



**TECNOLOGIA  
BARREIRO**

ESCOLA SUPERIOR  
POLITÉCNICO SETÚBAL

WELLINGTON  
VINÍCIUS DA  
SILVA

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA  
BIM EM PROJETOS DE REDES  
PREDIAIS DE ÁGUAS E ESGOTOS:**

**DESAFIOS E LIMITAÇÕES DA SUA  
IMPLEMENTAÇÃO**

Relatório de Dissertação de investigação do  
Mestrado em Engenharia Civil

**ORIENTADOR**

Professor Doutor Nelson Jorge Gaudêncio Carriço

**Versão Definitiva**

dezembro de 2024



WELLINGTON  
VINÍCIUS DA  
SILVA

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA  
BIM EM PROJETOS DE REDES  
PREDIAIS DE ÁGUAS E ESGOTOS:**

**DESAFIOS E LIMITAÇÕES DA SUA  
IMPLEMENTAÇÃO**

**JÚRI**

*Presidente:* Doutor Rui Duarte Neves, Professor  
Coordenador, ESTBarreiro/IPS

*Orientador:* Doutor Nelson Jorge Gaudêncio Carriço,  
Professor Adjunto, ESTBarreiro/IPS

*Vogal:* Doutora Susana Maria Melo Fernandes  
Afonso Lucas, Professora Adjunta, ESTBarreiro/IPS

# **APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM EM PROJETOS DE REDES PREDIAIS DE ÁGUAS E ESGOTOS:**

## **DESAFIOS E LIMITAÇÕES DA SUA IMPLEMENTAÇÃO**

### *Declaração de autoria da obra*

Declaro ser o autor desta obra, que é original e inédita. Os autores e obras consultados são devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluídas.

WELLINGTON VINÍCIUS DA SILVA

©2024, WELLINGTON VINÍCIUS DA SILVA

A Universidade do Algarve reserva para si o direito, em conformidade com o disposto no Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos, de arquivar, reproduzir e publicar a obra, independentemente do meio utilizado, bem como de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição para fins meramente educacionais ou de investigação e não comerciais, conquanto seja dado o devido crédito ao autor e editor respetivos

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Doutor Nelson Jorge Gaudêncio Carriço, pela orientação deste trabalho.

Ao Eng.º Pedro Miguel Sousa Crespo, pelo fornecimento do material necessário para a análise do caso de estudo.

Aos meus colegas de curso Carlos Rafael e Ivo Jorge, pela companhia e camaradagem ao longo dessa jornada. A troca de ideias e conhecimentos foram fundamentais para enfrentar os problemas e desafios, tornando essa caminhada mais enriquecedora e inspiradora.

À minha avó Maria Irene, pelo seu apoio incondicional durante todo o período de formação académica e pelos seus conselhos valiosos.

A todos, o meu muito obrigado.



## RESUMO

Atualmente, muitos profissionais do sector da construção apresentam uma certa resistência em abandonar os métodos tradicionais de desenvolvimento de projeto, para a adoção de uma nova metodologia enquadrada na procura da área da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Tem-se observado gradualmente que diversos setores da construção têm adotado uma padronização e regulamentação própria, para a implementação da metodologia *Building Information Modelling* (BIM) no respetivo campo de atuação.

Desenvolver um pensamento que clarifica como podem ser ultrapassadas as complexidades da tecnologia BIM, bem como apresentar os benefícios da sua utilização, é essencial para incentivar a construção de um novo paradigma a ser seguido. É certo que muitos profissionais precisam, sobretudo, de sensibilização e esclarecimento sobre os métodos e ferramentas que auxiliem na transição para uma nova metodologia de elaboração de projetos.

Embora haja muitos desafios e limitações na implementação do BIM, os benefícios são significativos pois agregam um conjunto de vantagens que incluem uma melhor colaboração mútua, redução de erros, otimização de custos, maior qualidade, maior eficiência na elaboração dos projetos, entre muitos outros aspetos.

A elaboração de projetos das redes prediais com base em programas que contêm a informação BIM continua a ser um grande desafio para várias equipas de projeto. Isso ocorre porque muitas equipas de projeto ainda empregam métodos tradicionais de representação, ou se utilizam programas nos quais, embora possuam a informação BIM, não são exploradas todas as suas potencialidades, resultando na criação de dados fragmentados e individualizados em vários arquivos, o que torna mais complexo a gestão de dados do projeto.

Neste trabalho foi analisado o processo de introdução da metodologia BIM, direcionado para os projetos das redes prediais de abastecimento de água, de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais, explorando estratégias de integração desse recurso.

**Palavras-Chave:** AEC, Água, BIM, Modelação da Informação em Edifícios, Redes Prediais, Programa, Tecnologia.



## ABSTRACT

Currently, many professionals in the construction sector show a certain resistance to abandoning traditional project development methods, to adopt a new methodology suited to the demands of the Architecture, Engineering and Construction area (AEC). It has been gradually observed that several construction sectors have adopted their own standardization and guidelines, for implementing the Building Information Modelling (BIM) methodology in their field of activity.

Developing thinking that clarifies how the complexities of BIM technology can be overcome, as well as presenting the benefits of its use, is essential to promote the construction of a new paradigm to be followed. Many professionals especially need awareness and clarification about the methods and tools that help in the transition to a new methodology for preparing projects.

Although there are many challenges and limitations in implementing BIM, the benefits are significant, as they add a set of advantages that include better mutual collaboration, reduced errors, cost optimization, higher quality, greater efficiency in project preparation, among many other aspects.

The development of building network projects based on software that contains BIM information continues to be a major challenge for various project equipment. This is because many project teams still employ traditional sizing methods, or use software in which, although they have BIM information, their full potential is not explored, resulting in the creation of fragmented and individualized data in several files, which makes project data management more complex.

In this document, the process of introducing the BIM methodology was analyzed, focusing on projects for building water supply, domestic wastewater and rainwater drainage networks, exploring integration strategies for this resource.

