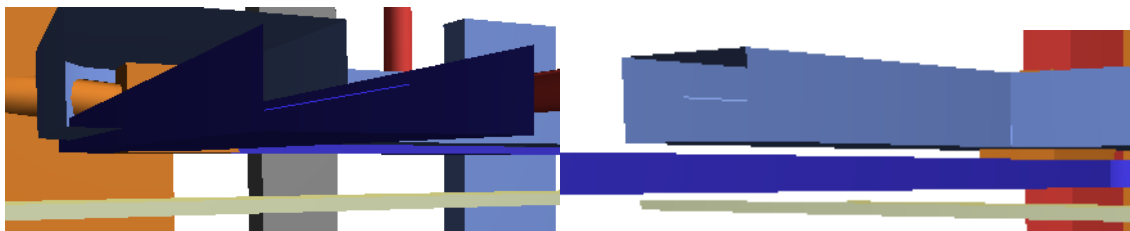


Figura 61 - Resolução do conflito entre caminho de cabos e Rede de desenfumagem

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Conflito nº 47 – Interseção transversal de caminho de cabos com conduta de Insuflação

A Figura 62 representa a interseção transversal entre uma rede elétrica e uma conduta de ligação ao difusor de Insuflação da respetiva rede.

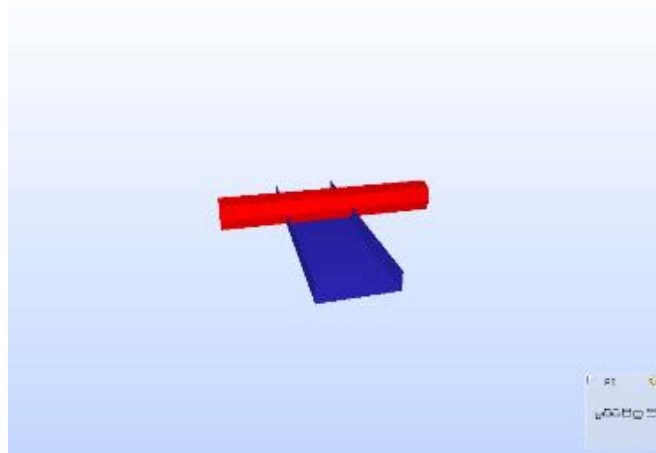


Figura 62 – Conflito entre caminho de cabos e Rede de Insuflação

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Tal como se pode verificar no conflito nº 46, a origem deste conflito também está na cota de implantação dos caminhos de cabos da rede elétrica. Independentemente da rede AVAC com que conflitue, a rede elétrica deverá ser sempre a alterada na correção dos conflitos pois é a mais flexível e de menores dimensões.

Como tal, a resolução deste conflito será análoga ao conflito nº 46, que consiste na correção da cota de implantação da rede.

Problemas com resolução semelhante ao conflito nº 47:

Conflitos nº: 48 e 52.

Clash nº 10 - Interseção entre caminhos de cabos e conduta vertical

A Figura 63 representa o conflito entre um caminho de cabos da rede elétrica e uma conduta vertical das redes AVAC, que pode ser para a descida de piso de uma das redes da especialidade

de AVAC, ou apenas para ligar a algum aparelho instalado no teto do respetivo piso, como é o caso de terminais de insuflação, por exemplo.

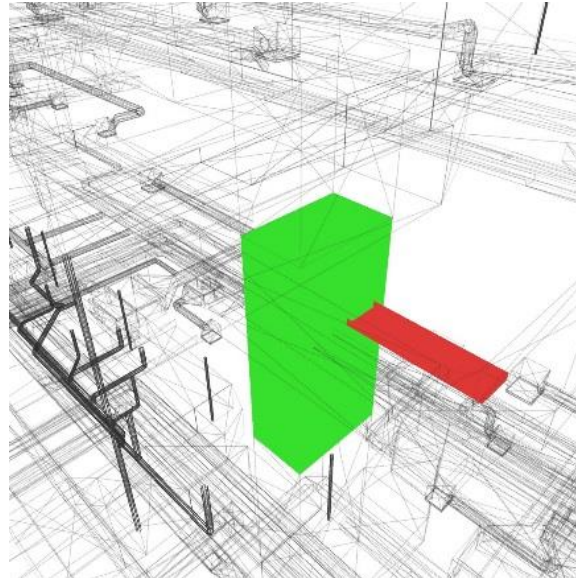


Figura 63 – Conflito entre caminho de cabos e conduta vertical

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo) (NW)

Como a rede AVAC, tem dimensões muito superiores e menor margem de manobra para alterações, para além de ser a rede prioritária, a resolução deste conflito passará pela instalação do caminho de cabos de forma a contornar a conduta, voltando depois ao seu traçado inicial.

Clash nº 408 – Interseção de caminhos de cabos com caixa terminal de Insuflação

A Figura 64 mostra um conflito entre as redes de caminhos de cabos e um equipamento da rede AVAC de Insuflação, neste caso um terminal de Insuflação.

O conflito aqui apresentado apenas refere e enuncia a colisão entre o caminho de cabos e o equipamento da rede AVAC, mas pode verificar-se que também existe colisão com a conduta de ligação ao equipamento através da análise da imagem, o que é um fator muito importante e decisivo na resolução deste conflito, pois para além do equipamento também abrange a rede do mesmo, o que poderá indicar mais um problema originado pela errada marcação do traçado da rede elétrica e cotas de implantação da mesma.

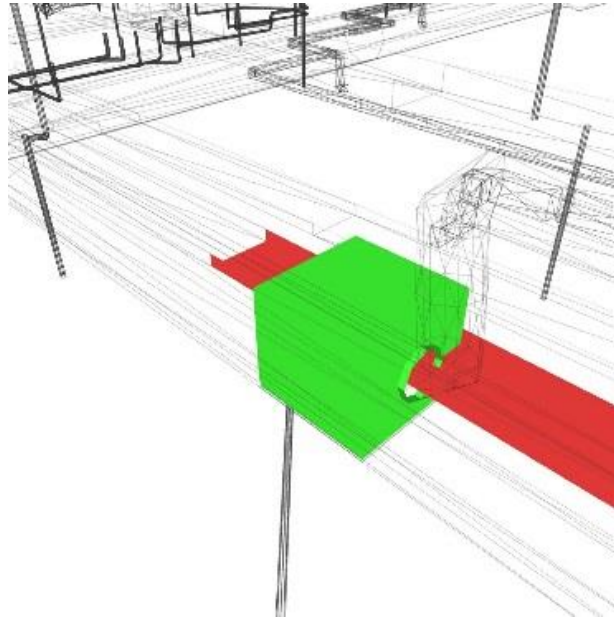


Figura 64 – Conflito entre caminho de cabos e terminal de Insuflação

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo) (NW)

A resolução deste conflito deverá, como todas as outras, basear-se numa minuciosa análise do mesmo no modelo assim como da respetiva envolvente para se perceber qual foi a origem do erro.

o) Colisão entre Redes AVAC e Rede Pluvial

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito caracteriza-se pela interseção entre elementos da Rede Pluvial de um edifício, destinada à drenagem e escoamento das águas das chuvas e provenientes de lavagem de arruamentos e regas de jardins, etc. com elementos das Redes da especialidade AVAC.

Usualmente as Redes Pluviais encontravam-se instaladas nas fachadas dos edifícios, mas é uma prática que se verifica mais frequentemente nos edifícios de pequenas e médias dimensões, como é o caso de habitações e outros pequenos prédios, apesar de que em alguns casos a arquitetura pode querer que estes fiquem escondidos, normalmente embutidos em paredes ou em courettes previstas para o efeito. Nos grandes edifícios, geralmente, esta rede encontra-se introduzida em courettes e caminhos específicos para a passagem da mesma. No entanto, apesar de estarem instaladas em locais específicos, nos atravessamentos de pisos e nos ramais de

ligação esta rede pode circular na mesma zona que as restantes especialidades, o que origina o aparecimento de conflitos.

No caso de estudo em questão, as Redes Pluviais encontram-se também instaladas na fachada do edifício, como é prática construtiva tradicional, o que leva a pensar que os conflitos que possam existir entre estas duas especialidades estão localizados nas zonas exteriores do edifício, como é o caso de fachadas e coberturas ou ao nível do piso 0, onde os ramais de descarga encaminham os fluidos provenientes dos tubos de queda e locais que se destinam a escoar para a rede pública.

Identificação dos conflitos:

No SMC, conflitos nº: 54

No NW: nenhum conflito assinalado para resolução.

Método de Resolução:

As Redes AVAC têm prioridade sobre a Rede Pluvial mas, tal como acontece com a Rede Residual tem que se ter atenção á necessidade de garantir pendentes mínimas na Rede Pluvial pois, geralmente, todo o processo de escoamento é efetuado de forma gravítica, á exceção dos pisos que se encontrem a um nível inferior ao do terreno de implantação do edifício.

A resolução deste tipo de problema é muito semelhante à resolução dos conflitos enunciados na alínea e) “Colisão entre Rede AVAC e Rede Residual (esgotos) ”, uma vez que as duas redes são muito semelhantes do ponto de vista de montagem e funcionamento, sendo que o que as distingue é o tipo de fluido que estão predestinadas a escoar.

Resolução dos Conflitos assinalados:

Conflito nº 54 – Interseção entre Rede de Insuflação e tubo de queda da Rede Pluvial

A Figura 65 ilustra o conflito entre um tubo de queda, pertencente à rede Pluvial do edifício e uma conduta de Insuflação que pertence á Rede de Insuflação da especialidade de AVAC.

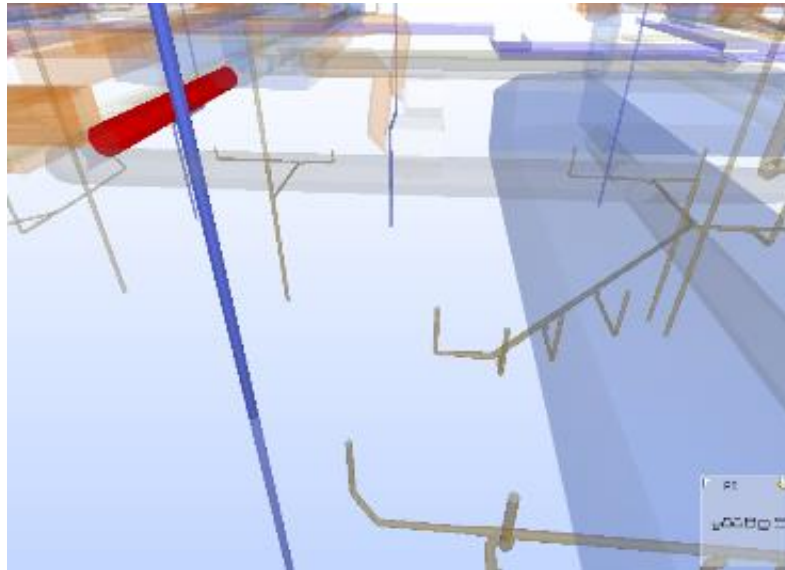


Figura 65 – Conflito entre tubo de queda e conduta de Insuflação

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Nos casos deste tipo, em que a rede Pluvial está instalada no exterior do edifício, os conflitos aqui abordados não são uma prática muito comum, pois raramente se encontram num ambiente comum ao de outras especialidades, exceto nos ramais de ligação, em que a rede pode passar numa zona comum no interior do edifício para chegar á caixa ramal de ligação onde irá efetuar a descarga.

De forma análoga ao enunciado na alínea e) deste capítulo, a resolução deste conflito passa por descobrir uma alternativa ao traçado da Rede Pluvial, para que esta Rede não intersete nenhuma das outras especialidades, sendo que por se tratar de conflitos com uma Rede AVAC esta tem prioridade sobre a Rede Pluvial, por inúmeras razões já assinaladas.

Outra colisão deste tipo pode verificar-se na Figura 66, em que se verifica a colisão destas duas redes num espaço previsto para a descida das duas especialidades para os pisos inferiores do edifício.

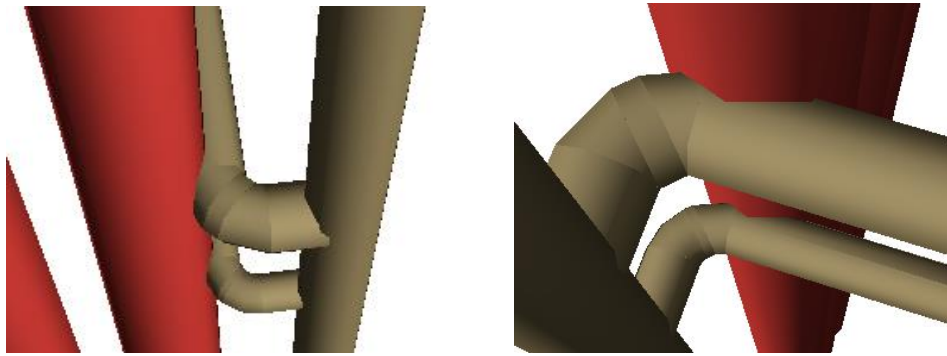


Figura 66 - Conflito entre Rede Pluvial e Rede de extração

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Como já foi referido, em alguns casos, o traçado dos tubos de queda das Redes Pluviais é encaminhado pelo interior dos edifícios, juntamente com outras redes, como se pode verificar no caso em questão.

p) Colisão entre Rede Elétrica e Rede de Abastecimento de água

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito é originado pela interseção e/ou proximidade da implantação destas duas redes num edifício. É do conhecimento geral que a água é condutora de corrente elétrica, como tal existem regulamentos que impõem a utilização de distâncias de segurança, identificação e sinalização na implementação destas duas especialidades assim como utilização de acessórios que garantam a segurança e isolamento adequado em casos específicos.

Se num caso isolado de cruzamento ou atravessamento em que estas duas especialidades se interessem existe um risco para a segurança dos utilizadores de um edifício a complexidade da implementação das redes num edifício com estas dimensões aumenta exponencialmente, como tal o cuidado deve ser redobrado para evitar que existam avarias ou acidentes durante o período de vida útil e utilização do edifício cujo risco acresça devido á má instalação e proteção destas redes.

No caso de habitações familiares, geralmente de pequenas e médias dimensões e sem grande complexidade nas instalações e componentes de especialidades, este problema não tem um risco tão acrescido pois, geralmente, os cabos elétricos estão embutidos nas paredes enquanto as redes de abastecimento de água circulam no teto falso e por vezes até no piso do edifício, tendo

ramificações nas paredes apenas para abastecer os equipamentos e acessórios, sendo mais fácil controlar os riscos.

Já em grandes edifícios, como é o caso de edifícios destinados a Comércio e Serviços, em que grande parte está sujeita a alterações frequentes de acordo com o tipo de utilização que irão ter e em que o número de especialidades é muito mais elevado, as redes principais de todas as especialidades encontram-se, geralmente, conciliadas no teto falso dos edifícios para que seja mais fácil aceder-lhes se necessário. Contudo, como se encontram todas as especialidades no mesmo local, no caso de avarias se não estiverem devidamente protegidas podem levar à existência de riscos e acidentes acrescidos, por isso as redes elétricas devem estar devidamente isoladas e instaladas para que não originem riscos acrescidos na ocorrência de acidentes e/ou avarias.

Identificação dos conflitos:

No SMC, conflitos nº: 55

No NW: nenhum conflito assinalado para resolução.

Método de Resolução:

A rede de abastecimento de água é a rede que está imediatamente acima da rede elétrica na lista de prioridades recomendada para a verificação e correção de conflitos pois, como é uma rede acionada por pressão é mais fácil de mudar de rota de forma a contornar objetos de dimensões superiores, garantindo o correto funcionamento da rede. Como tal, neste tipo de conflitos a rede de abastecimento de água será a rede prioritária.

Para a resolução deste tipo de problema é necessário ter em conta alguns cuidados essenciais a ter com a utilização de redes elétricas, como é o caso de que estas não podem estar a menos de 3 cm de instalações não elétricas, não devem ser instaladas sobre canalizações de água ou aquecimento, não devem estar sujeitas a grandes gradientes de temperatura e, em caso de estar prevista a instalação em locais não acessíveis, como é o caso de courettes, galerias não acessíveis e espaços do género, não devem ser utilizadas para instalações elétricas e instalações não elétricas.

Tendo presentes os cuidados enunciados no parágrafo anterior, a resolução de conflitos com as redes elétricas passa pela análise e adoção de traçados alternativos para os caminhos de cabos da rede, de forma que cumpram todos os requisitos de segurança, pois apesar de ser a rede mais flexível do ponto de vista de trabalhabilidade e instalação, é a mais perigosa e que representa maiores riscos de segurança para o público em geral em caso de não serem devidamente montadas e cumprindo todos os requisitos de segurança.

Resolução dos Conflitos assinalados:

Conflito nº 55 – Interseção entre caminho de cabos de correntes fortes e rede de abastecimento de água de um edifício

Na Figura 67 apresentam-se múltiplos conflitos entre duas redes de caminhos de cabos, no caso uma dessas redes pertence á rede elétrica do edifício, para encaminhar os cabos elétricos desta rede, e a outra pertence á rede de abastecimento de água do edifício, onde irão circular os tubos para abastecimento de águas e águas quentes sanitárias (AQS) dos aparelhos e dispositivos necessários do edifício.

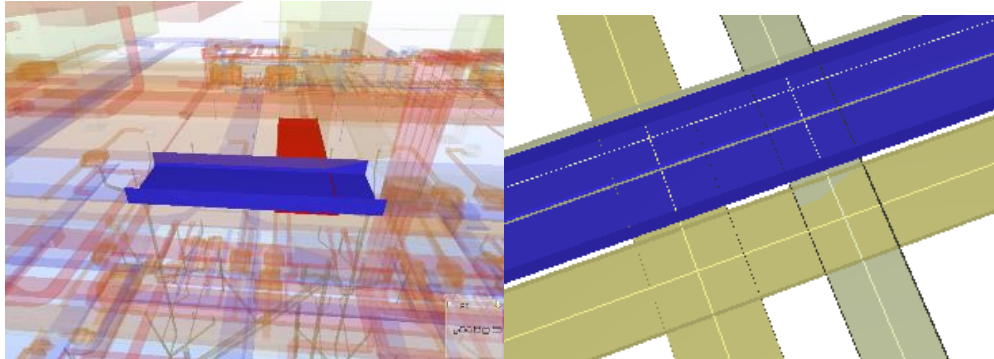


Figura 67 – Conflito entre rede de abastecimento de água e rede de correntes fortes de eletricidade

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Como se pode verificar na figura anterior, a interseção das duas especialidades é provocada por um cruzamento entre as respetivas redes, por isso podemos concluir que as duas se encontram implantadas ao mesmo nível em, pelo menos, aquele tramo da rede e será essa a origem do erro.

A resolução deste conflito passa pela análise da viabilidade de implantar a rede elétrica a uma cota inferior, ou pelo menos contorná-la naquele ponto com as devidas precauções, da rede de

abastecimento de água pois, como já foi referido anteriormente, para além da rede de abastecimento de água ter prioridade sobre a rede elétrica esta última nunca deve ser implantada sobre as redes hidráulicas.

Outro aspeto importante a que se deve ter atenção é que a rede e conflito que analisamos se encontram localizados na cobertura do edifício, como tal devem ser previstas formas de proteger as mesmas dos riscos e ações da natureza que podem danificar ou provocar o mau funcionamento das redes.

q) Colisão entre Rede Abastecimento de águas e Redes AVAC

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito diz respeito a interseções e atravessamentos de condutas e equipamentos da Rede AVAC por parte da Rede de abastecimento de água que é constituída por uma rede destinada a águas quentes sanitárias (AQS) e outra destinada a águas frias, que se desenvolvem sempre paralelamente e em conjunto para o abastecimento do equipamentos e dispositivos necessários.

Identificação dos conflitos:

No SMC, conflitos nº: 57

No NW: nenhum conflito assinalado para resolução.

Método de Resolução:

As Redes AVAC têm prioridade sobre a Rede de Abastecimento de águas pois para além das grandes dimensões e de serem prioritárias sobre todas as redes e especialidades a Rede de Abastecimento não apresenta grandes requisitos que impeçam a mudança de traçado uma vez que este tipo de redes neste tipo de edifícios são assistidas por grupos de eletrobombas que garantem a pressão adequada de serviço no abastecimento dos equipamentos para o bom funcionamento da rede.

A resolução deste tipo de problema é, de forma geral, muito simples, uma vez que é perfeitamente possível montar as redes de abastecimento de água de forma a contornar objetos e equipamentos garantindo as pressões ideais para o bom funcionamento deste tipo de redes., uma vez que a pressão de serviço é o principal requisito para o bom funcionamento das Redes de abastecimento.

Resolução dos Conflitos assinalados:

Conflito nº 57 – Interseção de Rede de abastecimento de águas com rede de Insuflação

A Figura 68 apresenta um conflito originado pela implementação de duas redes diferentes no mesmo traçado, neste caso a Rede de Insuflação e a Rede de Abastecimento de Águas.

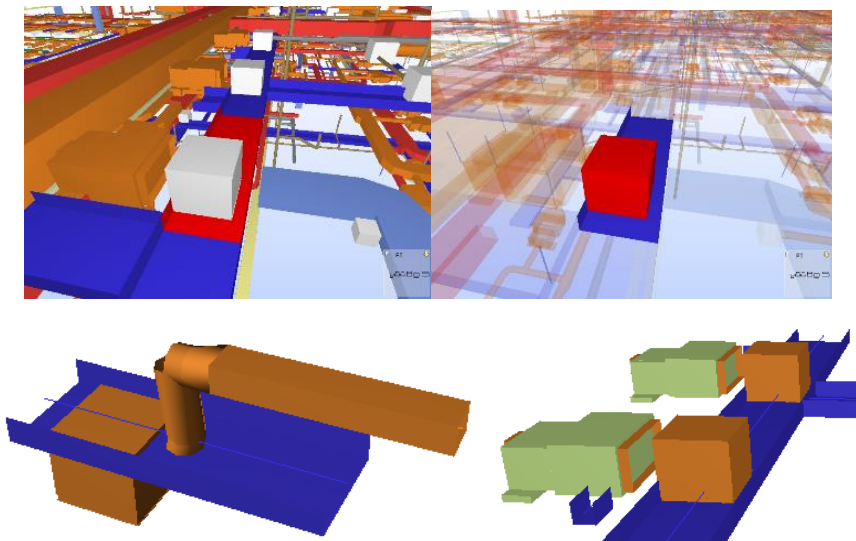


Figura 68 – Conflito entre rede de abastecimento e difusor de Insuflação

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Como as imagens anteriores comprovam, existem vários conflitos, e não apenas deste tipo, que tem origem na sobreposição de redes com o mesmo traçado, o que é um problema muito frequente no caso de edifícios com elevadas dimensões.