**Keywords:** AEC, Water, BIM, Building Information Modelling, Building Networks, Software, Technology.



# ÍNDICE

1	Introdução .....	1
1.1	Enquadramento Teórico.....	1
1.2	Objetivos.....	2
1.3	Organização do Documento .....	3
1.4	Metodologia.....	4
2	Estado da Arte.....	5
2.1	O Que é o Bim? .....	5
2.2	Contextualização Histórica.....	8
2.3	O BIM no Contexto Nacional.....	9
2.4	Considerações Finais .....	11
3	Impactos do BIM no Sector da AEC .....	12
3.1	Considerações Iniciais .....	12
3.2	O BIM na Engenharia Civil - Introdução aos Casos .....	13
	3.2.1 One World Trade Center, New York / The Port Authority of New York & New Jersey (Caso 1).....	13
	3.2.2 Nanjing International Youth Cultural Centre, China / Zaha Hadid Architects (Caso 2).....	14
3.3	Vantagens e Benefícios.....	15
3.4	Desafios e Limitações.....	18
3.5	Perspetivas Futuras .....	18
3.6	Considerações Finais .....	19
4	Aplicação do BIM a Projetos de Redes Prediais de Abastecimento de Água e Drenagem de Águas Residuais.....	21
4.1	Considerações Iniciais .....	21
4.2	BIM MEP .....	23
4.3	Aplicação da Metodologia de Trabalho.....	27
4.4	Servidor de Partilha BIM.....	29

4.5	Considerações Finais.....	31
5	Caso de Estudo – Desenvolvimento de um Modelo Prático .....	33
5.1	Enquadramento .....	33
5.1.1	Programas Utilizados .....	34
5.2	Aplicação da Metodologia .....	35
5.2.1	Vínculo do Modelo Arquitetónico .....	35
5.3	Projetos das Redes Prediais.....	43
5.3.1	Projeto da Rede de Abastecimento de Água.....	43
5.3.2	Deteção de Erros 1 .....	47
5.3.3	Projeto de Drenagem de Águas Residuais Domésticas .....	55
5.3.4	Deteção de Erros 2 .....	57
5.3.5	Projeto de Drenagem de Águas Pluviais.....	59
5.3.6	Deteção de Erros 3 .....	62
6	Conclusões.....	65
6.1	Considerações finais .....	65
6.2	Recomendações para trabalhos futuros.....	67
7	Referências Bibliográficas .....	69
8	Anexos.....	72

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Três pilares da metodologia BIM .....	6
Figura 2 - Comparação da interação entre intervenientes de um processo tradicional e integrado. ....	9
Figura 3 – Modelos realizados em BIM; a) West Plaza b) – Corte tipo .....	14
Figura 4 - Planeamento do projeto em BIM .....	15
Figura 5 - Curva de MacLeamy (Curva BIM).....	16
Figura 6 - Processo de integração do BIM .....	23
Figura 7 - MEP do Edifício de Seguros El Sol .....	24
Figura 8 - Traçado de instalações técnicas em instalações sanitárias .....	25
Figura 9 - Processo de modelação BIM .....	26
Figura 10 - Evolução do modelo BIM .....	28
Figura 11 - Conceito do Common Data Environment (CDE) .....	29
Figura 12 - Sistema de publicação de IFCs no BIMserver.center .....	30
Figura 13 - Planta de localização [Sistema de Projeção de Coordenadas: ETRS89 PT-TM06 (EPSG: 3763)].....	34
Figura 14 - Painel de comando do Cype Plumbing v2025.b .....	35
Figura 15 - Painel de comando do Revit 2023.....	36
Figura 16 – Importação do modelo de arquitetura no Cype .....	36
Figura 17 - Secção da interoperabilidade do Cype Menu.....	37
Figura 18 - Instalação de Plugin Open BIM .....	37
Figura 19 - Janela principal para início de sessão ou registo no BIMserver.center.....	37
Figura 20 – Login na conta do BIMserver.center .....	38
Figura 21 - Criação de um projeto vazio no BIMserver.center .....	38

---

Figura 22 - Importação do IFC da arquitetura no "IFC Uploader "	39
Figura 23 - Modelo 3D carregado no BIM Server Center	39
Figura 24 - Importação de um novo IFC com a arquitetura atualizada	40
Figura 25 - Carregamento do modelo 3D através do Revit	41
Figura 26 - Opção de partilha do modelo do Revit	41
Figura 27 - Opção de consulta ao estado do projeto	41
Figura 28 - Opção de extração de conteúdo dos vínculos IFC e para o documento	42
Figura 29 - Opção de extração de conteúdo do vínculo e atribuição a famílias	42
Figura 30 - Opção de atualização projeto Open BIM	42
Figura 31 - Janela inicial do Cype Menu	44
Figura 32 - Vínculo do Modelo 3D ao Cype Plumbing	45
Figura 33 - Introdução do traçado da rede de abastecimento de água	46
Figura 34 - Inserção de tubagens PMC PN10	46
Figura 35 - Verificação da altura dos pés-direitos	47
Figura 36 - Inserção das tubagens de água quente e água fria com diferentes alturas	47
Figura 37 - Leitura da IFC importado do Revit (I.S.)	48
Figura 38 – Identificação de problemas de simetria	48
Figura 39 - Erros de cópia de elementos para diferentes pisos	49
Figura 40 - Mensagens de advertência do programa	49
Figura 41 - Mensagens de erro antes do cálculo automático	50
Figura 42 – Erros resolvidos após o cálculo automático	50
Figura 43 - Partilha do projeto das instalações de abastecimento de água	51
Figura 44 - Planta extraída do Cype	53
Figura 45 - Esquema da rede interna de drenagem de águas residuais e ligação ao coletor unitário (Esquema CML)	56
Figura 46 – Aparecimento de novos pontos de débito no Sanitary System criados no Water System	58

Figura 47 - Visualização do layout do Sanitary System .....	58
Figura 48 - Identificação do cruzamento de tubagens .....	59
Figura 49 - Ajuste das tubagens para correção gráfica .....	59
Figura 50 - Regiões pluviométricas (Anexo IX do D.R. 23/95).....	60
Figura 51 - Configurações dos parâmetros de intensidade pluviométrica.....	61
Figura 52 - Definição das áreas de escoamento.....	61
Figura 53 - Traçado da rede de águas pluviais .....	62
Figura 54 - Identificação de erro gráfico de representação.....	62
Figura 55 - Visualização 3D das redes prediais em simultâneo .....	63



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Caudais mínimos nos dispositivos de utilização - água fria ou quente .....	44
Tabela 2 - Quadro sinóptico da rede predial de água .....	52
Tabela 3 - Caudais de descarga dos aparelhos e equipamentos sanitários .....	57



# LISTA DE ACRÓNIMOS

<b>ACRÓNIMO</b>	<b>Significado</b>
<b>AEC</b>	Arquitetura, Engenharia e Construção
<b>AR</b>	Augmented Reality (Realidade Aumentada)
<b>ARU</b>	Área de Reabilitação Urbana
<b>AVAC</b>	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
<b>BDS</b>	Building Description System (Sistema de Descrição da Construção)
<b>BIM</b>	Building Information Modelling (Modelação da Informação da Construção)
<b>CAD</b>	Computer-aided Design
<b>CML</b>	Câmara Municipal de Lisboa
<b>DN</b>	Diâmetro Nominal
<b>EPAL</b>	Empresa Portuguesa das Águas Livres, SA
<b>FM</b>	Facilities Management (Gestão de Facilidades)
<b>PDM</b>	Plano Diretor Municipal
<b>IA</b>	Inteligência Artificial
<b>IFC</b>	Industry Foundation Classes
<b>IPC</b>	International Plumbing Code
<b>IoT</b>	Internet of Things (Internet das Coisas)
<b>ITED</b>	Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios
<b>MCA</b>	Metros Coluna de Água
<b>MEP</b>	Mechanical, Electrical and Plumbing