Apesar de serem redes distintas, é natural que por vezes se desenvolvam relativamente próximas pois algumas das outras redes também tem necessidade de redes de processamento e abastecimento que podem circular nos caminhos de cabos previstos para o abastecimento de água.

Na Figura 69 pode verificar-se que se se efetuar um pequeno desvio no traçado da Rede de Abastecimento para a direita, o conflito fica resolvido de forma muito simples, e pela existência de espaço suficiente para essa alteração, como se pode verificar na figura da esquerda, será de entender que aquele espaço seria mesmo para a respetiva rede, pelo que poderia ter ocorrido alguma confusão ou erro durante a modelação que originou o conflito devido a má localização do traçado de implantação da rede em questão.

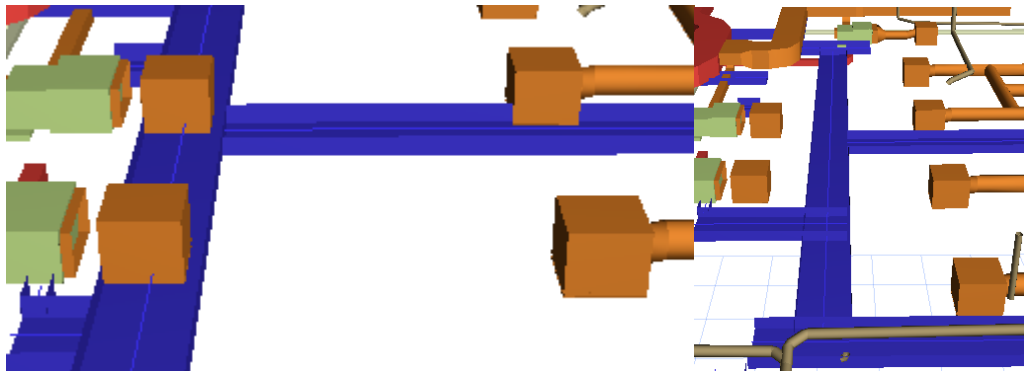


Figura 69 - Verificação de espaço existente para alteração de traçado e resolução do conflito

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Após a alteração, imagem da direita, pode também verificar-se que, para além do espaço ser mais do que o necessário para a passagem da rede, esta tem ramificações que se estendem até aos equipamentos da Rede de Insuflação, o que vem comprovar que estes caminhos também podem conter redes complementares das restantes Redes do edifício que garantem o bom funcionamento das mesmas. Um exemplo dessas redes pode ser a rede de processamento de AVAC que visa extrair humidades e vapores produzidos pelo funcionamento dos respetivos equipamentos.

r) Colisão entre Rede Residual e Rede Pluvial

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito diz respeito á ocorrência de interseções entre elementos da Rede Residual e da Rede Pluvial de um edifício.

Apesar de não ser um conflito muito frequente a maior probabilidade de ocorrência de colisões deste tipo é nos ramais de descarga que irão encaminhar as duas redes para as respetivas caixas

de ramal de ligação à rede pública pois, normalmente, encontram-se todos sob a laje do piso 0, que é referente ao rés-do-chão de um edifício e onde se faz a ligação destas redes com a rede pública de esgotos.

Identificação dos conflitos:

No SMC, conflitos n°: 59

No NW: nenhum conflito assinalado para resolução.

Método de Resolução:

Apesar de as duas Redes aqui abordadas serem muito semelhantes do ponto de vista de funcionamento e das funções que desempenham deve dar-se preferência às Redes Residuais pois estão diretamente relacionadas com o bom funcionamento da maior parte dos equipamentos de um edifício, e como tal do bom funcionamento do edifício em geral.

A resolução deste tipo de problema passa pela adoção de traçados, por parte das duas redes, que evitem cruzamentos e interseções uma vez que ambas têm tendência a desenvolver-se a cotas semelhantes no terreno, por isso o traçado ideal seria que os ramais de descarga se desenvolvessem paralelamente sempre que possível, devidamente assinalados e identificados de acordo com o tipo de rede que constituem.

Resolução dos Conflitos assinalados:

Conflito n° 59 – Interseção entre Rede Residual e Rede Pluvial

A Figura 70 apresenta uma colisão entre elementos das Redes Residual e Pluvial, que são responsáveis pelo escoamento de todos os fluidos do edifício.

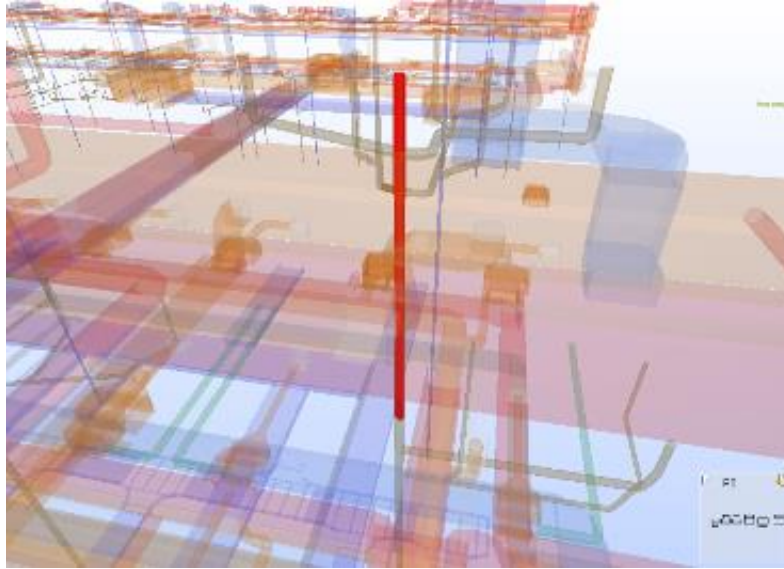


Figura 70 – Conflito entre elementos de Rede Residual e Rede Pluvial

Fonte: AUTOR (Caso de Estudo)

Como se trata de duas redes muito semelhantes do ponto de vista de equipamentos e funcionamento, a resolução deste tipo de conflitos deverá basear-se no bom senso de quem estiver responsável pela resolução do mesmo, adotando medidas que resolvam o problema de forma eficaz e o mais simples possível, garantindo o bom funcionamento das redes em questão atendendo às boas práticas que as caracterizam.

s) Interferência entre Rede Residual e Rede Elétrica

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito caracteriza-se pela colisão entre elementos da Rede Residual e a Rede Elétrica do edifício. Esta situação está mais propícia a acontecimento no caso dos tubos de queda (elementos verticais da rede residual) quando estes fazem os atravessamentos de pisos, para encaminhamento das águas residuais para o ponto de escoamento, que podem colidir com os caminhos de cabos da especialidade.

Identificação dos conflitos:

No SMC: nenhum conflito assinalado para resolução.

No NW: nenhum conflito assinalado para resolução.

Apesar de não ter sido identificado nenhum conflito deste tipo na verificação do modelo, considerou-se relevante fazer referência ao mesmo, pois apesar de neste caso não existir nenhum do género, pode ocorrer em outros modelos e situações de igual complexidade.

Método de Resolução:

No caso da ocorrência deste tipo de conflito, e tal como já foi referido anteriormente, a Rede Elétrica é a que tem menos prioridade, como tal a Rede Residual é prioritária.

A resolução deste tipo de conflito passaria pelo desvio do traçado do caminho de cabos da Rede elétrica de forma a contornar a Rede Residual, pois além de ter menos prioridade a rede elétrica é mais flexível e fácil de alterar.

Como conclusão deste capítulo, “Caso de estudo”, é importante referir que as soluções e metodologia de resolução adotadas não são únicas e podem existir, de acordo com o ponto de vista dos responsáveis pela correção dos erros, outras mais práticas e eficazes. No entanto, as soluções aqui apresentadas também são viáveis e de resolução fácil, comparativamente com o contexto em que se inserem. Outra questão também importante, e também anteriormente referida é o facto de que, a melhor forma para se atingir uma solução ideal do ponto de vista de resolução de um conflito entre duas especialidades é a cooperação entre os responsáveis dessas mesmas especialidades.

CAPÍTULO 5

5. PROPOSTA: GUIA DE MODELAÇÃO/COORDENAÇÃO E GESTÃO DAS MEP NO BIM

O capítulo que aqui se inicia apresenta um Guia/Manual Prático para auxiliar os Engenheiros e Técnicos da Indústria AEC na Modelação, Coordenação e Execução das suas tarefas, baseado em boas práticas de construção e indicações referidas pelos diversos autores citados durante o desenvolvimento da dissertação.

O conteúdo da proposta de Guia apresentado é baseado na informação, pesquisa e trabalho desenvolvido e apresentado nos capítulos anteriores desta dissertação, pelo que este capítulo apenas visa estruturar a informação relevante, assim como, os objetivos propostos do trabalho desenvolvido anteriormente de forma a ser uma espécie de Guia geral para coordenação das especialidades MEP no setor da Indústria AEC.

Em forma de introdução ao documento que aqui se pretende apresentar, de seguida encontra-se uma breve descrição da estrutura proposta e conteúdo do guia. Como tal, o documento encontra-se estruturado da seguinte forma:

No primeiro capítulo do documento apresenta-se, de forma breve e sucinta, as especialidades MEP aqui abordadas e que são a base do trabalho desenvolvido.

No segundo capítulo, encontra-se de forma resumida os principais componentes e sistemas que constituem cada especialidade MEP.

O terceiro capítulo enuncia as principais características de cada especialidade bem como noções básicas e cuidados a ter por parte dos utilizadores em geral e técnicos de cada especialidade.

O quarto capítulo apresenta um conjunto de erros, anteriormente identificados no caso de estudo, que esteve na origem do trabalho e assinalados para resolução com a descrição dos mesmos, possíveis causas de origem e método de resolução.

Nota: O Guia encontra-se estruturado de forma semelhante a documentos do mesmo género e finalidade, para que seja possível a sua utilização independente do resto da dissertação por parte de todos os profissionais que pretendam utilizá-lo como referência para desenvolver os seus trabalhos. Representa uma versão académica, preliminar e passível de melhoramentos e desenvolvimentos decorrentes da respetiva experimentação e análise pelos destinatários.

Como já foi referido, a proposta de Guia elaborada e aqui apresentada é especialmente direcionada para Engenheiros, Arquitetos e Técnicos da Indústria AEC que desempenhem a função de gestor e coordenador de projetos, pois é um documento especialmente direcionado para a resolução de conflitos e incompatibilidades em projetos de construção.

Pode também servir de base e apoio, para qualquer pessoa, para facilitar a procura por regulamentos específicos de cada especialidade abordada no trabalho, pois encontram-se referidos os principais regulamentos relativos a cada especialidade abordada, no nosso país. Bem como para dar conhecimento de noções básicas de utilização e segurança relativa a cada especialidade e principais componentes e sistemas de cada uma.

O documento pode ainda servir de base para a resolução de conflitos entre as redes e sistemas das especialidades MEP abordadas pois engloba um conjunto de conflitos entre essas mesmas

especialidades, que tendem a ser os mais frequentes neste tipo de projetos, e onde se apresenta um conjunto de soluções para resolução desses conflitos.

Essencialmente, com o documento aqui apresentado pretende constituir-se e apresentar-se um documento de boas práticas que auxilie os responsáveis pelo processo de coordenação e gestão de projetos no desenvolvimento das suas atividades, contribuindo para a obtenção de um trabalho de qualidade.

No ANEXO V encontra-se a versão integral do documento aqui apresentado para consulta detalhada, em versão e estrutura independente do restante documento. De salientar que a proposta de Guia aqui apresentada é um agregar e resumo da informação e trabalho desenvolvido e apresentado no corpo desta Dissertação. Como tal, para maior detalhe e esclarecimento devem ser consultados os capítulos anteriores da mesma.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSÃO

Este capítulo encontra-se dividido em dois subcapítulos, dos quais um é composto pelas conclusões que resultaram do desenvolvimento deste trabalho e dissertação e o outro contempla sugestões para trabalhos futuros acerca desta temática para dar continuidade ao trabalho desenvolvido.

6.1. CONCLUSÕES GERAIS

De seguida apresentam-se as principais e mais relevantes conclusões obtidas ao longo do desenvolvimento deste trabalho de acordo com os objetivos inicialmente estabelecidos.

Relativamente ao Estado de Arte (Capítulo 2) pode verificar-se que a coordenação de sistemas MEP é um assunto ainda muito pouco desenvolvido, mas que começa a chamar a atenção dos coordenadores e especialistas devido às potencialidades que apresenta e limitações que tem causado em tudo o processo construtivo.

É perceptível um reconhecimento das inúmeras vantagens e potencialidades que a metodologia BIM representa e da sua aplicabilidade no setor da construção. Como tal, tem-se verificado uma adesão em todas as partes do mundo, principalmente nos países mais desenvolvidos, nas grandes empresas nacionais e multinacionais desses mesmos países, pois também são as que melhor podem suportar os custos que a adoção e transição para esta metodologia acarreta. Sendo que, a maioria dos países desenvolvidos já tem ou está em fase de implementação de Normas BIM para integração obrigatória desta metodologia no setor da Construção, apesar de algumas empresas por todo o mundo já terem adotado esta metodologia de forma livre e espontânea há algum tempo, derivado ao reconhecimento dos seus benefícios.

Relativamente ao Capítulo 3, referente ao processo de investigação, análise de regulamentos das especialidades aqui abordadas, MEP, e de casos de estudo anteriormente realizados por outros autores, pode verificar-se que as vantagens da utilização da metodologia BIM no processo de Coordenação e Gestão de projetos são inúmeras, como é o caso de redução de retrabalhos, desperdícios de materiais, cumprimento de prazos de construção e projeto, para além de prevenir derrapagens orçamentais e diminuir erros associados à leitura de projetos, bem como a simplificação e redução de todo o processo construtivo que, num contexto global do processo leva ao aumento da competitividade das empresas de construção e prática de preços mais competitivos que levam também ao aumento dos lucros nas empresas devido à redução de gastos com trabalhos adicionais de reparações e alterações. Logo, é evidente que a adoção da metodologia BIM, apesar de ter um custo de implementação elevado, apresenta também inúmeras vantagens e um tempo de retorno de médio prazo para quem decidir implementá-la, pelo que se apresenta como um bom investimento e que permitirá às empresas do sector ser mais competitivas e vingar no mercado de trabalho pela qualidade e eficiência dos seus serviços. Para além das inúmeras vantagens já referidas, permite também uma simplificação de todo o processo de gestão e coordenação de tarefas durante todo o ciclo de vida dos edifícios, uma vez que a metodologia contempla uma base de dados que visa auxiliar em todas as ações de intervenção de reparação e/ou manutenção no período de vida útil dos edifícios.

Por fim, com a análise do caso de estudo, apresentado no capítulo 4, foi possível verificar que a compatibilização de projetos de especialidades é um fator muito importante para a redução de erros de execução e projeto, pois permite identificar e corrigir em tempo útil esses mesmos erros e compatibilizar os projetos para prevenir erros durante a execução da obra, que originam retrabalhos, custos adicionais e incumprimento dos prazos previstos.

É também evidente que o avanço para a fase de execução da obra baseado em modelos incompletos e com erros, como o analisado, irá originar diversas alterações e incumprimentos do projeto, assim como alterações na utilização de espaços.

Devido à complexidade do modelo alvo de estudo pôde ainda verificar-se que muitos dos erros que se encontram neste projeto, cujas dimensões e complexidade são enormes derivado do tipo de instalações e especialidades que contempla, devem-se a erros e omissões de projeto e alguns devem-se ainda a lapsos por parte do projetista, como é o caso de duplicação de elementos, alinhamento deficiente das redes, entre outros. Este tipo de lapsos pode ocorrer com alguma frequência em modelos de grandes dimensões e de complexidade elevada, que obrigam os projetistas a várias horas de modelação que por vezes pode resultar em distrações e originar este tipo de erros inconscientemente. Este tipo de situação pode originar erros mais graves e com sérias consequências para as empresas no caso da utilização do modelo para extração de quantidades e orçamentação para concorrer à execução das obras.

A outra parte dos erros, e também a esmagadora maioria, são originados pela falta de interação entre os vários projetistas de especialidades, que vai contra tudo aquilo que a metodologia BIM representa mas cujo problema está na mentalidade dos profissionais, devido ao seu individualismo na forma de trabalhar. Esta mentalidade terá que ser mudada com uma alteração progressiva na maneira destes profissionais pensarem e agirem, uma vez que modelam as redes sobrepostamente umas às outras que, posteriormente, originam colisões e levam ao não funcionamento das mesmas quando se transpõem os vários projetos de especialidade num único modelo para compatibilização dos mesmos.

Todo o processo de identificação e resolução de conflitos para a correção e compatibilização dos projetos, e consequentemente do modelo central, será mais simples e rápido se existir interatividade e cooperação entre os diversos projetistas de especialidades. O que retrata uma

das premissas do BIM, a partilha de informação e interatividade entre todos os intervenientes para agilizar e simplificar todo o processo de coordenação.

Pode ainda afirmar-se que com o trabalho desenvolvido conseguiram atingir-se os objetivos inicialmente propostos e que fora a razão de todo este trabalho. Pois permitiu desenvolver conhecimentos importantes e reunir informação acerca das especialidades analisadas. Considera-se então atingido o principal objetivo da dissertação, como é o caso da reunião de informação mais relevante acerca das especialidades envolvidas no projeto, que permitiram estruturar e apresentar a proposta de Guia, para auxiliar os engenheiros e técnicos da Indústria AEC devido ao limitado conhecimento que têm das restantes especialidades que complementam os projetos, e que são responsabilidade de outras entidades mas que um coordenador tem obrigação de compreender de forma a executar da melhor forma possível as suas tarefas e cumprir com as suas responsabilidades. Toda essa informação pode ser consultada na proposta de Guia apresentada como objetivo deste trabalho, que poderá vir a ser uma grande ajuda, e uma boa base de informação e ponto de partida, para quem faz gestão e coordenação de projetos e tem experiência e conhecimentos limitados acerca destas temáticas.

Para concluir, com o trabalho desenvolvido pode assegurar-se que a utilização da metodologia BIM para a Gestão e Coordenação de projetos só traz vantagens para a qualidade dos projetos e para as empresas que a implementarem pois, apesar do custo de investimento inicial elevado terá retorno para as empresas a médio prazo, juntamente com as vantagens de utilização de técnicas e ferramentas que simplificam todo o processo construtivo, vantagens essas que a metodologia BIM representa e têm sido enunciadas ao longo desta dissertação. Com a adoção deste tipo de metodologias e ferramentas para a realização das suas tarefas por parte das empresas, também a competitividade do setor da construção, não só em Portugal mas também por parte das empresas com o mercado internacional, irá ser mais equilibrada e justa.

No entanto, a adoção destas metodologias deve ser efetuada progressivamente, de forma contínua e com um passo de cada vez. Sendo que o processo de implementação do BIM numa empresa é demorado e exigente, para que essa implementação seja consolidada e possa funcionar em pleno em todas as suas valências. Caso assim não seja, o risco de fracasso na implementação da metodologia, no caso de ser “forçada” e “apressada”, acresce

exponencialmente pois as empresas não estarão preparadas, com o nível de conhecimento ideal, para lidar com estas metodologias e aproveitar os múltiplos benefícios das mesmas em toda a sua extensão e aplicabilidade de acordo com as oportunidades que oferece.

6.2. PERSPETIVAS PARA TRABALHOS FUTUROS

O trabalho apresentado foi desenvolvido tendo em vista a resolução de uma das principais entraves ao funcionamento adequado da metodologia BIM, cujo objetivo é englobar numa base de dados comum toda a informação relevante acerca de um edifício, desde a fase de projeto até ao fim de vida do mesmo. Uma vez que a metodologia tem como objetivo a coordenação e compatibilização de todos os projetos de especialidades num único modelo, onde se conciliam todas as especialidades que o constituem, a falta de conhecimento e formação, por parte dos especialistas na Indústria AEC é, neste momento, a principal entrave para a correta coordenação de todos os projetos de especialidades de um edifício num único modelo. Como tal, os profissionais do setor devem investir mais na sua capacitação para resolver este tipo de problemas e dar uma resposta adequada na resolução dos mesmos, de forma a adquirirem conhecimento e experiência para perceber e resolver este tipo de problemas, que podem surgir com alguma frequência nos edifícios mais complexos.

Apesar das inúmeras vertentes e aplicações do BIM no setor da construção, este trabalho específico centra-se na coordenação dos projetos de especialidades para integração em modelos de BIM, mais propriamente as especialidades MEP.

Como tal, o trabalho a fazer e o percurso a percorrer é ainda longo para que a metodologia BIM atinja um funcionamento correto. Uma vez que se encontra a “dar os primeiros passos” em Portugal. Com o objetivo de dar seguimento e continuidade à aplicação desta metodologia no nosso país, e possível criação de normas e bases para a mesma, pode e deve ainda, em trabalhos futuros desenvolver-se estudos para complementar o tema aqui abordado, assim como as restantes especialidades que constituem um edifício, como é o caso de:

- Analisar e apresentar sugestões semelhantes para a Rede de Segurança Contra Incêndios em Edifícios (SCIE), que é também uma das principais redes em grandes edifícios de comércio e serviços.

- Analisar e apresentar sugestões semelhantes para as Redes gerais de: Gás, Infraestruturas e Telecomunicações em Edifícios (ITED), Processamento de gases e líquidos de acordo com o tipo de utilização de cada edifício, Transporte de cargas e pessoas, entre outras que, cada vez mais estão presentes em larga escala nos edifícios.
- Analisar e apresentar soluções semelhantes para as especialidades de arquitetura e estruturas, que são fatores preponderantes na imagem e segurança de uma construção, como tal têm grande peso na qualidade da mesma e por vezes surgem problemas complexos na compatibilização destas especialidades.
- Desenvolver estudos que permitam parametrizar regras para adaptar os softwares BIM (de Modelação e Verificação) à realidade das Normas e Regulamentos do setor da Construção em Portugal, uma vez que a grande maioria, e os mais conhecidos softwares apresentados são baseados em Normas Europeias e Internacionais. Ou seja, tal como acontece com o CYPECAD PT, que se encontra totalmente adaptado às restrições e imposições legislativas de todo o setor da construção em Portugal e, de forma análoga a outros países, deve procurar-se desenvolver e adaptar os restantes softwares às necessidades e características de cada país, em vez de serem baseados em Normas globais que por vezes nada têm a ver com a realidade em que são utilizados.
- Criar Guias/Manuais de boas práticas de gestão/coordenação e construção para auxiliar todos os técnicos na adoção destas novas técnicas e metodologias no seu quotidiano laboral. Permitindo aos projetistas que, mesmo não sendo a sua especialidade, consigam prever e evitar futuros conflitos/problemas com as restantes especialidades, acerca das quais, muitas vezes, tem conhecimento muito limitado, que é a causa da maioria dos conflitos existentes. Todo este processo deve ser desenvolvido de forma a permitir uma implementação e adoção da metodologia de modo mais abrangente, fidedigno e consolidado por parte dos técnicos e especialistas do setor.
- De acordo com os trabalhos desenvolvidos e resultados obtidos desses mesmos trabalhos de investigação, criar bases de dados que permitam a adoção de regras e métodos que simplifiquem a criação de legislação para aplicação prática no setor em Portugal.

Sendo que o trabalho aqui apresentado é um pequeno passo no sentido de resolver as questões referidas anteriormente, a continuidade do mesmo é fulcral para dissecar estas problemáticas e

permitir a evolução e inovação do setor da construção em Portugal. O desenvolvimento e resolução destas questões levará a que se esteja cada vez mais perto da adaptação das ferramentas e sistemas BIM no nosso país e, conseqüentemente, à criação de Normas e Regulamentos para o bom funcionamento e aplicação desta metodologia no setor em Portugal, de acordo com a realidade e necessidades que aqui se verificam.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Autodesk Inc. (Abril de 2014). *Autodesk Naviswork 2015 Supported file formats*. Obtido de http://static.autodesk.net/dc/content/dam/autodesk/www/products/autodesk-navisworks-family/docs/Navisworks_2015_Supported_Formats_and_Applications.pdf
- Addor, M. (2009). *BIM*. AsBEA, Brasil.
- Addor, M., & et al. (2010). *Colocando o "i" no BIM*. USJT, Brasil.
- Alencastro, J. P. (2006). *Diagnóstico das práticas de coordenação e compatibilização de projetos no mercado de construção civil de Florianópolis-SC*. Florianópolis: UFSC.
- Alves, C. M., & et al. (2012). *O que são os BIM?* Porto: FEUP.
- ANACOM. (2015). *Manual ITED - Prescrições e especificações técnicas das infraestruturas de telecomunicações em edifícios*. Lisboa: ICP - Autoridade Nacional de Comunicações.
- Andrade, A. P., & Andrade, W. R. (s.d.). *Análise da Produtividade da Construção Civil. Maiêutica - Curso de Engenharia de Produção*. Centro Universitário Leonardo Da Vinci.
- Andrade, M. L., & Ruschel, R. C. (2009). *Interoperabilidade entre Archicad e Revit por meio do formato IFC. IV TIC Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, Brasil.
- Antunes, J. M. (2013). *Interoperacionalidade em Sistemas de Informação*. UMinho, Guimarães.
- Assis, P. (2012). *CYPEBIM*. Guimarães.
- AUTODESK. (13 de Fevereiro de 2015). Obtido de <http://www.autodesk.com/>.
- AUTODESK COMMUNITY. (16 de Fevereiro de 2015). Obtido de <http://forums.autodesk.com/>.
- Azevedo, O. J. (Dezembro, 2009). *Metodologia BIM: BIM na direção técnica de obras*. UMinho, Guimarães.
- Bentley . (10 de Julho de 2015). *AECOSim Building Designer*. Obtido de Bentley Systems: <http://www.bentley.com/en-US/Products/AECOSim+Building+Designer/>

- Bentley. (2010). *WaterGEMS V8i - Data Sheet*. Obtido de http://ftp2.bentley.com/dist/collateral/docs/watergems/WaterGEMS_V8i_Data_Sheet_PT.pdf
- Bentley. (2011). *Bentley Building Mechanical Systems V8i - Data Sheet*. Obtido de http://ftp2.bentley.com/dist/collateral/docs/Bentley_Building_Mechanical_Systems/Bentley_Building_Mechanical_Systems_Data_Sheet_PT.pdf
- Bentley. (2011). *Matec Engenharia reduz tempo e custos de construção em CPD de R\$11 Milhões com o BIM da Bentley*. São Paulo: Bentley.
- Bentley. (2011a). *Bentley Building Electrical Systems V8i - Data Sheet*. Obtido de http://ftp2.bentley.com/dist/collateral/docs/Bentley_Building_Electrical_Systems/Bentley_Building_Electrical_Systems_Data_Sheet_PT.pdf
- Bentley. (25 de Fevereiro de 2015 _ a). Obtido de <http://www.bentley.com/en-US/>.
- Bentley. (4 de Março de 2015 _ b). Obtido de <ftp://ftp2.bentley.com/dist/collateral/Web/Building/BuildingFlyer.pdf>
- Bentley EMEA. (2012). *MicroStation Product Brochure*. Irlanda.
- Bentley Systems. (10 de Julho de 2015). *AECOSim Building Designer*. Obtido de Bentley Systems: http://ftp2.bentley.com/dist/collateral/docs/aecosim/ABD_Brochure_1117_ABDbro_LTR_0615_LR_F_EN.pdf
- Beveridge, S. (2012). *Best Practices using Building Information Modeling in Commercial Construction*. BYU, Provo: All Teses and Dissertations . Paper 3392.
- Borges, J. F. (Julho de 2013). *Gestão de projetos na construção civil*. Obtido de Revista online IPOG _ Especialize.
- Bortolotto, M. C. (2014). *Compatibilização de projetos de uma habitação: verificação de incompatibilidades no sistema de projeção 2D e na modelagem 3D*. Florianópolis: UFSC.
- CADENCE. (5 de Dezembro de 2002). *Solibri Model Checker*. Obtido de CADENCEweb: http://www.cadenceweb.com/2002/1202/pr1202_solibri.html

- Cardial, R. (26 de Fevereiro de 2014). *Primeiros passos no Navisworks*. Obtido de Revit +: <http://autocad-revit-arquitetura.typepad.com/revitplus/2014/02/primeiros-passos-no-navisworks.html>
- Cardoso, A., & et al. (2010). *Ambiente Inteligente para visualização de Plantas e Maquetes 3D baseado em realidade Virtual utilizando OpenGL*. Instituto Luterano de Ensino Superior de Itumbiara.
- Clemente, J., & Cachadinha, N. (2012). Building Information Modeling como ferramenta de visualização de realidade aumentada em obras de reabilitação - Um caso de estudo. *4º Congresso de Construção*. Coimbra.
- COBIM - Common BIM Requirements*. (Março, 2012). Finlândia.
- Coelho, S. S., & Novaes, C. C. (s.d.). *BIM e ambientes colaborativos para gestão de Projetos na Construção Civil*. Brasil.
- Costa, C., & et al. (2014). Projeto de Sistemas Prediais Hidráulicos Sanitários com BIM: Mapeamento da Literatura. *XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído* (pp. 2760-2769). Maceió: ENTAC.
- Costa, E. N. (2013). *Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de Projetos*. Ouro Preto.
- Couto, J. P. (2007). *Incumprimento dos Prazos na Construção - PhD*. Universidade do Minho, Guimarães.
- Couto, J. P., & Couto, A. M. (2007). Importância da Revisão dos Projetos na redução dos custos de manutenção das Construções. *Congresso Construção 2007 - 3º Congresso Nacional*. Coimbra.
- Couto, J. P., & Teixeira, J. C. (2006). A Qualidade dos Projetos: uma componente para a competitividade do setor da Construção em Portugal. *NUTAU 2006*. São Paulo, Barsil.
- Couto, J. P., & Teixeira, J. M. (2005). *As consequências do incumprimento dos prazos para a competitividade da Industria de Construção - Razões para os atrasos*. Universidade do Minho, Guimarães.

- Crespo, C. C., & Ruschel, R. C. (2007). Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria do ciclo de vida do projeto. *III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil*. Porto Alegre.
- Cruz, G. P. (2011). *Coordenação e compatibilização de projetos para construção de edifícios: estudos de casos em Instituições Públicas e privadas*. Minas Gerais: UFV.
- CYPE. (10 de Março de 2015). Obtido de <http://cypecad.cype.pt/>.
- Data Design System. (2014). *DDS-CAD: for MEP professionals*. Utrecht: DDS.
- Data Design System. (24 de Fevereiro de 2015). Obtido de <http://www.dds-cad.net/>.
- Datech. (15 de Março de 2015). *Plataformas BIM na redução de custos de obra e no suporte de novas tendências de mercado*. Obtido de http://micrografico.micrograf.pt/mic_37/3710.pdf
- Durante, F. K. (2013). *O uso da metodologia BIM para gerenciamento de Projetos: Gerente BIM*. Londrina: Universidade Estadual de Londrina.
- Fontes, A. D. (2014). *Proposta de Sistema de Gestão da Manutenção de Edifícios Suportado por Ferramentas BIM*. FEUP, Porto.
- Fontes, H. (2010). *Aplicação das Técnicas de BIM a Estruturas de Engenharia Civil e transmissão de conhecimento*. Universidade do Minho, Guimarães.
- Formoso, C. T., & et al. (2011). *As perdas na Construção Civil: Conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor*. Rio Grande do Sul: NORIE/UFRGS.
- GRAPHISOFT. (25 de Fevereiro de 2015). Obtido de <http://www.graphisoft.com/>.
- Graphisoft. (13 de Abril de 2015). *Verificação do modelo*. Obtido de http://www.graphisoft.cn/br/openbim/interoperability/model_checking/index.html
- Greenwood, D., & et al. (2-3 de Setembro de 2010). Automated compliance checking using building information models. *The Construction, Building and Real Estate Research Conference of the Royal Institution of Chartered Surveyors*. Paris: RICS. Obtido de <http://nrl.northumbria.ac.uk/6955/>

- Hippert, M. A., & Araújo, T. T. (2010). A contribuição do BIM para a representação do ambiente construído. *I Encontro Nacional da associação Nacional de pesquisa e pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo (ENANPARQ)*. Rio de Janeiro.
- Holm, D., & Walgren, J. (2013). *Quality and collision checks in BIM-Projects - An analytical comparison between the softwares Autodesk Navisworks Manage, Solibri Model Checker and Tekla BIMsight*. Suécia: KTH ABE.
- Inforgeo. (11 de Março de 2015). Obtido de <http://www.inforgeo.pt/bentley.html>.
- Julián, J. E., & et al. (2012). La interoperabilidad del modelo virtual de información. *XI Congreso Internacional de Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación*, (pp. 743-750). Sevilla.
- Junior, E. (Julho de 2014). *A contribuição do BIM para a Gestão de Projetos*. Obtido de Revista on-line IPOG _ Especialize.
- Justi, A. R. (Maio de 2008). Implantação da plataforma Revit nos escritórios brasileiros: Relato de uma experiência. *Gestão & Tecnologia de projetos*, pp. 140-152.
- Kent, B. J. (Junho, 2014). *Current BIM practices of Commercial MEP Contractors*. BYU, Provo: All Theses and Dissertations, Paper 4080.
- Khanzode, A. (Fevereiro de 2010). *An integrated, virtual design and construction and lean (IVL) method for coordination of MEP*. Stanford.
- Khanzode, A., & et al. (2008). Benefits and lessons learned of implementing building virtual design and construction (VDC) technologies for coordination of mechanical, electrical and plumbing (MEP) systems on a large healthcare project. Em *ITcon vol 13* (pp. 324-342).
- Knap-Miśniakiewicz, K. (10 de Janeiro de 2013). *BIM Blog*. Obtido de <http://www.bimblog.pl/>.
- Koo, B., & et al. (2012). An empirical study of MEP workspace modeling approaches for 4D model-based time-space conflict analyses: Case study on the International Linear Collider Project. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 627-637.
- Korman, T. M., & et al. (2010). How building information model has changed the MEP coordination Process. Em *Challenges, opportunities and solutions in Structural Engineering and Construction* (pp. 959-963). London: Taylor & Francis Group.

- Leão de Lima, A. C., & et al. (Novembro, 2014). Plataforma BIM como sistema de gestão e coordenação do projeto da reserva Camará. *XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*. Maceió.
- Leite, F., & et al. (2011). Analysis of modeling effort and impact of different levels of detail in building information models. Em *Automation in Construction 20* (pp. 601-609). Elsevier.
- Lodi, S. H., & et al. (2008). *Proceedings of First International Conference on Construction in Developing Countries "Advancing and Integrating Construction Education, Research and Practice"*. Karachi, Pakistan: Department of Civil Engineering, NED University of Engineering and Technology.
- Martins, L. S. (2004). *Apontamentos para Projeto de Instalações Elétricas I*. Setúbal: Escola Superior de Tecnologia.
- Master, J. W., & et al. (2013). An approach of utilizing building information modeling to optimize MEP layout. *Proceedings of the 30^a CIB W78 International Conference*, (pp. 690-699). Pequim.
- Mayr, L. R. (2000). *Falhas de Projeto e erros de Execução: uma questão de comunicação*. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- McCune, M. (31 de Dezembro de 2012). Obtido de Collective BIM: <http://collectivebim.com/solibri-model-checker-at-a-high-level/>
- Mcfarland, J. E. (2007). *Building Information Model for MEP*. Manhattan: Kansas State University.
- Meira, A. R., & et al. (1998). *Metodologia para redução das perdas na Construção Civil*. UFC. Metropolis. (Junho de 2015). *ALFIBRAGA*. Obtido de <http://www.alfibraga.pt/servicos/trabalhos/>
- Morris, D. (Maio de 2009). MEP spatial coordination requirements for building information modeling.
- ndBIM - Virtual Building. (2013). Obtido de ndBIM - Virtual Building: <http://www.ndbim.pt/index.php/pt/home/building-information-modeling>
- Nemetschek Group. (24 de Fevereiro de 2015). Obtido de <http://www.nemetschek.com/>.

- Oliveira, D. F. (2013). *Levantamento de causas das Patologias na Construção Civil*. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Oliveira, T. J. (2011). *AVAC - Orçamentação e Direção de Obra*. Coimbra: ISEC.
- Ordem dos Engenheiros Técnicos. (2014). *Perguntas frequentes*. OET.
- Ospina-Alvarado, A., & Gerhart, R. (2008). *Emory Psychology Building case study*. Georgia: Georgia Institute of Technology.
- P3 Srl - *Preinsulated Panels Systems*. (Junho de 2015). Obtido de <http://www.p3italy.it/pagine/it-canali-aria>
- Parque Escolar, EPE. (2009). *Manual de Projeto: Instalações Técnicas*. Lisboa: Parque Escolar, EPE.
- Rendeiro, J. E. (6 de Maio de 2013). *Autodesk Navisworks*. Obtido de Plataforma BIM: <http://www.plataformabim.com.br/2013/05/autodesk-navisworks.html>
- Rendeiro, J. E. (15 de Abril de 2013). *Solibri Model Checker*. Obtido de Plataforma BIM: <http://www.plataformabim.com.br/2013/04/solibri-model-checker.html>
- Romcy, N. M. (2012). *Proposta da tradução dos princípios da coordenação modular em parametros aplicáveis ao BIM*. UFC, Fortaleza.
- Sacramento, P. d. (2013). *UM MODELO DE SISTEMAS MULTIAGENTES PARA AUXÍLIO NA FASE CONCEITUAL DE PROJETOS DE EDIFÍCIOS*. Minas Gerais: UFV.
- Santos, G. S. (Dezembro de 2014). *Como a compatibilização de Projetos pode diminuir custos, gastos e retrabalhos na Construção Civil*. Obtido de Revista Especialize On-line IPOG.
- Santos, G. S. (Dezembro de 2014). *Como a compatibilização de projetos pode diminuir custos, gastos e retrabalhos na Construção Civil*. Goiânia, Florianópolis, Brasil.
- Scheer, S., & et al. (2007). *Impactos do uso do sistema CAD Geométrico e do uso do sistema CAD-BIM no processo de projeto em escritórios de Arquitetura*. UFPR.
- Silva, J. (2013). *Princípios para o desenvolvimento de projetos com recurso a ferramentas BIM*. FEUP, Porto.
- Silva, J. M. (Janeiro, 2013). *Princípios para o desenvolvimento de projetos com recurso a ferramentas BIM*. FEUP, Porto.

- Silva, P. D. (2012). *Aplicação de técnicas BIM á construção modular com Painéis Sandwich*. Uminho, Guimarães.
- Silva, P. D. (2012). *Aplicação de técnicas BIM á construção modular com Painéis Sandwich*. Uminho, Guimarães.
- Silva, V., & Soares, I. (2002). *A Revisão dos Projetos como forma de Reduzir os Custos da Construção e os Encargos da Manutenção de Edifícios*. Lisboa.
- Silveira, J., & et al. (2002). *Problemas encontrados em obras devido ás falhas no processo de projeto: visão do Engenheiro de obra*. Fortaleza: UFC.
- Simonian, L. G., & Korman, T. M. (2011). Building Information Model for Electrical contractors: Current practice and recommendations. (pp. 456-463). California: ASCE Library.
- Solibri. (13 de Abril de 2015). *Solibri Model Checker*. Obtido de Solibri: <http://www.solibri.com/>
- Solibri, Inc. (2014). *Getting started with Solibri Model Checker*. Solibri, Inc.
- Sousa, F. J. (2010). *Compatibilização de projetos em edifícios de multiplos andares - Estudo de caso*. Recife: UCP.
- Sousa, O. K., & Meirino, M. J. (2013). Aspectos da implantação de ferramentas BIM em empresas de Projetos relacionados á construção Civil. *IX Congresso nacional de Excelencia em Gestão*. Rio de Janeiro e Niterói.
- Souza, B., & Santos, D. (2014). Contribuições do estudo dos tempos das atividades para reduzir perdas na Construção. *XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*. Maceió.
- Staub-French, S., & Khanzode, A. (2007). 3D and 4D modeling for design and construction coordination: issues and lessons learned. Em *ITcon vol.12* (pp. 381-407).
- Svetel, I., & et al. (2014). BIM: Promises and Reality. *De Gruyter OPEN*, 34-38.
- Top Informática*. (5 de Março de 2015). Obtido de www.topinformatica.pt.
- Top-Informática. (2014). *CYPECAD MEP - Memória de Cálculo*. Braga: Top-Informática.

- Top-Informática. (2014). *Gerador de Preços - Manual do utilizador*. Braga: CYPE Ingenieros, S.A.
- Top-Informática. (2015). *Arquimedes e Controle de Obra - Manual do utilizador*. Braga: CYPE Ingenieros, S.A.
- Top-Informática. (Outubro, 2014). *CYPECAD MEP - Manual do utilizador*. Braga: CYPE Ingenieros, S.A.
- UONIE/ACSS. (2010). *Especificações Técnicas para Instalações de AVAC - ET 06/2008*. Lisboa: UONIE/ACSS.
- Vanni, C. M. (1999). *Análise de falhas aplicada á compatibilidade de projetos na construção de edifícios*. UFMG, Minas Gerais.
- Vargas, C. L., & et al. (1998). Avaliação de Produtividade e de Perdas na Construção Civil - Simulação utilizando modelo reduzido para demonstrar as vantagens do uso da linha de balanço na programação da obra e de inovações tecnológicas no Canteiro. *VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*. Anais.
- Vasconcelos, T. M. (2010). *Building Information Model - Avaliação do seu Potencial como Solução para os principais Atrasos e desperdícios na Construção Portuguesa*. FCT, Universidade Nova de Lisboa.
- Veiga, A. (2010). *Projetos de Instalação em Edifícios*. Coimbra: ISEC.
- Verônica. (19 de Setembro de 2014). Obtido de MaxiCAD: <http://www.maxicad.com.br/web3/>
- Wang, L., & Leite, F. (2014). *Comparison of experienced and novice BIM coordinators in performing MEP coordination tasks*. Texas.

LEGISLAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO GERAL

Sistema de Certificação Energética de Edifícios (SCE) - DL 118/2013, de 20 de Agosto

Regulamento do Desempenho Energético em Edifícios de Habitação (REH) - DL 118/2013, de 20 de Agosto

Regulamento do Desempenho Energético de Edifícios de Comércio e Serviços (RECS) - DL 118/2013, de 20 de Agosto

Regulamento Jurídico da Urbanização e da Edificação (RJUE) - DL 136/2014, de 9 de Setembro

Sistema de Segurança contra Incêndios em Edifícios (SCIE) - DL 220/2008, de 12 de Novembro

Portaria nº 1532/2008, 29 de Dezembro

Decreto Regulamentar (DR) 23/95, de 23 de Agosto de 1995

RTIEBT Portaria 949 A-2006

DL 42895/60, DR 56/86 (Subestações e postos de transformação)

DL 46847/66, DR 90/84

DL 220/2008

OUTROS SITES E REFERÊNCIAS

http://www.arq-e-tec.com/category/software/bim/	(última visita em 14-04-15)
http://www.building.co.uk/news/	(última visita em 25-03-15)
http://www.autodesk.com/	(última visita em 29-04-15)
http://www.infor.pt/	(última visita em 29-04-15)
http://www.topinformatica.pt/	(última visita em 29-04-15)
http://www.dds-cad.net/	(última visita em 29-04-15)
http://www.plataformabim.com.br/	(última visita em 20-04-15)
http://knowledge.autodesk.com/support	(última visita em 21-04-15)
http://www.engenhariacivil.com/	(última visita em 27-04-15)
http://www.construir.pt/	(última visita em 05-05-15)
http://www.lynda.com/	(última visita em 11-05-15)
http://www.bentley.com/en-US/	(última visita em 13-07-15)

Anexos

ANEXO I – MAPA COMPARATIVO DE SOFTWARES

Produto	Revit
<u>Sem resposta de representante</u>	
Parâmetros Comerciais	
Fabricante	Autodesk
Origem	Mill Valley – Califórnia
Última versão	Revit 2015
Língua Produto	Inglês, Português, Checo, Francês, Alemão, Italiano, Japonês, Coreano, Polaco, Russo, Chinês básico e Espanhol
Língua Manuais	Tutoriais em Inglês (incompletos), Vídeos Tutorial em Inglês
Base de dados/Bibliotecas	Genérica (Possibilidade de introdução de famílias externas)
Produtos Complementares (Add-ons/Plugins)	
MEP Modeler	Layout de MEP
BIM Server	
Fire Protection	Incluído no Layout de MEP
Solar Analysis	Sim
Lightning Analysis	Sim
Photovoltaic and Solar Heating	Sim
Outros Add-ons/Plugins	Sim (https://apps.exchange.autodesk.com/RVT/pt/List/Search)
Parâmetros de Design/Utilização	
Modelação livre	Sim
Modelação em ambiente 3D	Sim
Modelação automática	Sim
Sistema de ductos AVAC	Sim
Sistema de tubagens e canalizações	Sim
Sistemas de energia e iluminação	Sim
Ambientes de trabalho interativos	Sim

Deteção de conflitos	Sim
Análise de fluxo	Sim
Análise de operacionalidade	Sim
Cloud Computing	Sim
Múltiplas dimensões	Sim
Personalização de simbologia das plantas	Sim
Extração de quantidades	Sim
Exportação de mapas de quantidades para Excel	Sim
Visualização do Modelo	
Navegação em tempo real	Sim
Filtro de visualização	Sim
Vistas Foto-Realistas	Sim
Vistas ortográficas e perspectiva (walk-troughs)	Sim
Visualizador associado	DWG Viewer, DWF Viewer e Lumion
Parâmetros de Interoperabilidade	
Extensão	.rvt
Interoperabilidade IFC	Sim (Certificada)
Importa	Rvt, rfa, dwg, dxf e IFC
Exporta	Rvt, rfa, dwg, dxf, base dedados ODBC, JPEG, gbXML, FBX e IFC
Cooperação com outro software	Navisworks, MS Project, entre outros.
Ambiente multiutilizador	Sim
Licenças de utilização	
Licença para escolas de Engenharia e Arquitetura	Sim (http://www.autodesk.com/education/free-software/all)
Versão Trial	Sim (30 dias)
Parâmetros Técnicos	
Normas base	Normas Internacionais (International Plumbing Code, etc.)