---

<b>RGSPDADAR</b>	Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (Decreto Regulamentar n.º 23/95)
<b>TI</b>	Tecnologia da Informação
<b>UE</b>	União Europeia
<b>VR</b>	Virtual Reality (Realidade Virtual)
<b>SCIE</b>	Segurança Contra Incêndio em Edifícios
<b>SIMAR</b>	Serviços Intermunicipalizados de Águas e Resíduos
<b>SIMAS</b>	Serviços Intermunicipalizados de Águas e Saneamento
<b>2D</b>	Bidimensional
<b>3D</b>	Tridimensional

# 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1 ENQUADRAMENTO TEÓRICO

O *Building Information Modelling* (BIM), é uma abordagem inovadora no setor da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) capaz de gerar dados que contém toda a informação do edifício, desde a sua conceção até ao fim do seu ciclo de vida. No entanto, o BIM ainda tem sido visto por vários profissionais como mais um programa de modelos digitais 3D, negligenciando os seus processos e todos os recursos disponíveis.

O BIM revolucionou a forma com que os projetos de construção são concebidos e geridos, pois promove a colaboração mais direta de todos os envolvidos. Colaborar implica oferecer soluções mais eficazes para um objetivo compartilhado, aproveitando o melhor de cada profissional envolvido no projeto. Enquanto cooperar requer o contributo de todos, através de seus esforços, para atingir uma meta comum por meio da soma de todos os objetivos individuais (Campestrini, 2015).

Quando se trata da integração multidisciplinar de diversas especialidades, num mundo cada vez mais globalizado, percebe-se que a informação deve ser gerida de modo a facilitar a comunicação de todos os intervenientes. Promover uma coordenação mais eficiente e precisa face as todas as disciplinas, como a arquitetura e as diversas especialidades (estabilidade, ventilação, eletricidade, telecomunicações, segurança contra incêndio, gás, águas, esgotos, entre outros) tem sido um grande desafio. Assim, o BIM apresenta-se como uma solução capaz de contornar a complexidade e as exigências requeridas no faseamento de cada projeto.

## 1.2 OBJETIVOS

Com este trabalho pretende-se demonstrar como se dá a implementação da metodologia BIM, no contexto de desenvolvimento de projetos, com especial enfoque nas redes prediais de abastecimento de água, de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais. Para alcançar este objetivo, são apresentados uma série de conceitos introdutórios, essenciais para a compreensão do estudo.

Após a análise abrangente do tema são apresentadas algumas diretrizes que auxiliam na utilização prática do BIM, no desenvolvimento dos projetos das redes prediais.

Foi desenvolvido um caso de estudo, possibilitando, assim, a compreensão de como se materializam todos os conceitos teóricos, anteriormente estudados. Através da elaboração de um modelo 3D, pretende-se, sobretudo, explorar as ferramentas de modelação e mapear todo o processo até a sua conclusão.

Assim, através da aplicação prática dessa metodologia, pretende-se demonstrar por que o BIM está a se tornar cada vez mais relevante no contexto atual, atendendo às exigências do mercado face aos critérios de qualidade, eficiência e sustentabilidade.

### 1.3 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

Este trabalho está estruturado em seis capítulos organizados da seguinte forma:

- No presente capítulo (Capítulo 1) são apresentados os objetivos principais do estudo, bem como a metodologia de trabalho adotada no desenvolvimento do trabalho;
- No segundo capítulo é apresentado o conceito *Building Information Modelling* (BIM) e outras terminologias relacionadas, para clarificação do tema. Foi também realizada uma contextualização histórica da evolução do acrónimo, e analisada a atuação do BIM em Portugal, atualmente;
- No terceiro capítulo são analisados os impactos do BIM no setor da AEC, apresentando, para além das vantagens e benefícios da sua utilização no desenvolvimento de projetos, os desafios e limitações identificados nesse processo;
- O quarto capítulo introduz a aplicação do BIM nos projetos das redes prediais e apresentação das ferramentas necessárias para a implementação da metodologia de trabalho;
- No quinto capítulo foi desenvolvido o caso de estudo onde foram detalhados os procedimentos utilizados no desenvolvimento dos projetos das redes prediais, de acordo com as normas e regulamentações aplicáveis;
- No sexto, e último capítulo, são apresentadas as principais conclusões do presente trabalho e recomendações para trabalhos futuros.

## 1.4 METODOLOGIA

A presente dissertação de mestrado adota uma abordagem metodológica baseada na aplicação prática da metodologia BIM (*Building Information Modelling*) em projetos de redes prediais de abastecimento de água e drenagem de águas residuais. Assim, a estrutura da pesquisa visa documentar, analisar e propor diretrizes para a implementação eficaz do BIM nesse contexto. A metodologia é dividida em quatro etapas principais, descritas a seguir:

1. **Revisão da Literatura e Contextualização Histórica:** é contextualizado a evolução dos métodos de trabalho desenvolvidos ao longo do tempo na execução de projetos do setor da AEC, apresentando como evoluiu a linha de pensamento, desde o momento de transição da representação manual e bidimensional informática até à modelação digital 3D, que contém a informação BIM.
2. **Desenvolvimento de Caso de Estudo:** é desenvolvido um caso de estudo com o recurso a metodologia BIM, com exposição e análise dos procedimentos de implementação, tratando-se de um edifício de habitação multifamiliar inserido num processo de reabilitação urbana.
3. **Plano de Implementação Estratégica do BIM para Redes Prediais de Abastecimento de Água e Drenagem de Águas Residuais:** é importante compreender os motivos da hesitação que muitos gabinetes têm, atualmente, em desenvolver projetos em BIM, ou até mesmo em conciliarem a utilização de programas mais convencionais, nomeadamente, os sistemas computacionais (*Computer Aided Design – CAD*) com os outros programas que possuem a informação BIM. Assim, no presente trabalho foi delineado um plano estratégico para auxiliar a utilização das ferramentas necessárias para a representação e dimensionamento das redes prediais de águas e esgotos, uma vez que os programas de BIM possuem, também, para além das capacidades de armazenamento de dados, podem realizar o cálculo hidráulico.
4. **Análise dos Resultados e Conclusões:** no final os resultados do estudo de caso e do plano estratégico são analisados para avaliar a viabilidade, os benefícios e as limitações da metodologia BIM aplicada a projetos de redes prediais de águas e esgotos. As conclusões finais incluem recomendações para futuros trabalhos e para a prática profissional, visando a contínua adaptação e melhoria dos processos de projeto com o BIM.

# 2

## ESTADO DA ARTE

### 2.1 O QUE É O BIM?

O *Building Information Modelling* (BIM) trata-se de um conjunto de processos e metodologias de trabalho colaborativo destinados a criar e gerir dados de um empreendimento com a sua manutenção até o fim do seu ciclo de vida.

Esta abordagem se concentra sobretudo em três conceitos fundamentais que estão interligados entre si, tais como a tecnologia, pessoas e processos (Grupo AJ, 2024). A Figura 1 demonstra como ocorre a interligação desses conceitos que, por sua vez, dá origem a novas terminologias que surgem nos interstícios deste cruzamento.



Figura 1 - Três pilares da metodologia BIM <sup>1</sup>

As “pessoas” desempenham um papel crucial, contribuindo com a experiência, intuição e desenvolvimento de habilidades humanas. A interação entre indivíduos dentro de uma estrutura organizacional bem alinhada potencia a colaboração, criando um terreno fértil para a cocriação. Este pilar é inteiramente responsável pelas tomadas de decisões, análise e aprovação das propostas. Não é por acaso que este elemento está no topo da cadeia pois gere todos os outros pilares.

Os “processos”, por sua vez, não apenas aumentam a eficiência operacional, mas também libertam recursos para o desenvolvimento de atividades estratégicas. Pode ser reinventado o processo de desenvolvimento de projetos de forma a fugir dos padrões utilizados em sistemas tradicionais.

A “tecnologia” permitiu a transição da representação em papel para o digital, estabelecendo uma nova forma de conceber e compartilhar ideias. Esta revolução tecnológica, que possibilita a concretização dessas ideias, permite a comunicação instantânea e o acesso global das criações intelectuais.

Como o BIM está em constante evolução, e trata-se de uma ferramenta capaz de guardar muitas informações, o desafio está na forma como são tratados esses dados, de modo a simplificar os processos e tornar mais clara e prática a abordagem. A interação entre tecnologia

---

<sup>1</sup> Fonte: <https://www.vimansca.com.br/blog/pessoas-processos-tecnologia>.

e as pessoas cria um ambiente propício para o surgimento de ideias inovadoras, impulsionando a criatividade e promovendo o desenvolvimento de soluções disruptivas.

Da interconexão principal surgem os seguintes sub-conceitos: inovação, escala e automatização. A capacidade de inovar impulsionada pela combinação sinérgica da tecnologia e de pessoas permite que as empresas se destaquem num cenário competitivo. A escala é alcançada através da operação de pessoas e otimização de processos. A automatização, por sua vez, não apenas simplifica as tarefas, mas também liberta recursos para as atividades serem desenvolvidas. Todos esses recursos conjugados resultam na obtenção de ganhos significativos que se refletem, tanto na equipa de projeto como nos agentes externos<sup>2</sup>.

As ferramentas BIM promovem a colaboração de proximidade entre os profissionais de diversas áreas. Tudo isso, através de uma única base de dados que pode ser facilmente partilhada de forma organizada.

Esses processos permitem, através de modelos tridimensionais (3D), criar uma base de dados com informações valiosas de um certo elemento, ou produto. Os modelos 3D quantificam uma série de características, desde marcas, dimensões, materiais e outros aspetos relacionados ao seu desempenho. No fundo, o BIM possibilita uma representação fiel da realidade, permitindo que as edificações sejam representadas e visualizadas em tempo real antes da sua construção física (Grupo AJ, 2024).

Ao adotarem e integrarem soluções tecnológicas avançadas, as empresas que atuam no setor da AEC podem alcançar novos patamares de eficiência e agilidade de modo a dar resposta à procura do mercado atual.

A evolução do projeto em BIM ocorre através da recolha das informações referentes à edificação e de um modelo arquitetónico designado como “matriz”. Para este efeito não se abandona por completo os programas onde foram produzidas as bases de projeto, mas é realizada uma transição gradual, de modo a permitir a interoperabilidade dos dados já produzidos. Assim, o BIM permite trocas de informação com a compatibilidade de programas distintos sem a perda significativa do conteúdo que está a ser partilhado (CASTRO, 2022).

---

<sup>2</sup> Referente aos investidores do empreendimento.

## 2.2 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA

Charles Eastman foi um dos pioneiros na abordagem da modelação de informação em edifícios (tradução de *Building Information Modelling* para a língua portuguesa) e modelação sólida e paramétrica. A sua notável contribuição para o desenvolvimento de um sistema descritivo para edifícios, concedeu-lhe mais tarde o título de “pai do BIM” (Wikipédia, 2023). A sua visão visionária foi igualmente expressa no seu artigo publicado em 1974, onde já retratava a criação de uma tecnologia, que substituiria o desenho tradicional. E baseada num sistema eficiente que permite armazenar dados, manipular informações do projeto ao pormenor e possibilita o desenvolvimento de uma análise operacional (Eastman *et al.*, [s.d.]).

Primeiramente, o desenho trata-se de uma linguagem bidimensional (2D), e para a demonstração de uma determinada ideia ou objetivo é necessário pelo menos dois desenhos, como plantas e cortes/alçados, para assim chegar a um entendimento sólido do resultado final. Já os edifícios são tridimensionais (3D) e requerem uma nova abordagem que represente fielmente essa realidade (Eastman *et al.*, [s.d.]).

A partir deste pensamento Eastman e a sua equipa de especialistas desenvolvem o BDS (*Building Description System*) que foi concebido para demonstrar todos os conceitos defendidos, considerando que a ferramenta deveria resolver alguns problemas técnicos que ainda não tinham sido ultrapassados com os métodos tradicionais.

Para além do conceito BDS, que foi o que adquiriu maior expressão, em 1974, já se falava anteriormente em outras terminologias. Mais tarde, o conceito foi evoluindo e enquadrado no contexto tecnológico representativo de cada período, sendo o mais difundido o que conhecemos atualmente como “BIM”. Para além da evolução do acrónimo a própria tecnologia sofreu um grande progresso e ainda hoje tem vindo a apresentar novos conteúdos a cada atualização dos programas.

O modelo retratado por Aish (1986) já se refere às práticas relacionadas à modelação 3D, especificando os métodos necessários para a implementação de um sistema otimizado, tais com a criação automática de desenhos, a criação de objetos parametrizados e integração de uma base de dados associada ao modelo, bem como a descrição do faseamento construtivo.