Suporte Técnico	Sim (http://www.autodesk.pt/subscription/technical-support)
Configuração mínima de Hardware	http://forum.projetoacg.com/t220-revit-2015-requisitos-de-sistemas
Compatível com Macintosh	http://www.autodesk.com/solutions/mac-compatible-software

Produto	ArchiCAD
<u>Preenchido por representante</u>	
Parâmetros Comerciais	
Fabricante	GRAPHISOFT, Grupo Nemetschek
Origem	HUNGRIA
Última versão	19
Língua Produto	Português/inglês
Língua Manuais	Português/Inglês
Base de dados/Bibliotecas	Sim utiliza bibliotecas de objectos e gera base de dados de materiais+objectos,...
Produtos Complementares (Add-ons/Plugins)	
MEP Modeler	SIM
BIM Server	SIM
Fire Protection	Não
Solar Analysis	Não
Lightning Analysis	Não
Photovoltaic and Solar Heating	Não
Outros Add-ons/Plugins	Avaliação energética incluída no ArchiCAD e um add-on para Simulação Energética, EcoDesigner Star
Parâmetros de Design/Utilização	
Modelação livre	SIM
Modelação em ambiente 3D	SIM
Modelação automática	SIM

Sistema de ductos AVAC	Modelador MEP
Sistema de tubagens e canalizações	Modelador MEP
Sistemas de energia e iluminação	Modelador MEP. Modela caminhos de cabos
Ambientes de trabalho interativos	SIM. BIMcloud
Deteção de conflitos	Modelador MEP
Análise de fluxo	Não
Análise de operacionalidade	NÃO
Cloud Computing	BIMcloud
Múltiplas dimensões	Não. Os modelos desenvolvidos em ArchiCAD são utilizados em software tipo VICO. O VICO teve origem na Graphisoft...
Personalização de simbologia das plantas	SIM
Extração de quantidades	SIM
Exportação de mapas de quantidades para Excel	SIM
Visualização do Modelo	
Navegação em tempo real	SIM
Filtro de visualização	SIM
Vistas Foto-Realistas	SIM. Motor CINERENDER da Maxon
Vistas ortográficas e perspetiva (walk-troughs)	SIM
Visualizador associado	BIMx
Parâmetros de Interoperabilidade	
Extensão	.pln
Interoperabilidade IFC	IFC 2x3
Importa	Importa a generalidade dos formatos dominantes na indústria
Exporta	Exporta a generalidade dos formatos dominantes na indústria
Cooperação com outro software	Normalmente faz a cooperação através do formato IFC pois faz parte do consortium OpenBIM
Ambiente multiutilizador	Teamwork/BIMServer
Licenças de utilização	

Licença para escolas de Engenharia e Arquitetura	SIM
Versão Trial	SIM
Parâmetros Técnicos	
Normas base	
Suporte Técnico	SIM
Configuração mínima de Hardware	<hr/> <p>Hardware para ARCHICAD 19</p> <p>Hardware recomendado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Processor: 64-bit processor with four or more cores • RAM: For complex, detailed models 16 GB or more may be required • Hard disk: installing ARCHICAD on a SSD (or Fusion) drive is recommended; 5 GB free disk space is required for the installation, 10 GB or more is required per active project • Graphics card: Dedicated OpenGL 2.0 compatible graphics card with on board memory of 1024 MB or more is recommended to fully exploit hardware acceleration capabilities. You can find a list of recommended graphics cards at: http://www.graphisoft.com/videocards • Display: A resolution of 1440 x 900 or higher is recommended <p>Hardware mínimo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Processor: 64-bit processor with two cores • RAM: 4 GB • Hard disk space: 5 GB or more is required for the installation • Graphics card: OpenGL 2.0 compatible graphics card • Display: A resolution of 1366 x 768 or higher <hr/>
Compatível com Macintosh/Windows	<ul style="list-style-type: none"> • Windows 8.1 (64-bit version) • Windows 8 (64-bit version) • Windows 7 (64-bit version) • Mac OS X 10.10 Yosemite • Mac OS X 10.9 Mavericks

Produto	AECOSim Building Designer
<u>Preenchido por representante</u>	
Parâmetros Comerciais	
Fabricante	Bentley Systems
Origem	Philadelphia, USA
Última versão	AECOSim Building Designer SS6
Língua Produto	English, Spanish, Chinese, French, German, Italian, Polish, Russian
Língua Manuais	English
Base de dados/Bibliotecas	The application provide a full component library, but can be created new ones and used also Manufacturer objects in Bentley or RFA(Revit) format
Produtos Complementares (Add-ons/Plugins)	
MEP Modeler	AECOSim Building Designer includes the MEP Modeler
BIM Server	Fully integrated with Bentley ProjectWise
Fire Protection	AECOSim includes it
Solar Analysis	AECOSim includes it
Lightning Analysis	Bidirectional Interface with DIALux, Relux & Visual
Photovoltaic and Solar Heating	AECOSim Building Designer includes an Energy Simulator module
Outros Add-ons/Plugins	
Parâmetros de Design/Utilização	
Modelação livre	Yes. All the MicroStation CAD functionality is included in AECOSim.
Modelação em ambiente 3D	Yes
Modelação automática	Yes, there are a lot of functionality to promote / convert 2D CAD elements to 3D BIM, including walls, columns, beams, flex ducts, raceways, electrical conduits...
Sistema de ductos AVAC	Yes, Including a Duct Size Calculation tool to design the ventilation systems. Ducts can be designed in singleline or 3D modes.
Sistema de tubagens e canalizações	Yes, it can be designed directly in 3D, and the slope can be applied automatically

	after the design
Sistemas de energia e iluminação	Yes, includes a complete solution for Electrical design & circuiting
Ambientes de trabalho interativos	Bentley Solutions works in a federated approach to support the collaboration between AECOSim users and even with users of different disciplines
Deteção de conflitos	Yes, included with the product
Análise de fluxo	Yes, AECOSim has a tool to analyze if the ventilation and plumbing elements are properly connected.
Análise de operacionalidade	Yes, includes a Duct Size Calculation tool to design the ventilation systems. Ducts can be designed in singleline or converted to 3D based on the calculation.
Cloud Computing	Bentley Projectwise is the cloud solution and AECOSim is integrated with it.
Múltiplas dimensões	Yes, it includes tools for costs (4D) and schedule simulation (5D)
Personalização de simbologia das plantas	Yes
Extração de quantidades	Yes
Exportação de mapas de quantidades para Excel	Yes
Visualização do Modelo	
Navegação em tempo real	Yes
Filtro de visualização	Yes, by levels, spatial volumes, user selection, etc...
Vistas Foto-Realistas	Yes
Vistas ortográficas e perspectiva (walk-troughs)	Yes
Visualizador associado	Yes, Bentley View is free to download
Parâmetros de Interoperabilidade	
Extensão	Dgn
Interoperabilidade IFC	Yes
Importa	IGES, Parasolids, ACIS SAT, CGM, STEP, STL, DGN, DWG, DXF, LandXML, IFC,...
Exporta	IFC, Vulcan, OBJ, FBX, SketchUp, VRML, SVG, Luxology, OBJ, FBX, Google Earth, Collada, U3D, JT, IGES, Parasolids, ACIS SAT, CGM, STEP, STL, DGN, DWG, DXF, ISM, CIS/2, STD, SDNF, iModel,...

Cooperação com outro software	Bentley Solutions works in a federated approach to support the integration with data from different sources (via IFC, iModel, CAD files, etc...)
Ambiente multiutilizador	Bentley Solutions works in a federated approach to support the collaboration between AECOsims users and even with users of different disciplines. The project is not composed of a single central model, as this workflow is limiting the Data integration with other disciplines. The project is centralized and composed of a set of files that creates the whole master model. This allow us event to collaborate with other software solutions in a live way.
Licenças de utilização	
Licença para escolas de Engenharia e Arquitetura	Bentley have an Academic program to be signed with the Universities.
Versão Trial	30 days. Can be downloaded from here: http://www.bentley.com/en-US/Products/AECOsims+Building+Designer/datasets.htm
Parâmetros Técnicos	
Normas base	AECOsims includes support to standards with different datasets. These are the available ones: <ul style="list-style-type: none"> • US Metric & Imperial • United Kingdom • Danish • Swedish • German • French • Italian • Spanish • EMEA Neutral Metric • Australia/New Zealand • Singapore • China
Suporte Técnico	Via web or by phone. http://selectservices.bentley.com/en-US/
Configuração mínima de Hardware	Explained here: ftp://ftp.bentley.com/pub/help/AECOsimsbuildingdesigner/081109747en/html/AECOsimsBuildingDesigner/requirements.htm
Compatível com Macintosh	No, only in Windows.

Produto	DDS-CAD
<u>Preenchido por representante</u>	
Parâmetros Comerciais	
Fabricante	Data Design System
Origem	Noruega
Última versão	DDS-CAD 10
Língua Produto	Inglês com Patch em português BR
Língua Manuais	Manual interativo em inglês: http://docs.dds-cad.net/11/int/manual/Default.htm
Base de dados/Bibliotecas	Genérica Inglês ou Patch Brasileiro
Produtos Complementares (Add-ons/Plugins)	
MEP Modeler	
BIM Server	
Fire Protection	
Solar Analysis	
Lightning Analysis	Iluminação (DIALux, Relux)
Photovoltaic and Solar Heating	Vela Solaris
Outros Add-ons/Plugins	
Parâmetros de Design/Utilização	
Modelação livre	Sim
Modelação em ambiente 3D	Sim
Modelação automática	Sim, modela automaticamente ramais, conexões, desvios, etc.
Sistema de ductos AVAC	Sim
Sistema de tubagens e canalizações	Sim
Sistemas de energia e iluminação	Sim
Ambientes de trabalho interativos	Sim
Deteção de conflitos	Sim
Análise de fluxo	Sim

Análise de operacionalidade	Sim
Cloud Computing	Não
Múltiplas dimensões	Não
Personalização de simbologia das plantas	Sim
Extração de quantidades	Sim
Exportação de mapas de quantidades para Excel	Sim
Visualização do Modelo	
Navegação em tempo real	Sim
Filtro de visualização	Sim
Vistas Foto-Realistas	Sim
Vistas ortográficas e perspectiva (walk-troughs)	Sim
Visualizador associado	Sim
Parâmetros de Interoperabilidade	
Extensão	.BIM
Interoperabilidade IFC	Ifc2x3; ifc4
Importa	IFC, DWG, DXF, 3Ds, PDF, imagem
Exporta	IFC, DFG, DXF, 3Ds, PDF, imagem, gbXML, KNX ETS3, ETS3 e Elvis
Cooperação com outro software	DIALux, Relux, ETS3, ETS4, Elvis
Ambiente multiutilizador	Sim, o projeto estando na rede, pode-se trabalhar um projetista por pavimento, por disciplina. Sem limitações.
Licenças de utilização	
Licença para escolas de Engenharia e Arquitetura	A ser analisado individualmente.
Versão Trial	30 dias
Parâmetros Técnicos	
Normas base	Normas internacionais, europeias e alemãs.
Suporte Técnico	Suporte fornecido pela equipa da DDS: http://www.dds-cad.de/unternehmen/dds-team/
Configuração mínima de Hardware	http://www.dds-cad.net/products/system-requirements/

Compatível com Macintosh	Não
---------------------------------	-----

Produto	CYPECAD MEP	
<u>Preenchido por representante</u>		
Parâmetros Comerciais		
Fabricante	CYPE	
Origem	Espanha – Alicante	
Última versão	2015.n	
Língua Produto	Português – possibilidade de instalar noutro idioma Castelhana, Francês, Inglês, Italiano	
Língua Manuais	Português – possibilidade de instalar noutro idioma Castelhana, Francês, Inglês, Italiano	
Base de dados/Bibliotecas	Materiais descritos no ITE50; Gerador de preços; Materiais descritos na EN ISO 10456;	
Produtos Complementares (Add-ons/Plugins)		
MEP Modeler	Não possui add-ons/plugins	
BIM Server		
Fire Protection		
Solar Analysis		
Lightning Analysis		
Photovoltaic and Solar Heating		
Outros Add-ons/Plugins		
Parâmetros de Design/Utilização		
Modelação livre		Sim
Modelação em ambiente 3D	Não – A modelação é sempre em 2D, permite ver a vista 3D após a modelação	
Modelação automática	Não	

Sistema de ductos AVAC	Sim
Sistema de tubagens e canalizações	Sim
Sistemas de energia e iluminação	Sim
Ambientes de trabalho interativos	Não
Deteção de conflitos	Sim
Análise de fluxo	Sim
Análise de operacionalidade	Sim
Cloud Computing	Não
Múltiplas dimensões	Possibilidade de gerar e exportar para o software Arquimedes, as medições e orçamentos, bem como caderno de encargos, plano de segurança e saúde, gestão de resíduos, análise do ciclo de vida e manual de utilização e manutenção do edifício.
Personalização de simbologia das plantas	Não
Extração de quantidades	Sim
Exportação de mapas de quantidades para Excel	Para Excel, só exportando para o software Arquimedes
Visualização do Modelo	
Navegação em tempo real	Sim
Filtro de visualização	Sim
Vistas Foto-Realistas	Não
Vistas ortográficas e perspetiva (walk-troughs)	Sim

Visualizador associado	Não
Parâmetros de Interoperabilidade	
Extensão	Sim
Interoperabilidade IFC	Sim, não se encontra certificado
Importa	IFC
Exporta	IFC; IDF (EnergyPlus); BC3; DBD (Arquimedes - CYPE); XML (para importação no portal da ADENE); TRPE (Cumprimento REH – CYPE); CLI (CYPETHERM ASHRAE LOADS – CYPE)
Cooperação com outro software	Não
Ambiente multiutilizador	Não
Licenças de utilização	
Licença para escolas de Engenharia e Arquitetura	Sim
Versão Trial	Sim
Parâmetros Técnicos	
Normas base	Anexo I.A
Suporte Técnico	Sim, http://www.topinformatica.pt/index.php?cat=13&hrq=122&item=9
Configuração mínima de Hardware	http://www.topinformatica.pt/index.php?cat=24&hrq=146&item=72712
Compatível com Macintosh	Não

ANEXO I.A – NORMAS BASE DO CYPECAD PT

Regulamentos aplicáveis a todos os programas CYPE, onde diz código dizem respeito à referência interna na nossa biblioteca (Top Informática)

- Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios
- Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais
- Regulamento Geral do Ruído, Decreto-lei n.º9, de 17 de Janeiro de 2007.
- Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios Decreto-Lei nº96, de 9 de Junho de 2008.
- Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE) Decreto-Lei n.º 78/2006 de 4 de Abril.
- Regulamento de Segurança contra Incêndios em Edifícios, Decreto-Lei n.º 220/2008
- Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes
- Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado
- Eurocódigo 0 - Bases de Projeto Estrutural
- Eurocódigo 1 - Ações em estruturas
- Eurocódigo 2 - Projeto de estruturas de betão
- Eurocódigo 3 - Projeto de estruturas de aço
- Eurocódigo 4 - Projeto de estruturas mistas aço-betão
- Eurocódigo 5 - Projeto de estruturas de madeira
- Eurocódigo 6 - Projeto de estruturas de alvenaria
- Eurocódigo 7 - Projeto geotécnico
- Eurocódigo 8 - Projeto de estruturas em regiões sísmicas
- Eurocódigo 9 - Projeto de estruturas de alumínio

- Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) – Decreto-Lei nº 80/2006.
- Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) – Decreto-Lei nº79/2006.
- Estatuto Político-Administrativo da Região Autónoma dos Açores
- Portaria N.14-2009
- Edifícios Existentes – Medidas de Melhoria de Desempenho Energético e da Qualidade do Ar interior – Código 1067
- EN ISO 10211 2007 (EN) – Thermal bridges in building construction - Heat flows and surface temperatures· Detailed calculations (ISO 10211 :2007) - Código 1094
- Nota Técnica-SCE-01 – Código 1022
- ITE50-LNEC – Código 1021
- Decreto Legislativo Regional n.o 6/2002/M - Região Autónoma da Madeira – Código 1020
- Regulamento Técnico Relativo ao Projeto, Construção, Exploração e Manutenção das Instalações de Gás Combustível Canalizado em Edifícios, Código 141
- Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Elétrica de Baixa Tensão, Código 140
- NP 4271:1994 – Redes, ramais de distribuição e utilização de gases combustíveis da 1ª, 2ª e 3ª famílias - Simbologia, Código 236
- Regulamento de segurança de linhas elétricas de alta e baixa tensão, Código 140
- Regime jurídico das empreitadas de obras públicas, Código 264
- Regulamento de Segurança de Instalações de Energia Elétrica e Telefones, Decreto-Lei nº59/2000 de 19 de Abril (ITED), Código 69
- Regras Técnicas das Instalações Elétricas em Baixa Tensão (RTIEBT) aprovadas pela portaria nº 949-a/2006 de 11 de Setembro. Código 867
- ITED: Manual ITED, Procedimentos de registo das entidades certificadoras, procedimentos de avaliação das ITED, informação relacionada. Código 386

- Draft REEE v051 - Eficiência Energética e Qualidade do Ar Interior nos Edifícios. Código 1179
- Decreto Legislativo Regional n.º 18/2012/M. D.R. n.º 158, Série I de 2012-08-16, Região Autónoma da Madeira - Assembleia Legislativa. Estabelece as disposições relativas ao projeto, à construção e à exploração de redes e ramais de distribuição alimentados com gases combustíveis da 3.ª família. Código 1180
- Decreto Legislativo Regional n.º 19/2012/M. D.R. n.º 158, Série I de 2012-08-16, Região Autónoma da Madeira - Assembleia Legislativa. Estabelece as normas a que ficam sujeitos os projetos de instalações de gás a incluir nos projetos de construção, ampliação ou reconstrução de edifícios, bem como o regime aplicável à execução da inspeção das instalações. Código 1181
- Decreto-Lei n.º 118/2013. D.R. n.º 159, Série I de 2013-08-20, Ministério da Economia e do Emprego. Aprova o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços, e transpõe a Diretiva n.º 2010/31/EU, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios. Código 1195
- Portaria n.º 349-A/2013, D.R. n.º 232, Série I, Suplemento de 2013-11-29 Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Determina as competências da entidade gestora do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), regulamenta as atividades dos técnicos do SCE, estabelece as categorias de edifícios, para efeitos de certificação energética, bem como os tipos de pré-certificados e certificados SCE e responsabilidade pela sua emissão, fixa as taxas de registo no SCE e estabelece os critérios de verificação de qualidade dos processos de certificação do SCE, bem como os elementos que deverão constar do relatório e da anotação no registo individual do Perito Qualificado (PQ). Código 1208
- Portaria n.º 349-B/2013, D.R. n.º 232, Série I, Suplemento de 2013-11-29 Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Define a metodologia de determinação da classe de desempenho energético para a tipologia de pré-certificados e certificados SCE, bem como os requisitos de comportamento técnico e de eficiência dos sistemas técnicos dos edifícios novos e edifícios sujeitos a grande intervenção. Código 1209

- Portaria n.º 349-C/2013, D.R. n.º 233, Série I, 2.ª Suplemento de 2013-12-02 Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Estabelece os elementos que deverão constar dos procedimentos de licenciamento ou de comunicação prévia de operações urbanísticas de edificação, bem como de autorização de utilização. Código 1210
- Portaria n.º 349-D/2013, D.R. n.º 233, Série I, 2.ª Suplemento de 2013-12-02. Ministérios do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia e da Solidariedade, Emprego e Segurança Social. Estabelece os requisitos de conceção relativos à qualidade térmica da envolvente e à eficiência dos sistemas técnicos dos edifícios novos, dos edifícios sujeitos a grande intervenção e dos edifícios existentes. Código 1211
- Despacho (extrato) n.º 15793-C/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03. Procede à publicação dos modelos associados aos diferentes tipos de pré-certificado e certificado do sistema de certificação energética (SCE) a emitir para os edifícios novos, sujeitos a grande intervenção e existentes. Código 1212
- Despacho (extrato) n.º 15793-D/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03. Estabelece os fatores de conversão entre energia útil e energia primária a utilizar na determinação das necessidades nominais anuais de energia primária. Código 1213
- Despacho (extrato) n.º 15793-E/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03. Estabelece as regras de simplificação a utilizar nos edifícios sujeitos a grandes intervenções, bem como existentes. Código 1214
- Despacho (extrato) n.º 15793-F/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03. Procede à publicação dos parâmetros para o zonamento climático e respetivos dados. Código 1215
- Despacho (extrato) n.º 15793-G/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03. Procede à publicação dos elementos mínimos a incluir no procedimento de ensaio e receção das instalações e dos elementos mínimos a incluir no plano de manutenção (PM) e respetiva terminologia. Código 1216
- Despacho (extrato) n.º 15793-H/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03. Estabelece as regras de quantificação e contabilização do contributo de sistemas para aproveitamento de fontes de energia de fontes de energia renováveis, de acordo com o tipo de sistema. Código 1217