Os métodos de representação tradicionais, de desenhos arquitetónicos, ainda hoje exigem um grande esforço aos gabinetes de projeto para chegar ao produto final. Aliás, a solicitação da intervenção em cada especialidade carece sempre da interação de vários intervenientes de

maneira dispersa, enquanto a partilha de dados de um projeto integrado, ocorre diretamente com a base de dados partilhada, como se pode visualizar na Figura 2.

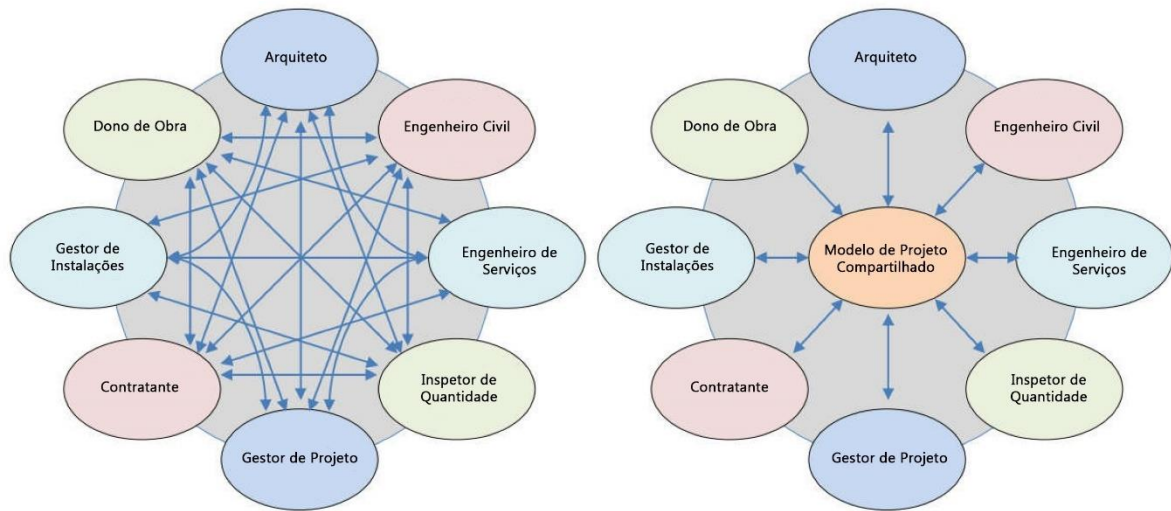


Figura 2 - Comparação da interação entre intervenientes de um processo tradicional e integrado.<sup>4</sup>

### 2.3 O BIM NO CONTEXTO NACIONAL

Em Portugal já se utiliza o BIM no desenvolvimento de projetos de arquitetura e especialidades por parte de alguns gabinetes de projeto, mas no panorama geral ainda se encontra num estágio muito inicial de atuação face a outros países da União Europeia. Em 2023 surgiu a primeira regulamentação portuguesa que faz referência à terminologia “BIM” como uma metodologia a ser implementada em novos projetos.

Com a Lei n.º 50/2023, de 28 de agosto, o Governo autoriza a realização da reforma e simplificação dos processos de licenciamento na área do urbanismo e ordenamento do território, pelo disposto na alínea v) do artigo 2.º, referente ao “sentido e extensão” expõe o seguinte:

---

<sup>4</sup> Fonte: FERREIRA (2015).

*“Determinar a obrigatoriedade de se apresentar o projeto de arquitetura e os projetos de especialidades modulados digital e parametricamente e coordenados de acordo com a metodologia Building Information Modelling (BIM), podendo ser estabelecido um projeto-piloto apenas para alguns municípios ou projetos”.*

*(Diário da República)*

Contudo, a regulamentação que exige a apresentação obrigatória dos projetos de arquitetura, de acordo com a metodologia BIM, foi efetivada em 2024 através do “*simplex urbanístico*” com previsão de implementação, a partir 1 de janeiro de 2030, pelo Decreto-Lei n.º 10/2024, de 8 de janeiro, que procede a simplificação dos processos de licenciamento no âmbito do urbanismo, ordenamento do território e indústria.

Assim, de acordo com a presente legislação, no artigo 17.º do Capítulo V, prevê-se a apresentação dos projetos de arquitetura em formato BIM (*Building Information Modelling*), ou seja, num formato de dados “*aberto*” que permita automatizar a verificação do cumprimento de planos aplicáveis na análise dos processos.

Deste modo, a extensão do prazo definido para essa adesão permite aos gabinetes de projeto terem tempo para se adaptar à nova realidade, com a reorganização do seu método de trabalho. É certo que ainda é necessário definir normas que ditam os padrões para o desenvolvimento dos projetos em BIM de forma que sejam salvaguardados, por exemplo, os direitos autorais das obras desenvolvidas. Ao mesmo tempo deverá haver termos de responsabilidade para que os serviços camarários possam disponibilizar o material iniciado em BIM, para que outras equipas de projeto possam ter acesso aos ficheiros e assim darem continuidade, no caso de futuras intervenções.

Como aconteceram em muitos outros países, essa implementação incidirá primeiramente nas obras públicas, conforme está previsto na Portaria n.º 255/2023, e posteriormente será aplicada em obras particulares.

## 2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É certo que para perceber o BIM é necessário saber utilizar os programas que possuem essa metodologia de trabalho<sup>5</sup>. Essa tecnologia que se tem apresentado como promissora, surge como fator de otimização da qualidade da indústria da construção. Contudo, ainda existem muitos desafios a serem ultrapassados, essencialmente em relação à resistência à mudança e à necessidade de regulamentações consistentes para a sua utilização.

O BIM representa uma revolução na abordagem dos projetos, oferecendo-lhes benefícios significativos em todas as suas fases, desde a concepção e desenvolvimento até o fim do seu ciclo de vida.

Embora o BIM represente uma mudança de paradigma, os desafios remanescentes sublinham a importância contínua de esforços para aprimorar e padronizar essa metodologia inovadora. No entanto, a interoperabilidade entre os diferentes programas e a adaptação de padrões globais continuam a ser aspectos a serem superados para a garantia da consistência e eficácia da sua implementação.

Por um lado, os processos camarários em BIM podem beneficiar significativamente as entidades reguladoras que apreciam os projetos, uma vez que, em circunstâncias específicas, podem auxiliar, através da visualização 3D, a verificação do cumprimento de certos requisitos normativos que não foram identificados através dos elementos de instrução bidimensionais, originados pela limitação da escala do desenho.

Atualmente, pode-se observar que ainda existe muita hesitação na migração dos métodos tradicionais para os novos recursos tecnológicos, pois tem-se observado que muitos gabinetes de projeto encontram vários obstáculos para chegar à compatibilização de toda a informação do projeto, e ao mesmo tempo ainda existe a questão da gestão de equipas multidisciplinares, alinhadas com essa nova metodologia, que ainda precisa ser ultrapassada.