- Despacho (extrato) n.º 15793-I/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03. Estabelece as metodologias de cálculo para determinar as necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento e arrefecimento ambiente, as necessidades nominais de energia útil para a produção de águas quentes sanitárias (AQS) e as necessidades nominais anuais globais de energia primária. Código 1218
- Despacho (extrato) n.º 15793-J/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03. Procede à publicação das regras de determinação da classe energética. Código 1219
- Despacho (extrato) n.º 15793-K/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03. Publicação dos parâmetros térmicos para o cálculo dos valores que integram o presente despacho. Código 1220
- Despacho (extrato) n.º 15793-L/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03. Procede à publicação da metodologia de apuramento da viabilidade económica da utilização ou adoção de determinada medida de eficiência energética, prevista no âmbito de um plano de racionalização energética. Código 1221
- Portaria n.º 353-A/2013. D.R. n.º 235, Suplemento, Série I de 2013-12-04. Ministérios do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, da Saúde e da Solidariedade, Emprego e Segurança Social. Estabelece os valores mínimos de caudal de ar novo por espaço, bem como os limiares de proteção e as condições de referência para os poluentes do ar interior dos edifícios de comércio e serviços novos, sujeitos a grande intervenção e existentes e a respetiva metodologia de avaliação. Código 1223
- Resolução n.º 1212/2013. Aprova a proposta do Decreto Legislativo Regional que adapta à Região o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), que integra o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS). Código 1227
- Declaração de Retificação n.º 2/2014. D.R. n.º 22, Série I de 2014-01-31. Presidência do Conselho de Ministros - Secretaria-geral. Retifica a Portaria 353-A/2013 de 4 de dezembro, dos Ministérios do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, da Saúde e da Solidariedade, Emprego e Segurança Social, que estabelece os valores mínimos de caudal de ar novo por espaço, bem como os limiares de proteção e as condições de referência para os poluentes do ar interior dos edifícios de comércio e serviços novos, sujeitos a grande

intervenção e existentes e a respetiva metodologia de avaliação, publicada no Diário da República n.º 235, 1.ª série, suplemento, de 4 de dezembro de 2013. Código 1228

- Declaração de Retificação n.º 3/2014. D.R. n.º 22, Série I de 2014-01-31. Presidência do Conselho de Ministros - Secretaria-Geral. Retifica a Portaria n.º 349-D/2013, de 2 de dezembro, dos Ministérios do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia e da Solidariedade, Emprego e Segurança Social que estabelece os requisitos de conceção relativos à qualidade térmica da envolvente e à eficiência dos sistemas técnicos dos edifícios novos, dos edifícios sujeitos a grande intervenção e dos edifícios existentes, publicada no Diário da República n.º 233, 1.ª série, 2.º suplemento, em 2 de dezembro de 2013. Código 1229
- Declaração de Retificação n.º 4/2014. D.R. n.º 22, Série I de 2014-01-31. Presidência do Conselho de Ministros - Secretaria-Geral. Retifica a Portaria n.º 349-C/2013, de 2 de dezembro, do Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia que estabelece os elementos que deverão constar dos procedimentos de licenciamento ou de comunicação prévia de operações urbanísticas de edificação, bem como de autorização de utilização, publicada no Diário da República n.º 233, 1.ª série, 2.º suplemento, em 2 de dezembro de 2013. Código 1230
- Legislação de Angola. Código 1238
- Legislação de Cabo Verde. Código 1239
- Legislação de Moçambique. Código 1240
- MANUAL ITED - Prescrições e Especificações Técnicas das Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios - 3.ª edição. Código 1247
- SCE – Perguntas e respostas – Versão 0 – Maio 2015. Código 1256

ANEXO II – RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DO MODELO NO SMC

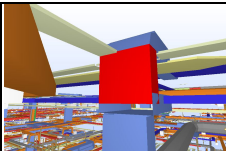
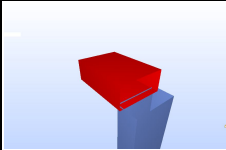
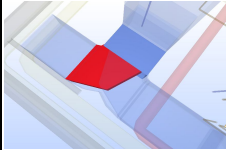
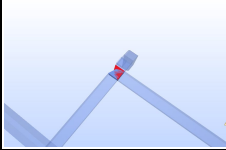
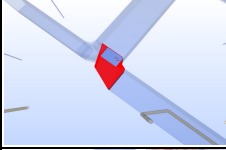
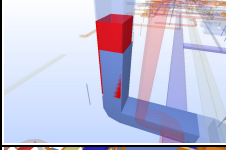
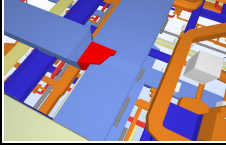
ANEXO III – LISTA DE CONFLITOS ASSINALADOS NO SMC

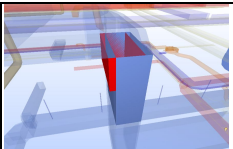
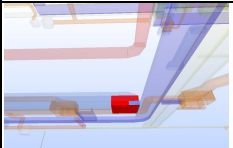
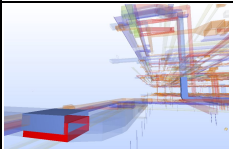
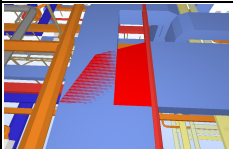
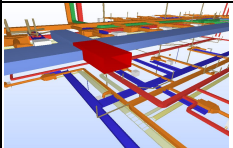
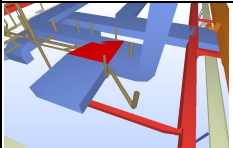
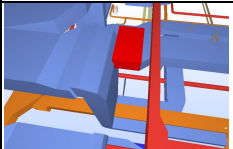


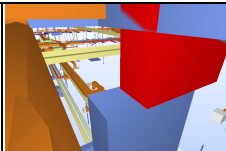
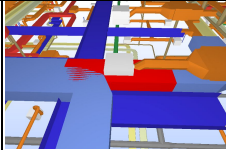
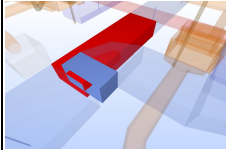
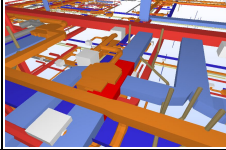
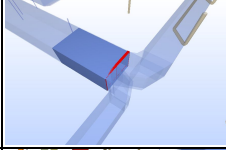
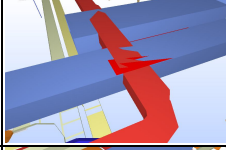
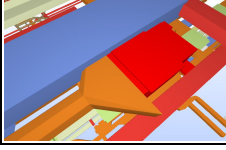
Verificação

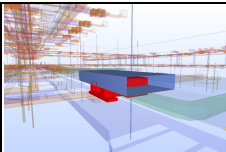
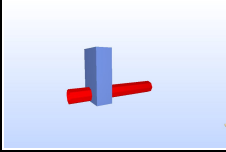
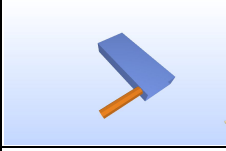

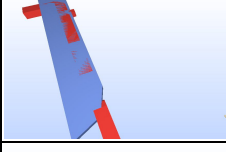

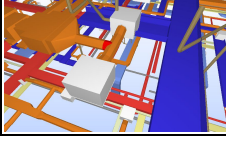
Model Name	MEP
Checker	Marcio
Organization	
Date	May 12, 2015
MEP	Date: 2015-04-22 11:41:02 Application: ArchiCAD-64 IFC: IFC2X3

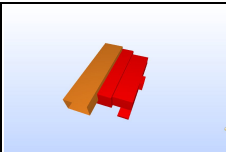
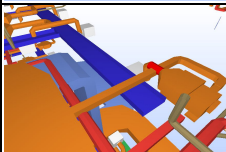
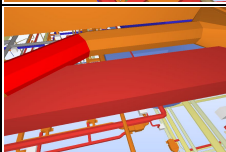
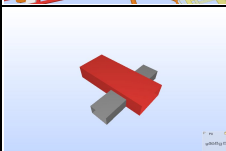
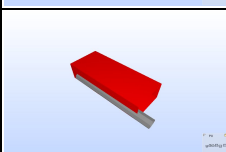
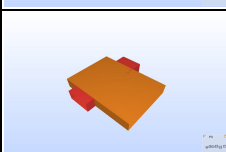
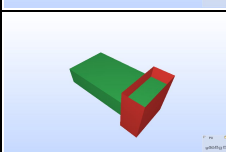
Verificação								
Number	Id	Location	Date	Author	Picture	Issue comment	Responsibilities	Action Required
1	1	Cob	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: Ducto de desenfumagem duplicado	MEP	eliminar objeto duplicado
2	2	P-1	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: Ducto duplicado	MEP	eliminar objeto duplicado
3	3	P2	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: Conflito entre ductos	MEP	retificar alinhamento e ligação dos elementos da conduta
4	4	Cob	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: Ligação entre ductos deficiente/mal efetuada	MEP	corrigir ligação entre objetos da rede
5	5	P1	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: Ligação entre elementos mal efetuada	MEP	substituir por ducto de ligação em forma de "T"

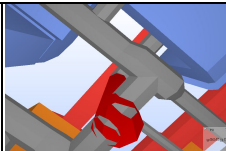
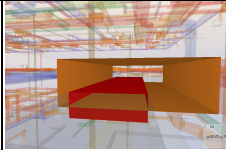
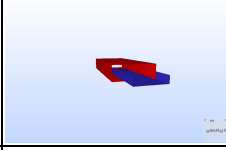
6	6	P3	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: Conflito entre ductos e falta de curva de ligação dos mesmos	MEP	inserir cotovelo para a ligação dos elementos verticais com os horizontais da rede
7	7	P2	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: falta de curva de ligação e erro de alinhamento das condutas	MEP	alinhamento de condutas e inserção de cotovelo de ligação das mesmas
8	8	P0	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: ducto de dimensoes superiores aos restantes da rede	MEP	inserir elemento de redução da conduta
9	9	P-1	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: elementos errados, substituir por curva em T em vez de duas curvas que provocam conflito entre si	MEP	substituir ligações por curva em "T"
10	10	P1	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: ligação deficiente e peças duplicadas e a mais na mesma	MEP	eliminar peças em excesso na rede e alinhar os elementos restantes
11	11	P2	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: sobreposição de ductos e alinhamentodeficiente dos mesmos	MEP	comprimento de ducto demasiado grande para o troço em questão, redimensionar comprimento
12	12	P3	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: ligação deficiente na ramificação de ductos	MEP	corrigir ligação entre objetos da rede

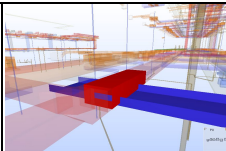
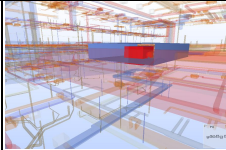
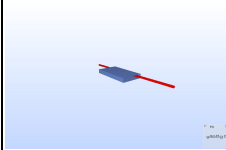
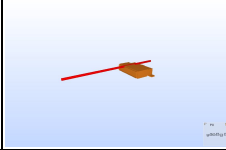
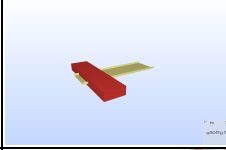
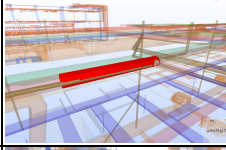
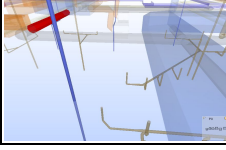
13	13	P2	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: duplicação de peças na rede	MEP	eliminar objeto duplicado
14	14	P1	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: ausencia de abertura para ventilação de espaço	MEP	inserção de janela de ventilação de espaço
15	15	P1	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: Sobreposição/duplicação de redes	MEP	eliminar conduta duplicada da mesma rede
16	16	P2	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: ramificação deficiente	MEP	corrigir ligação entre objetos da rede
17	17	P1	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: colisão entre ductos com ramificações de dimensoes superiores, para ventilação de espaços	MEP	definir prioridades das redes e alterar trajeto das mesmas de forma a evitar colisões
18	18	P0	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: multiplos conflitos entre condutas AVAC e redes de esgotos	MEP	estabelecer prioridades e remodelar redes
19	19	P1	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: conflito entre redes AVAC de desenfumagem	MEP	corrigir ligações

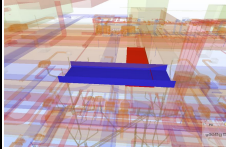
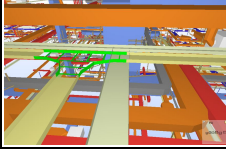

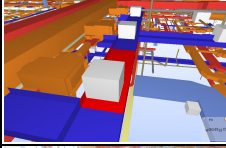
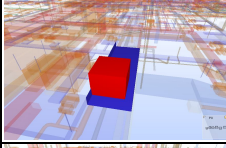
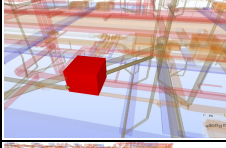
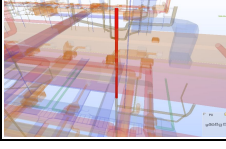
20	20	P2	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: Interseção entre elementos AVAC e ligações deficientes na rede	MEP	corrigir ligações e alinhamento da rede
21	21	P1	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: Conflitos entre redes e equipamentos de desenfumagem e insuflação	MEP	definir prioridades das redes e realocar equipamentos de forma a garantir a funcionalidade das mesmas
22	22	P1	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: incoerencia de cotas da rede de condutas e interferencia das mesmas	MEP	retificar alinhamento das redes
23	23	P2	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: atravessamentos entre ductos de extração e colisoes com equipamentos de insuflação	MEP	definir prioridades e realocar equipamentos
24	24	P1	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: Acessório de encaixe de condutas mal instalado	MEP	verificar e corrigir ligação
25	25	P1	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: colisão entre condutas de diferentes especialidades	MEP	definir prioridades e corrigir modelação
26	26	P2	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: Colisão entre equipamento e conduta de desenfumagem	MEP	corrigir ligação de rede com equipamento

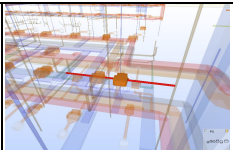
27	27	P0	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: colisao entre equipamento e conduta	MEP	definir prioridades e realocar equipamentos/condutas
28	28	P0	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: atravessamento de ductos de difentes especialidade	MEP	definir prioridades e corrigir colisao
29	29		11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: atravessamento de condutas de diferentes especialidade	MEP	definir prioridades e corrigir colisao
30	30		11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: intersecoes de elementos de diferentes especialidades	MEP	definir prioridades e corrigir colisao
31	31	Cob, P2, P1, P0, P3	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: intersecao com desenfumagem e extração	MEP	definir prioridades e corrigir colisao
32	32	P1	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: intersecao entre conduta de desenfumagem e conduta de retorno	MEP	definir prioridades e corrigir colisao
33	33	P2	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: ligacao deficiente	MEP	corrigir ligacao entre objetos da rede

34	34	P2	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: interseção entre equipamento e conduta de insuflação	MEP	corrigir ligação entre equipamento e objeto da mesma rede
35	35	P2	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: conflito entre conduta insuflação	MEP	corrigir colisão de elementos da mesma especialidade
36	36	P3	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: colisão entre conduta de retorno e equipamento	MEP	definir prioridades das redes e corrigir colisão
37	37		11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: interseção entre condutas de extração	MEP	verificar e corrigir trajeto das redes
38	38		11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: interseção entre condutas AVAC extração e rede residual de sanitarios	MEP	definir prioridades das redes e corrigir colisão
39	39		11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: interseção AVAC insuflação e avac extração	MEP	definir prioridades e corrigir colisão
40	40		11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: interseção avac insuflação e avac retorno	MEP	definir prioridades e corrigir colisão garantindo funcionalidade das redes

41	41	Cob	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: ligação deficiente em rede residual	MEP	corrigir ligação entre elementos da mesma rede
42	42	P1	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: interseção entre residual e extração avac	MEP	definir prioridades e corrigir colisão
43	43	P0	11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: avac sanitarios e insuflação	MEP	definir prioridades e corrigir colisão
44	44		11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: avac extração sanitarios e avac retorno	MEP	definir prioridades e corrigir colisão
45	45		11-May-2015	Marcio		Marcio, May 11, 2015: avac insuflação e avac retorno	MEP	definir prioridades e corrigir colisão
46	46	P3	12-May-2015	Marcio		Marcio, May 12, 2015: interseção entre bandeja de cabos e conduta de desenfumagem	MEP	definir prioridades e corrigir colisão
47	47	P0	12-May-2015	Marcio		Marcio, May 12, 2015: bandeja de cabos e avac equipamentos	MEP	definir prioridades e corrigir colisão

48	48	P0	12-May-2015	Marcio		Marcio, May 12, 2015: bandeja de cabos e avac extração	MEP	definir prioridades e corrigir colisão
49	49	P1	12-May-2015	Marcio		Marcio, May 12, 2015: difusor de insuflação e conduta de desenfumagem	MEP	definir prioridades e realocar equipamento/conduta
50	50	P0	12-May-2015	Marcio		Marcio, May 12, 2015: desenfumagem e esgotos	MEP	definir prioridades e corrigir colisão
51	51	P2	12-May-2015	Marcio		Marcio, May 12, 2015: equipamentos AVAC e esgotos	MEP	definir prioridades e corrigir colisão
52	52		12-May-2015	Marcio		Marcio, May 12, 2015: AVAC extração e eletricidade correntes fortes	MEP	definir prioridades e corrigir colisão
53	53	P2	12-May-2015	Marcio		Marcio, May 12, 2015: avac extração de sanitarios e rede residual sanitarios	MEP	definir prioridades e corrigir colisão
54	54	P0	12-May-2015	Marcio		Marcio, May 12, 2015: avac equipamentos e drenagem pluviais	MEP	definir prioridades e corrigir colisão


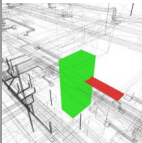
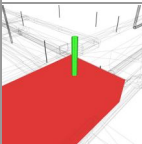
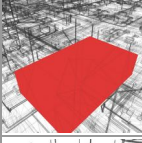
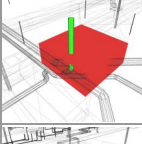
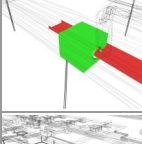
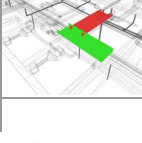
55	55	Cob	12-May-2015	Marcio		Marcio, May 12, 2015: abastecimento de aguas e eletricidade correntes fortes	MEP	definir prioridades e corrigir conflito cumprindo imposições legislativas relativamente às divergencias entre especialidades intervenientes
56	56	P3	12-May-2015	Marcio			MEP	
						Marcio, May 12, 2015: eletricidade correntes fortes e correntes fracas	MEP	definir prioridades e corrigir colisão
57	57	P2	12-May-2015	Marcio			MEP	
						Marcio, May 12, 2015: abastecimento de aguas e avac insuflação (difusor de ar)	MEP	definir prioridades e corrigir colisão
58	58	P1	12-May-2015	Marcio		Marcio, May 12, 2015: difusor de extracao avac e rede residual	MEP	definir prioridades e corrigir colisão
59	59	P2	12-May-2015	Marcio		Marcio, May 12, 2015: colisão entre rede residual e pluvial	MEP	definir prioridades e corrigir colisão

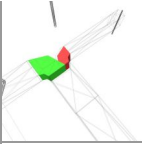
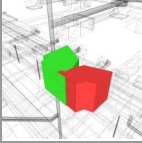
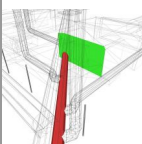
60	60	P1	12-May-2015	Marcio		Marcio, May 12, 2015: equipamento avac e rede residual	MEP	definir prioridades e corrigir colisao
----	----	----	-------------	--------	--	--	-----	--

**ANEXO IV – RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DO MODELO NO NW E
LISTA DE CONFLITOS ASSINALADOS**

Clash Report

MEP	Tolerance	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved	Type	Status
	0.001m	21238	21228	0	10	0	0	Hard	Old

Image	Clash Name	Status	Distance	Description	Date Found	Assigned To	Clash Point	Item 1			Item 2			Comments
								Layer	Item Name	Item Type	Layer	Item Name	Item Type	
	Clash7	Reviewed	-0.393	Hard	2015/5/15 10:58.45	MEP	x:129.050, y:100.601, z:15.999	P2	Body	LcIFCRepresentationHolder	Cob	Body	LcIFCRepresentationHolder	#0 - Marcio - 2015/5/15 11:49.37 Assigned to MEP Conflito entre ductos
	Clash10	Reviewed	-0.357	Hard	2015/5/15 10:58.45	MEP	x:66.852, y:149.334, z:14.700	P3	Body	LcIFCRepresentationHolder	P2	Body	LcIFCRepresentationHolder	#0 - Marcio - 2015/5/15 11:50.15 Assigned to MEP Conflito entre caminho de cabos e conduta
	Clash24	Reviewed	-0.271	Hard	2015/5/15 10:58.45	MEP	x:54.450, y:124.017, z:7.476	P1	Body	LcIFCRepresentationHolder	P1	Body	LcIFCRepresentationHolder	#0 - Marcio - 2015/5/15 11:51.04 Assigned to MEP Conflito entre conduta e tubarias
	Clash49	Reviewed	-0.251	Hard	2015/5/15 10:58.45	MEP	x:128.755, y:100.149, z:16.499	Cob	Body	LcIFCRepresentationHolder	P2	Body	LcIFCRepresentationHolder	#0 - Marcio - 2015/5/15 11:52.31 Assigned to MEP Componentes duplicados
	Clash85	Reviewed	-0.225	Hard	2015/5/15 10:58.45	MEP	x:55.750, y:112.506, z:7.476	P1	Body	LcIFCRepresentationHolder	P1	Body	LcIFCRepresentationHolder	#0 - Marcio - 2015/5/15 11:53.42 Assigned to MEP Interseções entre especialidades
	Clash408	Reviewed	-0.170	Hard	2015/5/15 10:58.45	MEP	x:94.260, y:49.364, z:2.700	P0	Body	LcIFCRepresentationHolder	P0	Body	Composite Part	#0 - Marcio - 2015/5/15 11:57.50 Assigned to MEP Caminho de cabos com equipamentos
	Clash1045	Reviewed	-0.134	Hard	2015/5/15 10:58.45	MEP	x:40.283, y:145.866, z:15.150	P3	Body	LcIFCRepresentationHolder	P3	Body	LcIFCRepresentationHolder	#0 - Marcio - 2015/5/15 12:55.47 Assigned to MEP Conflitos entre caminhos de cabos
														#0 - Marcio - 2015/5/15 13:08.41

	Clash1624	Reviewed	-0.112	Hard	2015/5/15 10:58.45	MEP	x:64.010, y:148.122, z:6.999	P1	Body	LcIFCRepresentationHolder	P1	Body	LcIFCRepresentationHolder	Assigned to MEP Ligação imprópria de condutas
	Clash1727	Reviewed	-0.109	Hard	2015/5/15 10:58.45	MEP	x:100.229, y:148.625, z:11.501	P2	Body	LcIFCRepresentationHolder	P2	Body	LcIFCRepresentationHolder	#0 - Marcio - 2015/5/15 13:17.54 Assigned to MEP ligação indevida de condutas
	Clash1884	Reviewed	-0.103	Hard	2015/5/15 10:58.45	MEP	x:101.790, y:152.411, z:7.144	P1	Body	LcIFCRepresentationHolder	P1	#4457651	LcOaExGeometry	#0 - Marcio - 2015/5/15 13:21.46 Assigned to MEP Colisão entre equipamento AVAC e rede residual

**ANEXO V – PROPOSTA DE GUIA PRÁTICO PARA COORDENAÇÃO
DAS MEP EM MODELOS DE BIM**

Guia Prático para coordenação das MEP em modelos de BIM

Índice

Introdução	3
Objetivos	3
Estrutura do Documento	3
Capítulo 1 – Generalidades	4
1.1. Legislação.....	4
Capítulo 2 – Principais componentes e sistemas MEP.....	5
2.1. Instalações Mecânicas (AVAC)	5
2.2. Instalações Elétricas.....	7
2.3. Instalações Hidráulicas	9
2.4. Outras Instalações e Especialidades	14
Capítulo 3 – Boas práticas de coordenação	18
3.1. Procedimento recomendado para a Coordenação das MEP no BIM.....	18
3.2. Indicadores de boa coordenação das MEP.....	20
3.3. Benefícios da utilização do BIM na Coordenação das MEP	20
Capítulo 4 – Tipos de conflitos nas MEP e métodos de resolução	22
Considerações finais	39

INTRODUÇÃO

As instalações e especialidades técnicas de um edifício, independentemente da sua finalidade de utilização, desempenham um papel fundamental na qualidade do mesmo.