---

<sup>5</sup> Programas tais como o Revit, ArchiCAD, QIBUilder, entre outros.

# 3

## IMPACTOS DO BIM NO SECTOR DA AEC

### 3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A adoção do *Building Information Modelling* (BIM) no setor da AEC tem vindo a moldar significativamente o modo como os projetos são concebidos. A capacidade de centralização das informações num modelo único contribui para o desenvolvimento de uma melhor comunicação entre os intervenientes, permitindo reduzir e ultrapassar conflitos antigos.

Cada vez mais, o BIM está impulsionando uma maior integração com tecnologias emergentes relacionadas com a inteligência artificial (AI), realidade aumentada (AR), realidade virtual (VR) e a Internet das Coisas (IoT). A combinação desses recursos contribui para que o setor da AEC possa criar construções mais eficientes, inteligentes e sustentáveis, acompanhando a evolução tecnológica.

As construções já concebidas com essa metodologia só demonstram a capacidade do BIM em gerir complexidades e coordenar múltiplas disciplinas ao mesmo tempo, traduzindo o seu real potencial, pois a indústria da construção está-se a tornar cada vez mais inovadora e competitiva.

Para clarificar o entendimento e aplicação desses conceitos é necessário conhecer os modelos já desenvolvidos que utilizaram essa metodologia de trabalho, para se perceber como se dá a gestão da informação nesse processo.

## **3.2 O BIM NA ENGENHARIA CIVIL - INTRODUÇÃO AOS CASOS**

### **3.2.1 ONE WORLD TRADE CENTER, NEW YORK / THE PORT AUTHORITY OF NEW YORK & NEW JERSEY (CASO 1)**

O One World Trade Center<sup>6</sup> (One WTC), concluído em 2013, foi um dos primeiros projetos desenvolvidos com aplicação da metodologia BIM, em uma escala tão grandiosa. As ferramentas de Gestão da Informação da Construção na engenharia foram utilizadas para coordenar e documentar as complexidades da estrutura. A eficácia dessa metodologia foi evidenciada pela simplificação do projeto e condensação de documentos, com total controlo do faseamento da obra.

Para o êxito dessa operação, houve uma colaboração muito próxima entre os desenvolvedores do programa utilizado e os projetistas, para que as resoluções dos conflitos pudessem ocorrer em tempo real. Esta colaboração também levou ao desenvolvimento de novas ferramentas que foram essenciais para dar resposta a algumas complexidades do projeto e mais tarde essas funções foram incorporadas nas versões subseqüente do mesmo programa, contribuindo assim para a aperfeiçoamento dessa tecnologia (Lewis, 2011).

Além da aplicação do BIM foram, ainda, conjugados diversos programas na construção do modelo global, evidenciando a interoperabilidade entre a informação gerada pelos diferentes programas.

---

<sup>6</sup> Considerado o edifício mais alto da América do Norte e Hemisfério Ocidental e sétimo mais alto do mundo, com 104 andares e 541.3 metros de altura.



Figura 3 – Modelos realizados em BIM; a) West Plaza<sup>7</sup>

b) – Corte tipo<sup>8</sup>

### 3.2.2 NANJING INTERNATIONAL YOUTH CULTURAL CENTRE, CHINA / ZAHA HADID ARCHITECTS (CASO 2)

O Nanjing International Cultural Centre, localizado nas margens do rio Jiajiang em Hexi New Town, na China<sup>9</sup>, projetado por Zaha Hadid Architects, engloba um centro de conferências e duas torres, com cerca de 255 metros e 315 metros de altura, com o uso hoteleiro e escritórios, respetivamente. Ambos os arranha-céus estão ligados por uma estrutura horizontal comum que abriga o complexo do Centro Cultural da Juventude e por sua vez faz a conexão com a área urbana existente.

A construção deu-se em tempo recorde, em 34 meses, onde os arquitetos de Zaha Hadid empregaram todo o seu conhecimento tecnológico do BIM para otimizar o processo e minimizar os trabalhos realizados “*in-situ*”(Anon, 2019).

<sup>7</sup> Fonte: <https://www.archilovers.com/projects/387/one-world-trade-center-gallery?468811>.

<sup>8</sup> Fonte: <https://www.archilovers.com/projects/387/one-world-trade-center-gallery?468822>.

<sup>9</sup> O Nanjing International Cultural Centre abrange uma área de cerca de 5.2 hectares com mais de 450.000 m<sup>2</sup>.