Assim sendo, a sua conceção e dimensionamento devem basear-se em critérios rigorosos, assegurando, não só o cumprimento dos regulamentos em vigor na área de intervenção, como também uma harmoniosa integração de todas as especialidades no ambiente espacial definido pela arquitetura.

OBJETIVOS

O principal objetivo deste Guia/Manual Prático é elaborar um documento que permita auxiliar os profissionais da Indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção), mais concretamente Engenheiros e Arquitetos, no desempenho das suas funções, quer na fase de projeto, quer na fase de execução do mesmo, no que concerne aos requisitos mínimos exigidos pelas diversas especialidades que constituem o edifício, bem como boas práticas de gestão e coordenação das atividades, tendo em vista prever atempadamente as exigências funcionais, regulamentares e físicas para a correta instalação de cada especialidade, assim como corrigir e evitar o aparecimento de erros ainda em fase de projeto.

A concretização deste objetivo principal passou pela análise dos principais regulamentos que envolvem as especialidades intervenientes e estudo de boas práticas relativas a cada especialidade. Posteriormente, procedeu-se ao caso de estudo de um projeto real, modelo BIM de um hospital, onde se identificaram os principais tipos de conflitos existentes e se apresentam medidas de resolução desses mesmos conflitos.

ESTRUTURA DO DOCUMENTO

O documento encontra-se estruturado em quatro capítulos diferentes, sendo que:

- O Capítulo 1 enuncia e identifica as principais Leis e Regulamentos relativas a cada especialidade abordada, atualmente em vigor em Portugal.

- O Capítulo 2 encontra-se dividido em três subcapítulos, onde cada um é referente a uma das principais especialidades MEP e, onde se faz uma breve introdução e apresentação dessas mesmas especialidades.
- O Capítulo 3 enuncia alguns benefícios e boas práticas de coordenação e utilização de metodologias BIM para essas mesmas especialidades.
- Por ultimo, o Capítulo 4 identifica e enuncia os principais tipos de conflitos que podem existir entre as especialidades envolvidas num projeto, onde se apresentam também soluções de correção para esses mesmos conflitos.

CAPÍTULO 1 – GENERALIDADES

É de consenso comum que os principais requisitos e objetivos que qualquer tipo de instalações e equipamentos devem cumprir, ao longo de um sistema de avaliação de projetos, as seguintes prioridades:

- Segurança das pessoas e bens;
- Fiabilidade do sistema;
- Eficácia e facilidade de construção e manutenção;
- Eficiência e economia.

1.1. LEGISLAÇÃO

Em cada uma das especialidades MEP aqui abordadas deverá ser respeitada a respetiva legislação, atualmente em vigor em Portugal.

Instalações e redes de AVAC (Mecânicas)

- Decreto-lei 118/2013 – RSECE (Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização de Edifícios) que aprova:
 - o SCE (Sistema de Certificação Energética de Edifícios);
 - o REH (Regulamento de Desempenho Energético de Edifícios e Habitação);

- o RECS (Regulamento de Desempenho Energético de Edifícios de Comércio e Serviços).

Que apesar de transpostos para regulamentos Nacionais, estão em conformidade com as Normas Internacionais ISSO 7730 ou ASHRAE 55.

Instalações e redes Elétricas

- RTIEBT Portaria 949 A-2006
- Decreto-lei 42895/60, Decreto-regulamentar 56/86 (Subestações e postos de transformação)
- Decreto-lei 46847/66, Decreto-regulamentar 90/84
- Guia técnico dos para-raios, DGEG
- Decreto-lei 220/2008
- EN 81, Decreto-lei 295/98 (Elevadores)

Instalações e redes Hidráulicas

Os sistemas de canalização são abrangidos pelo Decreto Regulamentar (DR) 23/95 que garante o seu correto funcionamento cumprindo os requisitos de segurança e qualidade.

CAPÍTULO 2 – PRINCIPAIS COMPONENTES E SISTEMAS MEP

De seguida apresentam-se os principais tipos de sistemas de cada especialidade, assim como alguns cuidados a ter com a instalação e utilização das mesmas.

2.1. INSTALAÇÕES MECÂNICAS (AVAC)

As instalações e redes de AVAC são, normalmente, constituídas por:

- Central de calor

- Central de frio
- Chiller
- Conduatas
- Redes de distribuição
- Tubagens
- Unidade de Tratamento de Ar Novo (UTAN)
- Unidade de Tratamento de AR (UTA)
- Ventilconvector
- Unidade de Indução
- Caldeira
- Zonas técnicas.

As instalações mecânicas incluem sistemas AVAC, montagens de tubagens, cabides, difusores e isolamento de tubos, e ainda sistemas de desenfumagem, que permitem garantir a evacuação das pessoas em caso de desastre e tem como objetivos: aquecimento, arrefecimento, filtragem e renovação do ar, circulação do ar e controlo de humidade.

De acordo com a utilização a que se destina cada edifício os requisitos/necessidades de climatização podem variar, como tal existem vários tipos de sistemas de climatização, que também apresentam variadas características e funções, sendo eles:

- Sistemas de climatização: permitem controlar temperatura máxima e mínima, humidade, renovação e circulação do ar.
- Sistemas de Aquecimento: apenas permite controlar temperatura mínima.
- Sistemas de arrefecimento: apenas permite controlar temperatura máxima.
- Sistemas de ventilação: apenas controla renovação do ar.

Aquando da instalação deste tipo de equipamentos, quer de frio quer de calor, normalmente associados a grandes edifícios deve ter-se especial atenção á criação de chaminés com alturas mínimas para garantir o correto funcionamento das mesmas, isolamentos anti vibráteis para os equipamentos de forma a controlar os níveis de vibração dos mesmos, níveis de ruído, cargas localizadas provocadas pelo elevado peso dos equipamentos na estrutura e ainda acessos adequados para a manutenção dos equipamentos.

Alguns cuidados a ter com a instalação e utilização de redes AVAC são:

- Prever espaço suficiente para as condutas;
- Isolamento e impermeabilização de atravessamentos;
- Compatibilização com restantes especialidades de projeto (estruturas, Arquitetura, Elétrica, Hidráulica, etc.);
- Previsão de proteções corta-fogo;
- Introdução do ar em locais adequados, de forma a evitar uma fonte poluída;
- A taxa de ventilação de um espaço deve ser em média de 4 a 7 RPH (renovações por hora), para não se ultrapassarem os limites de conforto e evitar problemas recorrentes do excesso/falta de renovações;
- Chaminé para as caldeiras com alturas mínimas que garantam o correto funcionamento;
- Isolamentos anti vibráteis;
- Acessos e espaço suficientes para ações de manutenção;
- Todas as condutas devem possuir portas de visita para realização de manutenção;
- Níveis de ruído: proteções acústicas;
- Cargas localizadas elevadas, associadas ao elevado peso dos equipamentos.

2.2. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

As instalações elétricas são normalmente constituídas pelas seguintes subespecialidades:

- Rede de terras e proteção contra descargas atmosféricas
- Iluminação normal, decorativa e de emergência
- Tomadas
- Alimentadores
- Quadros elétricos
- Caminhos de cabos
- Posto de Transformação
- Grupos geradores de socorro
- Unidades de alimentação Ininterrupta (UPS)

Os sistemas elétricos incluem condutas (alimentadoras e subterrâneas), caixas de junção, sistemas de iluminação, feixes de cabos/fios, caminhos de cabos, entre outros.

Alguns cuidados a ter com a instalação e utilização de redes elétricas são:

- As tubagens elétricas não devem ser instaladas sobre canalizações de água ou aquecimento;
- As canalizações elétricas não deverão ser estabelecidas a menos de três centímetros de canalizações não elétricas, por questões de segurança e manutenção;
- As redes elétricas deverão ser suficientemente afastadas ou ser separadas com isolamento térmico quando sujeitas a outras instalações ou equipamentos que possam causar aquecimento ou arrefecimento excessivo nas canalizações. Contudo, as canalizações elétricas não devem ser termicamente isoladas numa grande extensão;
- Locais não acessíveis, para instalações (courettes, galerias inacessíveis, etc), não devem ser utilizados em simultâneo por instalações elétricas e não elétricas;
- Os raios de curvatura das canalizações devem ser estabelecidos por forma a evitar danos nos isolamentos dos condutores.
- Nas travessias de paredes, tetos, pavimentos ou outros elementos de construção, as canalizações estabelecidas á vista deverão ser protegidas por tubos ou condutas com resistência às ações mecânicas não inferior á classe M5;
- Nas travessias com diferenças acentuadas de temperatura deverão ser tomadas precauções para evitar a introdução ou condensação de água;
- A proteção a curto-circuitos deve garantir-se verificando que o poder de corte do fusível é superior á máxima intensidade de curto-circuito e que qualquer intensidade de curto-circuito que possa produzir-se desaparece num período de tempo inferior ao necessário para que o condutor alcance a sua temperatura limite;
- As canalizações devem ser enterradas a uma profundidade mínima de 0,60 metros, á exceção de travessia de arruamentos com trânsito de veículos, em que a profundidade mínima é de 1 metro e, deverão ser sinalizadas, com um dispositivo de aviso colocado a pelo menos 10 centímetros acima destas.

2.3. INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

Os sistemas de canalização existentes num edifício podem dividir-se em diversos tipos de redes de acordo com a funcionalidade de cada uma. Habitualmente, nos edifícios de uso geral, existem três tipos de redes de canalizações, sendo eles:

- Rede de abastecimento de água
- Rede de drenagem de águas Residuais
- Rede de drenagem de águas Pluviais

1) Rede de abastecimento de Água

No que concerne às redes de abastecimento de água, os edifícios, são caracterizados por uma rede paralela de canalização que se destina á distribuição de água quente e água fria por todos os compartimentos que necessitam de água para alimentar os dispositivos existentes.

As redes de abastecimento de água, geralmente, são constituídas por:

- Contadores,
- Canalização adequada,
- Dispositivos de utilização (dispositivos que a rede de abastecimento tem por objetivo alimentar),
- Reservatórios de depósito de água,
- Sistemas elevatórios e/ou sobrepessores, para garantir a pressão mínima na rede de abastecimento de um edificado e
- Válvulas de seccionamento, para permitir flexibilidade na instalação e atividades de manutenção.

As redes de água fria têm origem num ramal de ligação da rede pública que se destina a abastecer toda a população de uma localidade e a partir do qual é feito o abastecimento para todos os edifícios. Para além disso, as redes de água quente são revestidas com isolamento térmico e, em grandes edificados, dispõem de tubos de retorno para que a água quente esteja sempre disponível nos dispositivos de utilização. Nos trechos em que a tubagem fica á vista e/ou em zonas técnicas é revestida com forra mecânica para proteção da mesma.

Para a produção de águas quentes sanitárias os métodos mais utilizados são associados à utilização de equipamentos como: Painéis solares térmicos associados a caldeiras ou resistências elétricas, caldeiras ou bombas de calor.

Alguns cuidados a ter com a instalação e utilização de redes de abastecimento são:

- O traçado da rede de abastecimento deve ser constituído por troços retos, com trajetórias horizontais e verticais;
- Em pavimentos só é admissível a utilização de tubo flexível e encamisado (PEX), mas deve ser evitada esta solução;
- Os troços com trajetórias horizontais deverão possuir inclinação ascendente no sentido de escoamento do fluido, cerca de 0,5%, de forma a facilitar a saída do ar das tubagens;
- A velocidade com que a água circula na rede deve estar compreendida entre os 0,5 *m/s* e 2 *m/s*, de forma a que não se ultrapassem limites de ruído provocados pelo deslocamento dos fluidos nas tubagens, de acordo com o nível de conforto pretendido;
- A pressão com que o fluido circula nas tubagens também deve estar compreendida entre 50 e 600 *kPa*, valor mínimo e máximo regulamentares, respetivamente. No entanto, por uma questão de conforto, o intervalo aconselhável é entre 150 e 300 *kPa*;
- Os percursos das redes deve ser o de menor dimensão, que conduzirá à obtenção de custos mais baixos, menores perdas de carga e tempos de retenção nas tubagens;
- As canalizações de água quente devem desenvolver-se paralelamente às de água fria a uma distância nunca inferior a 5 centímetros e posicionadas num plano superior e com isolamento térmico envolvente;
- Os ramais de ligação deverão ser instalados a uma profundidade superior ou igual a 0,8 metros, podendo ser reduzida para 0,5 metros em zonas não sujeitas a circulação viária;
- Os estabelecimentos comerciais e industriais devem ter ramais de ligação privativos;
- As canalizações podem ser instaladas à vista, embutidas, em caleiras, galerias ou tetos falsos, sendo que, nas não-embutidas deverá identificar-se o tipo de água transportada.
- As redes existentes num edifício devem ter válvulas de secionamento de modo a permitir a flexibilidade na instalação e atividades de manutenção, localizadas em zonas acessíveis para abertura e fecho fáceis;

- As canalizações nunca deverão desenvolver-se sob elementos de fundação, difícil acesso ou ser embutidas em elementos estruturais, pavimentos, chaminés ou condutas de ventilação.

A solução para o atravessamento dos elementos de fundação, é resolvida com execução de aberturas específicas nos moldes de prefabricação das vigas, permitindo a realização de um atravessamento sem contacto com a tubagem (Silva P. D., 2012).

2) Rede de drenagem de águas Residuais

Por imposição legislativa e independentemente de existir, ou não, coletor público separativo, as redes de águas residuais e pluviais de um edifício tem de ser separativas.

As redes de águas residuais domésticas destinam-se a drenar as águas provenientes das instalações sanitárias, balneários, cozinhas, sistemas de AVAC, laboratórios, lavandarias e centrais técnicas. A drenagem pode ser executada de três formas diferentes, sendo elas:

- Drenagem gravítica, em que o escoamento das águas é feito exclusivamente por ação gravítica.
- Drenagem com elevação, onde se recorre a meios mecânicos para elevar as águas a escoar para um nível superior onde se encontra o coletor público.
- Sistema misto de drenagem, onde parte do edifício é drenada de forma gravítica e outra parte, normalmente a uma cota inferior, é drenado com o recurso a mecanismos de elevação.

As redes de drenagem de aguas residuais são constituídas por:

- Ramais de descarga, canalização destinada a transportar as descargas dos dispositivos e equipamentos de utilização dos ocupantes para o coletor predial ou tubo de queda se for o caso.
- Ramal de ventilação, canalização destinada a assegurar o fecho hídrico dos sifões, sempre que se verifique necessário.
- Tubo de queda, canalização destinada a aglutinar em si as descargas dos pisos mais elevados e encaminha-las até aos coletores prediais.
- Colunas de ventilação, destinada a completar a ventilação feita pelos tubos de queda, feita através do prolongamento dos tubos de queda até ao exterior da habitação.

- Coletores prediais, canalização destinada a transportar e encaminhas as águas provenientes dos tubos de queda e dos ramais de descarga até ao ramal de ligação.
- Ramal de ligação, canalização que faz a ligação entre a caixa ramal de ligação e o coletor público.
- Acessórios, dispositivos a intercalar no sistema de modo a possibilitar ações de manutenção, conservação e limpeza, garantindo as condições de habitabilidade dos espaços ocupados, muito vulgar o uso de tampas de varejamento assim como acessórios de ligação das tubagens.

Aquando do dimensionamento e instalação deste tipo de redes deve ter-se especial atenção a fatores que podem influenciar o nível de conforto e qualidade destas instalações, como é o caso de: coeficientes de simultaneidade, ruídos, acessibilidades dos sistemas e odores.

Alguns cuidados a ter com a instalação e utilização deste tipo de redes são:

- Todos os ramais individuais deverão cumprir os diâmetros mínimos estipulados regulamentarmente para cada aparelho;
- Os ramais de descarga (troços horizontais) devem possuir inclinações compreendidas entre 1% e 4% (10 a 40 *mm/m*), sendo que o recomendado é uma inclinação superior a 2%;
- Os diâmetros dos tubos de queda da rede não podem ser inferiores ao maior diâmetro dos ramais de descarga individuais que nele confluam, com um mínimo de 50 *mm*;
- Sempre que necessário que as redes de drenagem de águas residuais possuam ventilação primária, esta é obtida através do prolongamento dos tubos de queda até á sua abertura na atmosfera, mantendo o mesmo diâmetro e independentes de qualquer outro sistema do edifício;
- Os coletores não podem ter diâmetro inferior ao maior diâmetro das tubagens que nele confluem, com um mínimo de 100 *mm*;
- As inclinações dos coletores devem estar entre 1% e 4% para coletores suspensos e, ser superiores a 2% para coletores enterrados;
- Manter distância mínima de cerca de 1 metro, em projeção horizontal, entre as canalizações de águas e esgotos na instalação de tubagens enterradas, exceto se forem

tomadas medidas de proteção adequadas, como é o caso de encamisamento e revestimentos das tubagens e abastecimento;

- As canalizações instaladas á vista ou visitáveis devem ser identificadas de acordo com a natureza das águas que transportam;
- As redes de drenagem nunca podem ser embutidas em elementos estruturais ou instaladas em zonas de acesso difícil;
- O afastamento máximo entre camaras de inspeção ou bocas de limpeza de uma rede nunca deverá exceder os 15 metros;

3) Rede de drenagem de águas Pluviais

As redes de águas pluviais destina-se a drenarem as águas provenientes da chuva, da rega de jardins, lavagem de arruamentos, parques de estacionamento e pátios, circuitos de refrigeração e instalações de aquecimento, piscinas e depósitos de armazenamento e drenagem do subsolo.

As redes de drenagem de águas Pluviais são constituídas por:

- Caleiras e algerozes, que são dispositivos de recolha destinados a conduzir as águas para ramais de descarga ou tubos de queda.
- Ramais de descarga
- Tubos de queda
- Coletores prediais
- Colunas de ventilação, canalização destinada a ventilar poços de bombagem.
- Ramal de ligação
- Acessórios

Os processos de drenagem são os mesmos que se utilizam na drenagem de águas residuais, contando com que têm de ser separativos.

Deve ter-se especial atenção para o caso da drenagem de águas de centrais com caldeiras uma vez que devem ser instaladas câmaras de arrefecimento para arrefecer o esgoto á saída das caldeiras, uma vez que a rede, por uma questão económica, é dimensionada para drenar águas “frias”. As curvas e junções devem ter bocas de limpeza de fácil acesso para permitir uma correta manutenção das redes.

Alguns cuidados a ter com a instalação e utilização deste tipo de redes são:

- Está vedada a possibilidade de qualquer ligação entre a rede predial de distribuição de água e a rede de drenagem de águas pluviais, como forma de garantir a não contaminação das águas distribuída;
- Deverá adotar-se os percursos de menores dimensões, mas que garantam o correto funcionamento da rede, conduzindo a custos mais baixos, e menores tempos de retenção da água nas tubagens;
- Em caso algum se deverão desenvolver sob elementos de fundação, em zonas de acesso difícil e embutidas em elementos estruturais;
- Na necessidade de atravessamento de elementos estruturais deve ficar garantida a sua não ligação rígida a estes elementos, através da interposição entre ambos de um material resiliente;
- Estas tubagens podem ser instaladas á vista, embutidas, em caleiras, enterradas, em galerias ou tetos falsos;
- A inclinação de caleiras e algerozes deve oscilar entre 2 e 15 *mm/m*, sendo recomendada a adoção de valores compreendidos entre 5 e 10 *mm/m*.
- As inclinações dos ramais de descarga não deverão ser inferiores a 5 *mm/m* (0,5%), sendo aconselhado variarem entre 1% e 4%;
- Os diâmetros dos tubos de queda da rede não podem ser inferiores ao maior diâmetro dos ramais de descarga individuais que nele confluam, com um mínimo de 50 *mm*;
- Os coletores não podem ter diâmetro inferior ao maior diâmetro das tubagens que nele confluem, com um mínimo de 100 *mm*;
- As inclinações dos coletores devem estar entre 1% e 4% para coletores suspensos e, ser superiores a 2% para coletores enterrados;

2.4. OUTRAS INSTALAÇÕES E ESPECIALIDADES

Apesar de não serem diretamente abordadas no trabalho que originou este Manual, é conveniente referir outras especialidades que são também muito importantes para o bom funcionamento dos edifícios e que se enunciam resumidamente de seguida.