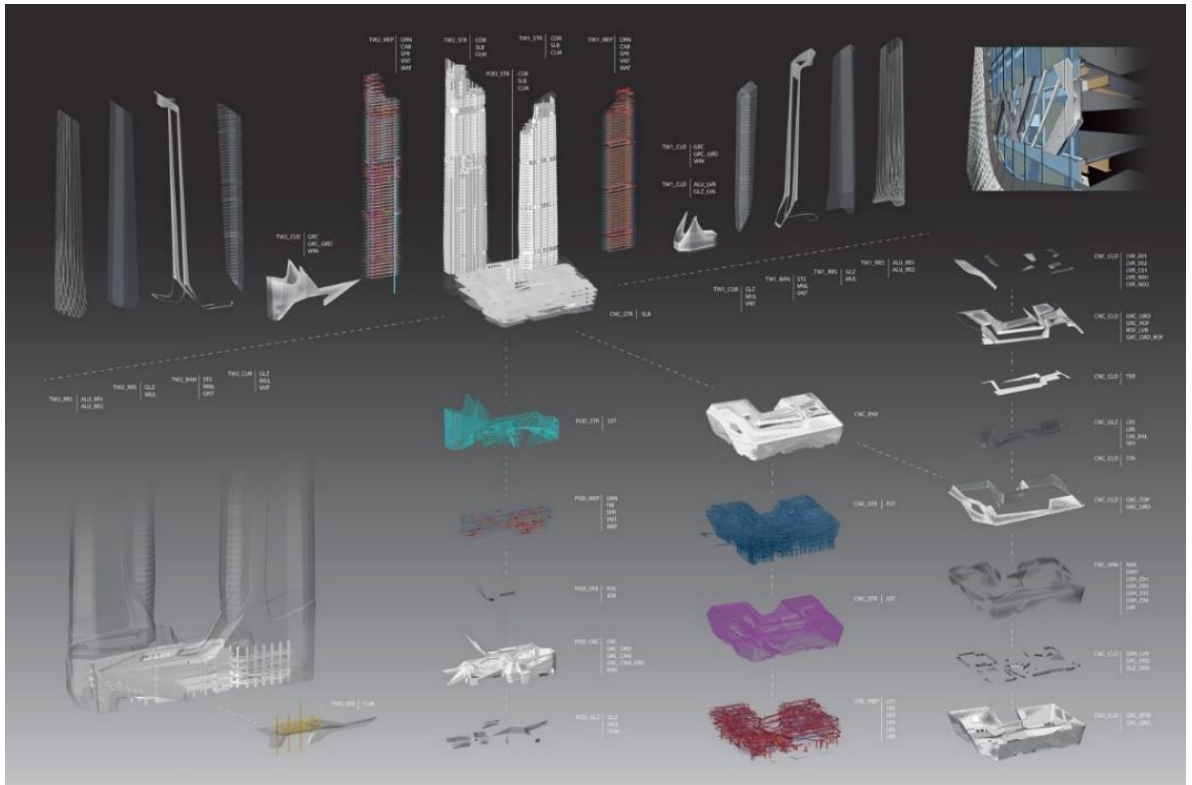


Figura 4 - Planeamento do projeto em BIM <sup>10</sup>

### 3.3 VANTAGENS E BENEFÍCIOS

MacLeamy (2004) retrata como o BIM pode beneficiar o setor da AEC, ilustrando através das curvas tempo-esforço quatro componentes essenciais, como: (1) uma curva que indica os impactos nos custos e a capacidade funcional à medida que o projeto avança; (2) uma curva que demonstra o custo das alterações do projeto, em que numa fase posterior apresenta um maior custo; (3) uma curva que demonstra como se desenvolve o esforço de projeto; (4) e uma curva indicando a distribuição do esforço de projeto associados aos processos BIM.

<sup>10</sup> Fonte: [https://www.archdaily.com.br/br/907192/centro-cultural-da-juventude-de-nanjing-zaha-hadid-architects/5c06b9aa08a5e5e6c000045c-nanjing-international-youth-cultural-centre-zaha-hadid-architects-bim-map?next\\_project=no](https://www.archdaily.com.br/br/907192/centro-cultural-da-juventude-de-nanjing-zaha-hadid-architects/5c06b9aa08a5e5e6c000045c-nanjing-international-youth-cultural-centre-zaha-hadid-architects-bim-map?next_project=no).

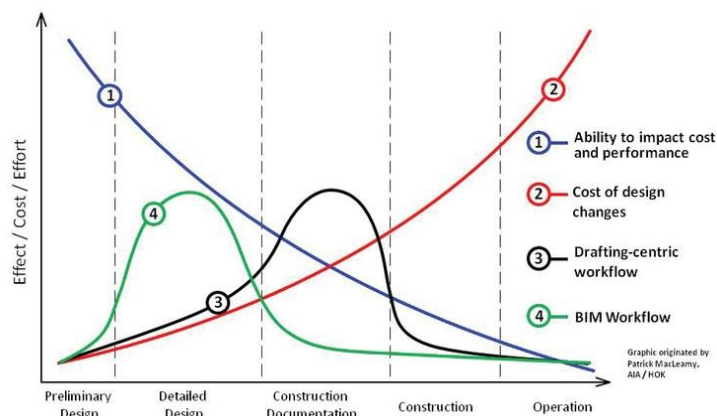


Figura 5 - Curva de MacLeamy (Curva BIM)<sup>11</sup>

A curva indica sobretudo que o BIM se dedica a resolução dos impactos do projeto na fase preliminar, concentrando-se assim na redução de custos em fases subsequentes. Os benefícios do BIM estão relacionados com a melhoria da qualidade da informação ao longo de um projeto promovendo a eficiência nas tomadas de decisões (Campestrini, 2015).

Apesar dos projetos elaborados em BIM exigirem um maior esforço em fases iniciais pela construção e introdução de informações no modelo, comparando com as ferramentas CAD, o esforço aplicado para a realização de alterações subsequentes ao projeto é significativamente inferior.

Para além dos aspetos associados aos custos do projeto, nas fases de conceção e execução, existem muitos outros fatores que caracterizam qualitativamente essa metodologia, como a:

- Promoção da colaboração de proximidade entre equipas;
- Participação dos clientes em fase de projeto (projetos em BIM permitem uma leitura mais clara pelos clientes; possibilita um melhor acompanhamento da evolução do projeto e uma maior compreensão do produto final);
- Possibilidade de visualização e simulação avançada através de modelos tridimensionais, com análise do comportamento energético (para avaliação do desempenho do edifício);

<sup>11</sup> Fonte: [http://www.gpsustentavel.ufba.br/documentos/livro\\_entendendo\\_bim.pdf](http://www.gpsustentavel.ufba.br/documentos/livro_entendendo_bim.pdf).

- Prevenção e redução de conflitos (antecipa os diversos conflitos que possam surgir, decorrentes da sobreposição de dados entre as diversas especialidades, e evita a repetição de informação);
- Gestão de dados e documentação (fornece uma base de dados centralizada que reúne informações relativas às características dos materiais, custos, quantidades, entre outros);
- Automatização da informação na criação de documentação (plantas, cortes, especificações dos materiais, entre outros);
- Eficiência, sustentabilidade e economia (contabilidade rigorosa de custos a fim de evitar desperdícios de materiais e gastos desnecessários);
- Produtividade e qualidade (pela melhoria da comunicação);
- Medição e orçamentação (capacidade de gerar dados automatizados).

Em fase de utilização do empreendimento o BIM contribui para os processos de *Facilities Management*, também conhecido por Gestão de Instalações, em português, cuja disciplina concentra-se na gestão e manutenção eficiente de edifícios, infraestruturas e outros serviços relacionados. Essa área engloba uma ampla variedade de funções e serviços destinados a garantir a funcionalidade de maneira eficaz e segura, atendendo às necessidades dos seus utilizadores.

O *Facilities Management* inclui muitos serviços como: a manutenção preventiva e corretiva, para promover a durabilidade da construção; gestão de espaço para otimizar a utilização e garantir o desempenho adequado; gestão de segurança; gestão de serviços de apoio; controlo de custos e gestão de alterações necessárias em instalações, entre outros.

É de suma importância que haja uma adequada preparação e armazenamento de dados para ser gerido, após a execução do empreendimento, de modo a possibilitar a obtenção de uma documentação atualizada que acompanha a realização das alterações que são efetuadas durante todo o tempo de vida do edifício.

### **3.4 DESAFIOS E LIMITAÇÕES**

Com a implementação de uma nova política colaborativa no trabalho, utilizando tecnologias que possibilitam a reutilização de informações entre sistemas, é possível que haja um aprimoramento contínuo dos metadados concebidos. Esse processo colaborativo contribui, sobretudo, para o desenvolvimento de uma tecnologia cada vez mais aprimorada e direcionada à uniformização dos métodos de trabalho.