1) SCIE (Segurança Contra Incêndios em Edifícios)

O sistema de segurança contra incêndios de um edifício deve estar em conformidade com o DL 220/2008, de 12 de Novembro e ainda com a Portaria nº 1532/2008, 29 de Dezembro.

Apesar de diferentes riscos, originados pelos diferentes usos que caracterizam cada edifício, todos devem ter meios de 1ª intervenção de combate a incêndios apropriados para uma primeira e rápida intervenção em caso de incêndio, sendo eles:

- Extintores portáteis e móveis.
- Redes de incêndio armada tipo carretel, para que a sua utilização seja facilitada as redes tipo carretel devem cobrir todas as áreas de forma a garantir a cobertura em todos os pontos de intervenção.

Para além destes mecanismos, os edifícios de utilização pública devem ainda estar munidos de sistemas de extinção automática de incêndios através de Splinkers, que são alimentados por grupos de incêndio instalados nos edifícios. Splinkers são sistemas fixos de extinção automática de incêndios através de aspersores que permitem a extinção dos incêndios ainda em fase inicial, podem ser de vários tipos: pendentes, ascendentes e de paredes.

Alguns cuidados a ter com a instalação e utilização deste tipo de sistemas são:

- O regulamento exige uma pressão dinâmica mínima nas bocas de incendio armadas tipo carretel de 250 kPa , e 350 kPa para as bocas de incendio armadas tipo teatro;
- No caso dos Splinkers, as pressões mínimas e máximas da rede dependem do modelo selecionado, no entanto os valores mais usuais encontram-se entre 50 e 1200 kPa , para a mínima e máxima respetivamente;
- No caso de redes de segurança contra incêndios não existe limitação da velocidade do fluido nas tubagens, ao contrário da rede de abastecimento dos edifícios;
- As vias devem possibilitar o estacionamento dos veículos de socorro a uma distancia não superior a 30 metros de, pelo menos, uma das saídas do edifício que faça parte dos seus caminhos de evacuação;
- As vias de acesso devem permitir o estacionamento das viaturas de socorro junto às fachadas acessíveis;

- A passagem de canalizações ou condutas através de elementos de construção resistentes ao fogo não deve por em causa essa resistência ao fogo, sendo que, nos atravessamentos, as canalizações devem ser seladas ou ter registos resistentes ao fogo;
- As medidas de autoproteção aplicam-se a todos os edifícios e recintos, incluindo os existentes á data de entrada em vigor do regime jurídico de SCIE.

2) Redes de Gás

As instalações de gás são as mais exigentes no que concerne á segurança devido ao risco que representam no caso de mau funcionamento ou fuga para a segurança dos ocupantes e não só, encontram-se abrangidas pelo regulamento técnico relativo ao projeto, construção, exploração e manutenção das instalações de gás combustível canalizado em edifícios, Portaria 361/98 de 26 de Junho, DL 521/98, P 690/01. Regulamento técnico relativo ao projeto, construção, exploração e manutenção de redes de distribuição de gases combustíveis, Portaria 396/94. Devem ainda ser tidas em conta as recomendações da empresa distribuidora de gás.

As instalações de gás combustível servem normalmente para alimentar os equipamentos que funcionam através da combustão deste material, sendo normalmente: caldeiras de aquecimento de águas sanitárias e/ou aquecimento das habitações, assim como eletrodomésticos de cozinhas, lavandarias ou laboratórios.

Todas as instalações de gás devem ser instaladas á vista ou em canaletes próprios, se estiver destinada a sua instalação em tetos falsos deve estar garantida a ventilação dos mesmos.

Alguns cuidados a ter com a instalação e utilização deste tipo de instalações são:

- As tubagens de gás devem ser implantadas em locais em que não sofram o efeito de vibrações, cargas rolantes, etc.;
- Devem manter-se a uma distância sempre superior a: 0,2 metros das tubagens de água, cabos elétricos, telefónicos e similares; 0,5 metros das redes de esgotos e devem ser isolados para que a sua temperatura nunca exceda os 20°C;
- Em todo o seu percurso, a tubagem enterrada ficará assinalada com uma banda avisadora de cor amarela, contendo a indicação “**Atenção Gás**”, colocada a 0,3 metros acima da geratriz superior da tubagem;

- Relativamente às tubagens embebidas estas não deverão ficar situadas a mais de 0,2 metros do teto ou dos elementos da estrutura resistente do edifício, e deverão ter um recobrimento mínimo de 2 centímetros de espessura;

3) ITED

As infraestruturas de telecomunicações em edifícios (ITED) são constituídas por espaços, redes de tubagens, redes de cablagens, restante equipamento e material tais como conetores, tomadas e outros dispositivos.

Alguns cuidados a ter com a instalação e utilização deste tipo de instalações são:

- A rede de tubagens de um edifício deve ficar, preferencialmente, embebida nas paredes, podendo em casos específicos a tubagem ficar á vista ou em calhas técnicas;
- O percurso da tubagem deve ser, tanto quanto possível, retilíneo, horizontal ou vertical;
- O comprimento máximo dos tubos entre duas caixas deve ser de 12 m, quando o percurso for retilíneo o horizontal;
- Admite-se para cada troço de tubo, a execução de um máximo de duas curvas e, cada curva diminuirá o comprimento do troço em 2 m;
- As tubagens devem ser instaladas de forma a garantirem distâncias mínimas de 50 mm para pontos de cruzamento e 200 mm para percursos paralelos, relativamente a canalizações metálicas, nomeadamente de gás e água.

4) Redes de processamento

Em casos específicos e de acordo com o tipo de construção e a finalidade a que se destina pode haver a necessidade da criação de redes adicionais para a drenagem e armazenamento de resíduos perigosos e/ou nocivos para o ambiente ou ser humano que necessitam de ser tratados e reciclados, este tipo de instalações é muito frequente em hospitais e edifícios industriais que trabalham com materiais perigosos.

5) Instalações de transporte de cargas e pessoas

As instalações de transporte de cargas e pessoas podem ser divididas em duas categorias diferentes, que podem ser identificadas como sendo:

- Instalações de elevadores;
- Instalações de escadas ou tapetes rolantes.

Sendo que, para cada um dos grupos anteriormente referidos existem diversos tipos de equipamentos estandardizados e ambos devem assegurar a fluidez do tráfego em condições de conforto e segurança e os seus requisitos de dimensionamento deverão sempre ser validados pelo fornecedor, uma vez que para equipamentos com a mesma especificação técnica poderá existir requisitos diferentes.

CAPÍTULO 3 – BOAS PRÁTICAS DE COORDENAÇÃO

3.1. PROCEDIMENTO RECOMENDADO PARA A COORDENAÇÃO DAS MEP NO BIM

O processo de coordenação MEP deve ser realizado numa série de reuniões em que os representantes de cada especialidade reúnem os seus desenhos preliminares para resolverem os problemas existentes de coordenação. Essas reuniões de grupo visam assegurar que os sistemas funcionem para atender as necessidades dos utilizadores, verificando se são viáveis para instalar, mantendo uma relação de economia/desempenho e design adequados.

O processo de comparação/verificação de interferências e/ou incompatibilidades deve respeitar e seguinte sequencia:

O projeto de AVAC é o primeiro a ser comparado com a estrutura, porque é a especialidade que apresenta os maiores componentes e equipamentos nas suas instalações, como tal é o mais difícil de mudar porque os grandes tamanhos de dutos restringem a sua passagem a alguns locais onde o espaço necessário esteja disponível.

O sistema de drenagem de águas residuais/sanitárias é o recomendado a ser o seguinte, pois inclui linhas verticais e horizontais com inclinação regulamentar na sua rede, para além de acessórios como tampas de varejamento e caixas de visita e ainda linhas de ventilação. O requisito para todas as linhas com inclinação mínima regulamentar, de forma a permitir a

drenagem gravítica, dá a esta rede/especialidade o nível mais alto de prioridade, a seguir às instalações AVAC.

O terceiro elemento de verificação são os tubos de processamento da rede AVAC, que incluem as linhas de água de aquecimento e arrefecimento da rede AVAC, uma vez que estas linhas alimentam diretamente os dutos da rede em vários pontos da rede, o que obriga a que estes dois elementos, rede AVAC e rede de processamento AVAC trabalhem em sintonia e como tal têm de ser devidamente coordenados.

O seguinte elemento a ser coordenado seria a rede de tubagem de processamento de fabricação, que transportam os fluidos/resíduos gerados pelas indústrias, uma vez que, normalmente, esta está condicionada pela pressão de serviço para além de que pode necessitar de grandes linhas de serviço (rede extensa) e, normalmente, são mais difíceis de re-route (ser redesenhadas) devido ao risco de afetar a sua funcionalidade. Nos casos em que esta rede necessite de um traçado específico para garantir o seu desempenho e funcionamento ideais, os engenheiros/técnicos responsáveis pela coordenação atribuem o nível de prioridade conveniente á mesma.

Quando existe uma rede de proteção contra incêndios, este é o próximo elemento a ser coordenado. Apesar de ser um sistema alimentado por pressão, a rede contra incêndios tem linhas próprias e deve ser devidamente classificada de forma a permitir ações de operação e manutenção conforme exigido regulamentarmente. Isto complica a coordenação das linhas prioritárias e por vezes obriga a que os técnicos dessas especialidades prioritárias sejam obrigados a comparar individualmente as suas linhas com a rede de segurança contra incêndios.

A análise que se recomenda de seguida é a rede de abastecimento de água do edifício, onde está incluída a rede de águas quentes sanitárias e a rede de águas frias. Como a rede de abastecimento de águas é acionada por pressão são mais fáceis de mudar de rota em torno de componentes maiores.

O sistema elétrico é o que se segue na tabela de prioridades de coordenação. Os engenheiros consideram que a rede elétrica é uma das mais flexíveis porque tem componentes mais pequenos e os instaladores conseguem facilmente conduzi-los e encaminha-los durante a instalação. No entanto, isto só é verdade para as redes secundárias, porque apresentam pequenos troços e diâmetros menores, as condutas principais devem ter prioridade pois quanto maior for o número de cotovelos e curvas mais difícil será puxar os cabos.

A rede ITED (Infraestruturas de telecomunicações em edifícios) é a última a ser coordenada pois é a mais flexível devido à sua tubagem de menor diâmetro e condutores, de maneira que, os empreiteiros de especialidade geralmente fazem a coordenação desta rede no campo, sendo que o problema mais comum é a passagem destas linhas junto das redes elétricas mas cujos técnicos responsáveis de cada especialidade previnem atempadamente planeando uma distância de pelo menos três metros entre elas.

3.2. INDICADORES DE BOA COORDENAÇÃO DAS MEP

Os indicadores para avaliar a qualidade do processo de coordenação diferem de acordo com a fase do projeto. Para os profissionais de indústria, é considerada uma boa coordenação se os sistemas cumprirem os seguintes requisitos:

- O uso mínimo de acessórios e conexões;
- Agrupamento e centralização de sistemas semelhantes;
- Agrupamento de sistemas semelhantes na mesma elevação;
- Encaminhamento de sistemas no padrão de grade e perpendicular à construção de muros;
- Número de linhas diagonais minimizado;
- Espaços e acessos adequados a operações e manutenções;
- Reservas de espaço adequadas a futuras/possíveis expansões.

3.3. BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DO BIM NA COORDENAÇÃO DAS MEP

Neste capítulo enunciam-se os diversos benefícios da utilização de metodologias BIM para os vários intervenientes no processo de coordenação de projectos.

Benefícios para os Dono de obra

- A equipa de projeto não perde tempo a lidar com pedidos de informações ou de alteração devido a conflitos de campo nos sistemas MEP.

- Extinção de pedidos de alteração relacionados com conflitos de campo acerca do projeto.

Benefícios para os Arquitetos/Engenheiros

- Os Arquitetos/Engenheiros despendem menos tempo durante a fase de construção de projeto a fazer administração da construção.
- Não tem de lidar com quaisquer pedidos de informação relacionados com conflitos de campo ou a lidar com quaisquer pedidos de alteração relacionados com esses mesmos conflitos.
- Têm todas as peças desenhadas constantemente atualizadas, assim como respetivas quantidades.

Benefícios para os Empreiteiros Gerais

- Os Condutores de trabalho gastam mais tempo a planear o trabalho em vez de resolver problemas recorrentes de conflitos das atividades.
- Em fase de obra e construção é possível utilizar o modelo para comparar a construção com o projeto.
- Consegue quantificar melhor os materiais necessários, minimizando custos.

Benefícios para os Empreiteiros de Especialidades

- Os subempreiteiros estão muito mais bem informados acerca dos projetos pois são envolvidos na sua realização, o que lhes permitiu identificar e resolver problemas que geralmente ocorrem durante a fase de execução dos trabalhos de campo.

Um benefício comum a todos os intervenientes e que é também a primeira vantagem que se pode verificar na utilização deste tipo de modelos é o fato da simplicidade de visualização dos modelos, uma vez que pessoas sem capacidade de leitura em 2D passam a conseguir interpretar o projeto de forma simples e clara.

CAPÍTULO 4 – TIPOS DE CONFLITOS NAS MEP E MÉTODOS DE RESOLUÇÃO

De seguida, na Tabela 5, encontram-se enumerados os vários tipos de erros e conflitos assinalados no caso de estudo abordado para a realização deste Manual e para os quais serão apresentadas soluções de correção e possíveis causas da sua origem.

Tabela 5 - Conflitos entre especialidades MEP

Número	Tipo de Conflito
a)	Duplicação de objetos nas redes de especialidades
b)	Alinhamento indevido dos elementos que constituem uma rede
c)	Ligação deficiente de elementos da mesma rede
d)	Ausência de aberturas de ventilação de espaços nas condutas AVAC
e)	Colisão entre elementos da mesma especialidade mas redes diferentes
f)	Colisão entre Rede AVAC e Rede Residual (esgotos)
g)	Colisão entre Rede de Desenfumagem e Rede de Insuflação
h)	Colisão entre Redes de Extração e Redes de Insuflação
i)	Colisão entre Equipamentos e Condutas da mesma Rede
j)	Colisão entre Rede de Desenfumagem e Rede de Extração
k)	Colisão entre Rede de Desenfumagem e Rede de Retorno
l)	Colisão entre Rede de Insuflação e Rede de Retorno
m)	Colisão entre Rede de Extração e Rede de Retorno
n)	Colisão entre Rede Elétrica e Rede AVAC
o)	Colisão entre Rede AVAC e Rede Pluvial
p)	Colisão entre Rede Elétrica e Rede de Abastecimento de águas
q)	Colisão entre Rede de Abastecimento de águas e Rede AVAC
r)	Colisão entre Rede Residual e Rede Pluvial
s)	Colisão entre Rede Residual e Rede Elétrica

Apresentação e resolução dos conflitos anteriormente enunciados.

a) Duplicação de objetos nas redes de especialidades

Descrição do tipo de Problema:

Este tipo de conflito é originado pela duplicação e sobreposição de elementos aquando da modelação de uma rede/modelo, são originados pela inserção de dois componentes sobrepostos no mesmo troço.

Este conflito é de grande importância pois, se não for corrigido e, se se recorrer às ferramentas de extração de quantidades (QTO), disponíveis na maioria dos softwares BIM, os resultados extraídos não serão fiáveis e poderão levar a erros graves na utilização dessa informação para orçamentação e gestão e coordenação de obra pois levará a gastos desnecessários de material.

Método de Resolução:

A resolução deste tipo de problema consiste em identificar todos os elementos duplicados num modelo, independentemente da especialidade e, eliminar o duplicado para que o modelo não contenha elementos desnecessários, que apenas inviabilizam a extração de quantidades de um modelo e originam erros na posterior utilização dessa informação.

b) Alinhamento indevido dos elementos que constituem uma rede

Descrição do tipo de Problema:

Este tipo de conflito é assinalado pelo software quando faz uma análise de fluxo nas redes existentes e em que esses elementos da rede não estão devidamente alinhados e colidem entre si ou impedem a correta ligação entre os elementos dessa rede, originados por erros de modelação em caso virtual ou erros da montagem em caso real.

Método de Resolução:

Por vezes existe um alinhamento deficiente dos elementos de uma rede, como se pode verificar no conflito nº 3, que irão provocar conflitos com outras redes e problemas para a ligação dos

elementos dessa mesma rede e que são originados por erros aquando da modelação ou montagem que provocam desvios do alinhamento previsto para essa mesma rede, que originam incompatibilidades na montagem da mesma. Em alguns casos, como se trata de um erro de modelação, a melhor solução passaria pela remarcação da rede pelo alinhamento previsto. Nos casos em que tal não seja possível, devido á falta de espaço para a realização do mesmo, e em que não se coloque em causa o correto funcionamento da rede pode realizar-se o desvio da rede em relação á rede prioritária com recurso a acessórios de curvas e cotovelos.

c) Ligação deficiente entre elementos da mesma rede

Descrição do tipo de Problema:

Este tipo de conflito é assinalado pelo software quando faz uma análise de fluxo nas redes existentes, em que o software verifica a existência de ligações deficientes entre os elementos de uma rede, que colocam em causa o fluxo da mesma, devido a inconsistências na rede.

Normalmente gerados pela utilização de elementos de dimensões diferentes ou por derivações de condutas mal efetuadas e cujas ligações necessitam de acessórios que compatibilizem essas mesmas ligações, que levariam ao mau funcionamento da rede em questão ou mesmo ao não funcionamento da mesma.

Método de Resolução:

A resolução de problemas de ligações deficientes entre os elementos de uma rede consiste em realizar as ligações dos elementos com recurso a objetos/acessórios adequados para o efeito, como é o caso de objetos/acessórios de ligação de condutas/tubos redutores quando as condutas/tubarias vão diminuindo de diâmetro com o desenvolvimento da rede, devido á necessidade de espaços/elementos a servir ser inferior. Como é muito comum nas redes de abastecimento de água e AVAC. Outro fator importante é também a utilização de acessórios compatíveis com os restantes elementos da rede para que não haja danos derivados de reações por incompatibilidades dos materiais.

d) Ausência de aberturas para ventilação de espaços nas condutas AVAC

Descrição do tipo de Problema:

Este conflito deve-se a um erro de modelação por parte do projetista da rede que, por lapso ou outra questão qualquer levou ao esquecimento da introdução de aberturas de ventilação para o espaço em questão.

Método de Resolução:

Este tipo de conflito geraria apenas problemas no caso de se utilizar o modelo para extração de quantidade de materiais e equipamentos pois obrigaria á troca de um elemento simples de conduta da Rede de AVAC de Insuflação por um elemento com abertura para ventilação do espaço em questão.

e) Colisão entre elementos da mesma especialidade mas de redes diferentes

Descrição do tipo de Problema:

Este tipo de conflito é originado pela colisão entre elementos da mesma especialidade mas de redes diferentes, como é o caso da colisão entre uma conduta principal e uma conduta secundária para a ventilação de um espaço. Ou quaisquer outros elementos pertencentes á mesma especialidade mas com diferentes relevâncias.

Método de Resolução:

A resolução deste tipo de conflito passa pela análise e reencaminhamento da rede secundária, uma vez que a principal ou não sendo uma rede principal tenha maior relevância ou dimensões superiores é uma rede prioritária.

O estudo das opções de resolução do conflito deve também garantir o bom funcionamento da rede de acordo com a sua finalidade, de modo que a remarcação da rede mantenha os caudais e pressões adequadas ao funcionamento ideal do sistema em questão, garantindo parâmetros de conforto e funcionamento na utilização da mesma.

f) Colisão entre Rede AVAC e Rede Residual (esgotos)

Descrição do tipo de Problema:

Este tipo de conflito tem origem na colisão entre elementos e/ou equipamentos das Redes AVAC com elementos e/ou peças e acessórios da Rede Residual ou de Esgotos. É um conflito muito comum em edifícios muito complexos, como o caso de estudo aqui analisado, uma vez que envolve muitas especialidades e é necessário conciliá-las todas num “espaço reduzido” e previamente estabelecido para o efeito, as redes residuais tendem a dificultar a tarefa pois tem que se garantir pendentes mínimas nos tramos horizontais de forma a garantir a funcionalidade da mesma.

Método de Resolução:

As Redes AVAC têm prioridade máxima sobre todas as outras redes e especialidades de um edifício, como tal a resolução deste problema passará pelo estudo de alternativas á mudança do traçado da Rede Residual ou de Esgotos.

A interseção destas duas especialidades pode originar problemas bastante complexos do ponto de vista de resolução dos conflitos existentes pois envolve as duas especialidades com menor “margem de manobra” ou flexibilidade do ponto de vista de possíveis alterações.

As Redes de AVAC são caracterizadas pelas suas grandes dimensões, pois é a especialidade que apresenta maiores componentes e equipamentos nas suas instalações, como tal é o mais difícil de mudar porque as grandes dimensões dos componentes restringem a sua passagem a alguns locais em que o espaço esteja disponível, o que impede grandes alterações de trajetos devido á falta de espaço previsto para tal.

Já as Redes Residuais têm de garantir pendentes mínimas para o seu bom funcionamento, uma vez que funcionam de forma gravítica quase na sua totalidade e devem ser constituídas com o mínimo possível de curvas e mudanças de direção de forma a prevenir problemas futuros como entupimentos e ruídos no seu funcionamento, assim como garantir alguma acessibilidade em caso de necessidade de ações de intervenção para manutenção e reparação. Como tal são as redes com maior prioridade a seguir às redes AVAC do ponto de vista de montagem pois são as que apresentam menor flexibilidade a alterações de traçado e mais restrições para garantir o seu bom funcionamento.

g) Colisão entre Redes AVAC de Desenfumagem e Redes AVAC de Insuflação

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito define-se como sendo a colisão entre duas redes da mesma especialidade, neste caso a especialidade AVAC, mas que tem funções completamente distintas, uma vez que uma rede é a rede de Insuflação de ar e a outra é a rede de Desenfumagem do edifício.

Apesar de estarem inseridas na mesma categoria de especialidade, as duas redes aqui assinaladas, desempenham papéis completamente distintos e isolados uma da outra. A rede de Insuflação está diretamente relacionada com a parte de climatização do edifício, estando mais direcionada para requisitos de conforto por parte dos utilizadores do edifício. Já a rede de desenfumagem está mais relacionada com a parte de segurança para os utilizadores, uma vez que a sua função é extração de gases e vapores indesejados no edifício que para além do conforto possam colocar em causa a segurança dos utilizadores.

Método de Resolução:

Neste tipo de conflitos não está estipulada uma rede prioritária sobre a outra, uma vez que são muito semelhantes do ponto de vista dos materiais e equipamentos que as constituem o critério utilizado para a resolução de conflitos é, geralmente, que os diâmetros maiores têm prioridade, devendo os diâmetros mais pequenos desviar para evitar conflitos. No entanto esta situação não é regra obrigatória, sendo que o processo de correção e a medida adotada fica um bocado ao critério de quem está a corrigir, dependendo do bom senso de cada um.

A resolução deste tipo de problema, como já foi referido em cima, passa pelo desvio de uma das condutas que está em conflito para um troço em que não se verifiquem interferências. Geralmente, é mais fácil desviar as condutas de diâmetros inferiores pois não necessitam de tanto espaço quanto as maiores para passar aquando da alteração de trajetória. Contudo, devem ser exploradas todas as opções possíveis para que a resolução do conflito não coloque em causa o bom funcionamento de qualquer uma das redes nem origine outros conflitos, sendo que também é desejável adotar uma solução que não contenha tramos desnecessários pois só irá aumentar os gastos com material e equipamento.

h) Colisão entre Rede AVAC de Extração e Rede AVAC Insuflação

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito entre duas especialidades inseridas na categoria de Redes AVAC contempla duas das principais, senão as principais, redes desta categoria. Pois as redes de extração e insuflação são as principais redes para a climatização do edifício, uma vez que nelas se inserem os mecanismos e equipamentos para climatização do edifício pois são responsáveis pela introdução e extração de ar no edifício.

A importância destas duas redes é muito semelhante pois uma complementa a outra, uma vez que não faria muito sentido a existência de uma sem a outra, e como a função de cada uma delas é o reverso da outra as duas redes são muito semelhantes do ponto de vista de equipamentos e dimensões. Como tal desenvolvem-se paralelamente e são muito similares.

Método de Resolução:

Como estas duas redes tem a função inversa uma da outra, uma insere caudal e outra retira a mesma quantidade no edifício, ambas tem aproximadamente as mesmas dimensões por isso seria complicado definir prioridades de acordo com as dimensões dos elementos da rede e também não está definido nenhum constrangimento para este tipo de colisão.

Como já foi referido anteriormente as duas redes geralmente desenvolvem-se paralelamente por isso em caso de ocorrência deste tipo de conflito a resolução do mesmo será baseada no bom senso e racionalidade do projetista, podendo alterar-se a posição de uma ou de outra ou, se necessário, das duas.

i) Colisão entre Equipamentos e Conduitas/elementos da mesma rede

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito caracteriza-se pela existência de interferências entre elementos de uma rede e os equipamentos dessa mesma rede. Geralmente este tipo de conflito está associado a ligações deficientes entre os equipamentos e os elementos da rede, que colocam em causa o correto funcionamento da mesma, ou a interseções dos dois elementos devido a erros de modelação e/ou execução.

É um conflito semelhante ao tipo assinalado no ponto b) “Alinhamento indevido dos elementos que constituem uma rede/ligação deficiente de elementos” sendo que a única diferença, e a

razão para se apresentar separadamente, é que este tipo de conflito enuncia ligações deficientes dos equipamentos e não apenas dos elementos de uma rede.

Método de Resolução:

Neste tipo de conflito, apesar de se tratar de componentes da mesma especialidade e mesma rede, os equipamentos devem ter prioridade sobre os restantes elementos da rede pois trata-se de componentes de dimensões e pesos superiores que tornam mais difícil a sua deslocação e adaptação.

A resolução deste tipo de problema consiste, tal como no tipo de erro anunciado na alínea b) “Alinhamento indevido dos elementos que constituem uma rede/ligação deficiente de elementos” na realização de ligações adequadas e compatibilizadas com recurso a acessórios adequados para o efeito entre as condutas e tubarias e os equipamentos dessas mesmas redes e especialidades. Tal como a substituição de alguns tramos de conduta por outros mais curtos para permitir a ligação adequada com os equipamentos e resolver o conflito dos mesmos devido á interseção com as respetivas condutas.

Outro fator importante é também a utilização de acessórios compatíveis com os restantes elementos da rede para que não haja danos derivados de reações por incompatibilidades dos materiais.

j) Colisão entre Rede AVAC de Desenfumagem e Rede AVAC de Extração

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito define-se como sendo a colisão entre duas redes da mesma especialidade, neste caso a especialidade AVAC, mas que tem funções completamente distintas, uma vez que uma rede é a rede de Extração de ar e a outra é a rede de Desenfumagem do edifício.

Apesar de estarem inseridas na mesma categoria de especialidade, as duas redes aqui assinaladas, desempenham papeis completamente distintos e isolados uma da outra. A rede de Extração está diretamente relacionada com a parte de climatização e renovação de ar no interior do edifício, estando mais direcionada para requisitos de conforto por parte dos utilizadores. Já a rede de desenfumagem está mais relacionada com a parte de segurança para os utilizadores,

uma vez que a sua função é extração de gases e vapores indesejados no edifício que para além do conforto possam colocar em causa a segurança dos utilizadores.

Método de Resolução:

A rede prioritária neste tipo de casos seria a que apresenta condutas com dimensões mais elevadas, devendo a outra contornar os elementos de dimensões superiores de forma a evitar colisões e interseções nas respetivas redes.

Um aspeto muito importante a ter em conta neste tipo de redes deverá ser a existência de equipamentos nas respetivas redes, pois normalmente dificultam a deslocação/desvio dessas redes uma vez que são mais difíceis de mover e alterar.

A resolução deste tipo de problema consiste em alterar o traçado de uma das redes, como já foi referido, não existe nenhuma imposição de prioridades nestes casos, como tal cabe ao projetista decidir qual deve alterar para corrigir os problemas verificados adotando a solução mais simples de acordo com o seu ponto de vista e lógica.

k) Colisão entre Rede AVAC de Desenfumagem e Rede AVAC de Retorno

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito diz respeito a duas redes distintas da especialidade de AVAC, neste caso a rede de desenfumagem do edifício e a rede de retorno da Rede AVAC.

A Rede de Desenfumagem é responsável pela extração de gases e vapores que possam existir no interior do edifício derivados de ações dos seus utilizadores que causam esses efeitos, e que podem colocar em causa o bem-estar e segurança dos mesmos.

A Rede de Retorno é uma rede complementar que encaminha parte do ar de Extração para ser tratado e misturado com ar novo que está a entrar no edifício e posteriormente se tornar ar de Insuflação que será introduzido no edifício de novo. É muito comum em zonas em que a qualidade do ar exterior disponível para insuflação não é muito boa, daí a necessidade de recorrer ao tratamento do ar existente para garantir alguma qualidade no interior dos edifícios em questão.

Método de Resolução:

Neste tipo de conflito, e atendendo ao fato de que a prioridade será estabelecida de acordo com as dimensões das condutas de cada rede, a rede prioritária será a Rede de Desenfumagem, pois apresenta condutas com dimensões muito superiores às da rede de Retorno.

A resolução deste tipo de problema consistirá em fazer com que a Rede de Retorno contorne a Rede de Desenfumagem, uma vez que a dimensão das condutas desta rede são muito inferiores às da Rede de Desenfumagem e o processo é bastante simples e eficaz esta é a melhor solução para este tipo de conflito, sendo que não coloca em causa o funcionamento da rede nem o abastecimento de ar usado para renovação e voltar a ser insuflado no edifício.

I) Colisão entre Rede AVAC de Insuflação e Rede AVAC de Retorno

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito contempla duas redes que, para além de pertencerem á mesma especialidade, funcionam comumente pois a rede de Retorno é uma derivação da rede de Extração que encaminha parte do ar de extração para tratamento para ser reintroduzido na rede de insuflação do edifício.

Como tal, para além do mau funcionamento das redes em caso de conflito, no caso de existir alguma ligação entre as duas que não a da mistura do ar novo com a mistura do ar de retorno devidamente tratado pelos equipamentos existentes para o efeito provocaria a introdução de ar velho no edifício uma vez que levaria á circulação do ar de extração de novo no edifício.

Método de Resolução:

A Rede AVAC de Insuflação tem prioridade sobre a Rede AVAC de Retorno pois a rede de insuflação é uma rede principal da especialidade e de dimensões superiores enquanto a rede de retorno funciona como rede complementar para o abastecimento de caudal necessário para insuflação.

A resolução deste tipo de problema consiste em remarcar o traçado da rede de retorno, pois é uma rede de menores dimensões que a rede de Insuflação, cuja remarcação pode implicar contorno de condutas da Rede de Insuflação se se tratar de uma interseção transversal, que é a

solução desejável e mais simples, desde que haja espaço para tal ou então desviar a rede para que esta passe ao lado da prioritária com que está a colidir.

m) Colisão entre Rede AVAC de Extração e Rede AVAC de Retorno

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito resulta da colisão de duas redes que estão interligadas uma vez que a rede de retorno é uma derivação da rede de extração que tem como função encaminhar algum ar que iria ser extraído para equipamentos apropriados que irão fazer o tratamento desse mesmo ar para posterior mistura com o ar novo, que irá tornar-se ar de insuflação.

As duas redes aqui assinaladas e identificadas trabalham com o mesmo tipo de ar, apenas se altera a finalidade de cada uma, porque uma tem como função retirar o ar velho do interior do edifício para permitir a introdução de ar novo e a outra tem como função reencaminhar parte desse mesmo ar velho para tratamento para posterior reintrodução no edifício, por isso em caso de conflito apenas estaria em questão o bom funcionamento das duas redes e não a contaminação do ar ou ambiente no interior dos edifícios.

Um aspeto muito importante a referir é que a Rede de Extração de sanitários é uma rede independente da rede de Extração do ar velho do edifício, e como tal esta não tem rede de retorno para tratamento e reutilização do ar velho.

Método de Resolução:

A Rede AVAC de Extração tem prioridade sobre a Rede AVAC de Retorno pois a rede de extração é uma rede principal da especialidade enquanto a rede de retorno funciona como rede complementar para o abastecimento de caudal necessário para insuflação, que deriva da Rede de Extração, logo é uma espécie rede secundária.

A resolução deste tipo de problema consiste em fazer com que a rede de retorno adote um traçado que não interfira com a rede de Extração durante o seu percurso.

Como referido anteriormente, e uma vez que a Rede de Extração de Sanitários é uma rede independente a resolução de conflitos deste tipo passará pela adoção do fundamento do diâmetro menor para definir qual a rede prioritária e qual deve ter alterações de traçado na

correção do conflito. Mais uma vez não esquecer que podem existir, pontualmente, soluções em que seja mais simples proceder a alterações que não vão de acordo com as bases aqui enunciadas, cabendo ao projetista a decisão e sentido de bom senso na análise e resolução dos conflitos.

n) Colisão entre Rede Elétrica e Redes AVAC

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito consiste na colisão entre as especialidades da Rede Elétrica e das Redes AVAC de um edifício.

A rede elétrica é constituída por redes principais, que se destacam pela composição através de cablagens de dimensões superiores e tramos principais que se destinam a abastecer todo o edifício com energia elétrica, e redes secundárias que se podem definir como pequenos troços e diâmetros menores cujo objetivo é fazer chegar a energia a todos os pontos e equipamentos necessários.

As Redes AVAC contemplam todas as redes que estão inseridas no grupo e constituem a especialidade AVAC.

Método de Resolução:

A Rede AVAC tem prioridade máxima sobre todas as redes de especialidade dos edifícios, como tal é a rede prioritária neste tipo e em todos os tipos de conflito que possam existir. Para além de que a Rede Elétrica, devido á flexibilidade que os seus componentes apresentam comparativamente com as restantes especialidades é a rede que apresenta a menor prioridade num edifício, e como tal em caso de conflito com esta rede será sempre a que estará mais suscetível a alterações. No entanto, as condutas principais desta especialidade devem ter alguma prioridade e não conter muitos cotovelos pois em casos de grandes edifícios, como o caso de estudo aqui analisado, podem conter cablagens de grandes dimensões que podem também causar algumas dificuldades na montagem e encaminhamento das mesmas nos locais previstos para o efeito, neste caso, caminhos de cabos, se estes forem constituídos por muitas curvas ao longo da sua distribuição.

Geralmente, nos grandes edifícios em que as redes elétricas estão instaladas no teto falso dos mesmos, como o caso de estudo em questão, os caminhos de cabos e todas as redes elétricas são o último elemento imediatamente antes do teto falso, por isso quer dizer que estas redes são as últimas a ser montadas no que concerne à montagem das redes de especialidades. Como tal, no caso deste tipo de conflito, a rede elétrica será a rede que terá de ser deslocada para corrigir o conflito, devido à sua superior flexibilidade comparativamente com a outra especialidade.

o) Colisão entre Redes AVAC e Rede Pluvial

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito caracteriza-se pela interseção entre elementos da Rede Pluvial de um edifício, destinada à drenagem e escoamento das águas das chuvas e provenientes de lavagem de arruamentos e regas de jardins, etc. com elementos das Redes da especialidade AVAC.

Usualmente as Redes Pluviais encontravam-se instaladas nas fachadas dos edifícios, mas é uma prática que se verifica mais frequentemente nos edifícios de pequenas e médias dimensões, como é o caso de habitações e outros pequenos prédios, apesar de que em alguns casos a arquitetura pode querer que estes fiquem escondidos, normalmente embutidos em paredes ou em courettes previstas para o efeito. Nos grandes edifícios, geralmente, esta rede encontra-se introduzida em courettes e caminhos específicos para a passagem da mesma. No entanto, apesar de estarem instaladas em locais específicos, nos atravessamentos de pisos e nos ramais de ligação esta rede pode circular na mesma zona que as restantes especialidades, o que origina o aparecimento de conflitos.

No caso de estudo em questão, as Redes Pluviais encontram-se também instaladas na fachada do edifício, como é prática construtiva tradicional, o que leva a pensar que os conflitos que possam existir entre estas duas especialidades estão localizados nas zonas exteriores do edifício, como é o caso de fachadas e coberturas ou ao nível do piso 0, onde os ramais de descarga encaminham os fluidos provenientes dos tubos de queda e locais que se destinam a escoar para a rede pública.

Método de Resolução:

As Redes AVAC têm prioridade sobre a Rede Pluvial mas, tal como acontece com a Rede Residual tem que se ter atenção á necessidade de garantir pendentes mínimas na Rede Pluvial pois, geralmente, todo o processo de escoamento é efetuado de forma gravítica, á exceção dos pisos que se encontrem a um nível inferior ao do terreno de implantação do edifício.

A resolução deste tipo de problema é muito semelhante á resolução dos conflitos enunciados na alínea e) “Colisão entre Rede AVAC e Rede Residual (esgotos)”, uma vez que as duas redes são muito semelhantes do ponto de vista de montagem e funcionamento, sendo que o que as distingue é o tipo de fluido que estão predestinadas a escoar.

p) Colisão entre Rede Elétrica e Rede de Abastecimento de água

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito é originado pela interseção e/ou proximidade da implantação destas duas redes num edifício. É do conhecimento geral que a água é condutora de corrente elétrica, como tal existem regulamentos que impõem a utilização de distâncias de segurança, identificação e sinalização na implementação destas duas especialidades assim como utilização de acessórios que garantam a segurança e isolamento adequado em casos específicos.

Se num caso isolado de cruzamento ou atravessamento em que estas duas especialidades se intersetem existe um risco para a segurança dos utilizadores de um edifício a complexidade da implementação das redes num edifício com estas dimensões aumenta exponencialmente, como tal o cuidado deve ser redobrado para evitar que existam avarias ou acidentes durante o período de vida útil e utilização do edifício cujo risco acresça devido á má instalação e proteção destas redes.

No caso de habitações familiares, geralmente de pequenas e médias dimensões e sem grande complexidade nas instalações e componentes de especialidades, este problema não tem um risco tão acrescido pois, geralmente, os cabos elétricos estão embutidos nas paredes enquanto as redes de abastecimento de água circulam no teto falso e por vezes até no piso do edifício, tendo ramificações nas paredes apenas para abastecer os equipamentos e acessórios, sendo mais fácil controlar os riscos.

Já em grandes edifícios, como é o caso de edifícios destinados a Comércio e Serviços, em que grande parte está sujeita a alterações frequentes de acordo com o tipo de utilização que irão ter

e em que o número de especialidades é muito mais elevado, as redes principais de todas as especialidades encontram-se, geralmente, conciliadas no teto falso dos edifícios para que seja mais fácil aceder-lhes se necessário. Contudo, como se encontram todas as especialidades no mesmo local, no caso de avarias se não estiverem devidamente protegidas podem levar à existência de riscos e acidentes acrescidos, por isso as redes elétricas devem estar devidamente isoladas e instaladas para que não originem riscos acrescidos na ocorrência de acidentes e/ou avarias.

Método de Resolução:

A rede de abastecimento de água é a rede que está imediatamente acima da rede elétrica na lista de prioridades recomendada para a verificação e correção de conflitos pois, como é uma rede acionada por pressão é mais fácil de mudar de rota de forma a contornar objetos de dimensões superiores, garantindo o correto funcionamento da rede. Como tal, neste tipo de conflitos a rede de abastecimento de água será a rede prioritária.

Para a resolução deste tipo de problema é necessário ter em conta alguns cuidados essenciais a ter com a utilização de redes elétricas, como é o caso de que estas não podem estar a menos de 3 cm de instalações não elétricas, não devem ser instaladas sobre canalizações de água ou aquecimento, não devem estar sujeitas a grandes gradientes de temperatura e, em caso de estar prevista a instalação em locais não acessíveis, como é o caso de courettes, galerias não acessíveis e espaços do género, não devem ser utilizadas para instalações elétricas e instalações não elétricas.

Tendo presentes os cuidados enunciados no parágrafo anterior, a resolução de conflitos com as redes elétricas passa pela análise e adoção de traçados alternativos para os caminhos de cabos da rede, de forma que cumpram todos os requisitos de segurança, pois apesar de ser a rede mais flexível do ponto de vista de trabalhabilidade e instalação, é a mais perigosa e que representa maiores riscos de segurança para o público em geral em caso de não serem devidamente montadas e cumprindo todos os requisitos de segurança.

q) Colisão entre Rede Abastecimento de águas e Redes AVAC

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito diz respeito a interseções e atravessamentos de condutas e equipamentos da Rede AVAC por parte da Rede de abastecimento de água que é constituída por uma rede destinada a águas quentes sanitárias (AQS) e outra destinada a águas frias, que se desenvolvem sempre paralelamente e em conjunto para o abastecimento do equipamentos e dispositivos necessários.

Método de Resolução:

As Redes AVAC têm prioridade sobre a Rede de Abastecimento de águas pois para além das grandes dimensões e de serem prioritárias sobre todas as redes e especialidades a Rede de Abastecimento não apresenta grandes requisitos que impeçam a mudança de traçado uma vez que este tipo de redes neste tipo de edifícios são assistidas por grupos de eletrobombas que garantem a pressão adequada de serviço no abastecimento dos equipamentos para o bom funcionamento da rede.

A resolução deste tipo de problema é, de forma geral, muito simples, uma vez que é perfeitamente possível montar as redes de abastecimento de água de forma a contornar objetos e equipamentos garantindo as pressões ideais para o bom funcionamento deste tipo de redes., uma vez que a pressão de serviço é o principal requisito para o bom funcionamento das Redes de abastecimento.

r) Colisão entre Rede Residual e Rede Pluvial

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito diz respeito á ocorrência de interseções entre elementos da Rede Residual e da Rede Pluvial de um edifício.

Apesar de não ser um conflito muito frequente a maior probabilidade de ocorrência de colisões deste tipo é nos ramais de descarga que irão encaminhar as duas redes para as respetivas caixas de ramal de ligação á rede pública pois, normalmente, encontram-se todos sob a laje do piso 0, que é referente ao rés-do-chão de um edifício e onde se faz a ligação destas redes com a rede pública de esgotos.

Método de Resolução:

Apesar de as duas Redes aqui abordadas serem muito semelhantes do ponto de vista de funcionamento e das funções que desempenham deve dar-se preferência às Redes Residuais pois estão diretamente relacionadas com o bom funcionamento da maior parte dos equipamentos de um edifício, e como tal do bom funcionamento do edifício em geral.

A resolução deste tipo de problema passa pela adoção de traçados, por parte das duas redes, que evitem cruzamentos e interseções uma vez que ambas têm tendência a desenvolver-se a cotas semelhantes no terreno, por isso o traçado ideal seria que os ramais de descarga se desenvolvessem paralelamente sempre que possível, devidamente assinalados e identificados de acordo com o tipo de rede que constituem.

s) Interferência entre Rede Residual e Rede Elétrica

Descrição do Problema:

Este tipo de conflito caracteriza-se pela colisão entre elementos da Rede Residual e a Rede Elétrica do edifício. Esta situação está mais propícia a acontecimento no caso dos tubos de queda (elementos verticais da rede residual) quando estes fazem os atravessamentos de pisos, para encaminhamento das águas residuais para o ponto de escoamento, que podem colidir com os caminhos de cabos da especialidade.

Método de Resolução:

No caso da ocorrência deste tipo de conflito, e tal como já foi referido anteriormente, a Rede Elétrica é a que tem menos prioridade, como tal a Rede Residual é prioritária.

A resolução deste tipo de conflito passaria pelo desvio do traçado do caminho de cabos da Rede elétrica de forma a contornar a Rede Residual, pois além de ter menos prioridade a rede elétrica é mais flexível e fácil de alterar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para além do tipo de conflito, a gravidade do problema varia também com o tipo de edifício e da sua utilização, uma vez que quanto maior for o edifício e as especialidades que o constituem mais complexo e suscetível a erros será o modelo.

As soluções aqui apresentadas para os diversos tipos de erros e conflitos enunciados não são únicas nem incontestáveis, pelo que a resolução de parte delas pode ser resolvida de diversas formas, cabendo ao responsável pela sua correção apresentar aquela que é para si a melhor solução, tendo em conta o bom senso de cada um e as boas práticas anteriormente enunciadas, para além de que o desejável será sempre manter a melhor relação qualidade/preço e garantir o bom funcionamento e a segurança dos utilizadores dos edifícios.

De referir que, apesar de não serem soluções únicas, poderão ser estas as mais simples, práticas e eficazes do ponto de vista de resolução dos problemas enunciados.