Dispor de uma abordagem de integração e tecnologicamente mais avançada é substancial para que a indústria da AEC obtenha benefícios absolutos do BIM, usufruindo do seu máximo potencial. Essa evolução, para uma abordagem mais alinhada com a tecnologia, não apenas fomenta a qualidade e a eficiência, mas também está alinhada com as questões de sustentabilidade, que é um assunto muito difundido nos dias de hoje.

Os projetos desenvolvidos com a ferramenta BIM proporcionam uma maior quantidade de informação em comparação com processos baseados em CAD. Num sistema hidráulico, baseado na representação em coordenadas X e Y, são utilizadas apenas linhas e texto para indicar o traçado da rede e para especificar o diâmetro e o material da canalização. Enquanto que na utilização do BIM é requerida a informação completa do componente logo em fase inicial, de forma a construir a base de dados. Nesse cenário o projetista já deverá pensar no eixo Z e como o elemento estará posicionado no espaço (Ricotta, 2023).

### **3.5 PERSPETIVAS FUTURAS**

No contexto da construção civil, a criação de uma cultura que valoriza a inovação e a constante atualização emerge como um pilar fundamental para sustentar a evolução tecnológica. Com isso, é importante que seja implementada uma nova política de colaboração no trabalho, apoiada por tecnologias que facilitam substancialmente a troca de informação nesse processo.

Para a criação de um futuro mais resiliente, é expectável que a introdução do BIM, como uma metodologia integrada, se adapte de forma prática e efetiva no desenvolvimento dos novos projetos. O advento da pandemia de Covid-19 veio demonstrar a grande dependência da tecnologia por muitos profissionais do setor da AEC, exigindo soluções imediatas para dar resposta às necessidades do momento presente.

Contudo, esse acontecimento veio reforçar ainda mais a ideia de que é possível realizar o mesmo trabalho, mas de maneira remota. Então, quais seriam os melhores meios a serem adotados? A proposta que o BIM veio apresentar é exatamente essa, em promover o trabalho colaborativo com interações que podem ser claramente desenvolvidas remotamente, se for seguido um planeamento adequado de implementação.

Apesar da aplicação do BIM na engenharia civil garantir um futuro promissor, trazendo consigo benefícios claros em termos de eficiência, precisão, sustentabilidade, entre muitos outros tópicos, é necessário, no entanto, para que essa implementação seja bem-sucedida deve haver um investimento em tecnologia e, sobretudo, deve-se adotar mudanças internas de gestão de projeto.

### **3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A interoperabilidade da informação gerada através da padronização do BIM, veio promover a transparência e a qualidade nesse setor, contudo, a implementação do BIM não está isenta de desafios, pois exige um esforço inicial de investimento em tecnologia, formação e mudança organizacional que requer tempo e empenho por meio das partes interessadas.

Quando se trata de sustentabilidade é indiscutível que o BIM tem uma parcela de contribuição para o desempenho ambiental dos edifícios, ao minimizar desperdícios através da boa gestão dos recursos e da aplicação de meios eficientes de execução.

A gestão eficiente de edifícios e infraestruturas, aliada à manutenção preventiva e ao controlo de custos, destaca-se como um grande potencial dessa metodologia. Embora os benefícios sejam evidentes, é crucial reconhecer os desafios na adoção do BIM, como uma curva de aprendizagem crescente. É então necessário obter padrões genéricos, sabendo que a adoção dessa metodologia deve ocorrer de uma forma gradual para minimizar a suspensão do trabalho que estão a ser desenvolvidos pelos métodos antigos.

O investimento em formação tecnológica reflete uma consciencialização sobre os benefícios a longo prazo que superam todos os obstáculos do processo de implementação. As empresas que adotarem o BIM e as tecnologias que lhe são associadas estarão mais bem posicionadas para competir na indústria da construção. Da mesma forma estarão mais aptas a responder a procura da contemporaneidade que tem vindo a apresentar cenários cada vez mais complexos e interconectados com o mundo digital.

É então necessário um investimento em recursos tecnológicos e em novos programas para a implementação do BIM na melhoria do processo da construção. Processo esse que contribui para a redução de conflitos, incompatibilidades e minimização do tempo com reuniões presenciais para a realização de validações.

É fundamental reconhecer que os benefícios ocorrerão a médio e a longo prazo, pois existe todo um caminho a ser percorrido com compromisso e responsabilidade coletiva. Assim, a transformação para uma abordagem baseada no *Building Information Modelling* não se trata apenas de uma mudança tecnológica, mas também uma mudança de mentalidade, que ainda assim apresenta uma certa resistência ao novo.

# 4

## **APLICAÇÃO DO BIM A PROJETOS DE REDES PREDIAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS**

### **4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Os projetos das redes prediais que são atualmente desenvolvidos por muitos gabinetes de projeto são constituídos por representação 2D do traçado da rede, que incluem ainda alguns pormenores tipo, como elementos complementares ao projeto. Pode-se dizer que o conteúdo que é apresentado possui uma escassez de informações e especificações técnicas para uma avaliação mais rigorosa do desempenho da rede, como por exemplo as características dos equipamentos e de outros elementos da rede a serem utilizados.

Com isso, é necessário ter em vista a utilização de um modelo otimizado, capaz de fornecer diferentes níveis de representação gráfica em que o tipo de leitura se vai adaptando às exigências de projeto, ora em fase de concepção, ora em fase de execução. Ou seja, o modo de visualização que pode se adequar facilmente consoante o nível de detalhe que é requerido.

Atualmente, existem muitos programas que dispõem da informação BIM, sendo os mais utilizados no contexto nacional o Revit e o Archicad voltados para a área de modelação arquitetónica e o Cype que, para além da modelação 3D, integra o cálculo hidráulico. Alguns desses programas possuem funcionalidades que permitem a configuração das definições em função das normas internacionais vigentes de cada país, possibilitando uma utilização mais abrangente dessa tecnologia.



## 4.2 BIM MEP

Enquanto que o BIM se trata de uma metodologia de trabalho colaborativa abrangente, que engloba aspectos de diferentes setores da construção, por outro lado o *Mechanical Electrical Plumbing* (MEP) é uma disciplina específica desse contexto, que se concentra na área das instalações técnicas. Assim, tem-se o BIM que incorpora informações detalhadas dos sistemas MEP, que por sua vez atuam em três campos das instalações técnicas, nomeadamente: as instalações mecânicas (*mechanical*); elétricas (*electrical*) e hidráulicas (*plumbing*).

Assim, pode-se considerar o MEP como um subconjunto do BIM, ou seja, juntamente com todos os outros âmbitos (arquitetura, estruturas, entre outros), constituem-se em “peças” importantes para a constituição do processo BIM, como um todo (Biblus, 2022). Este conceito é apresentado pela equipa de editores da *Biblus* como podemos observar através da Figura 6.

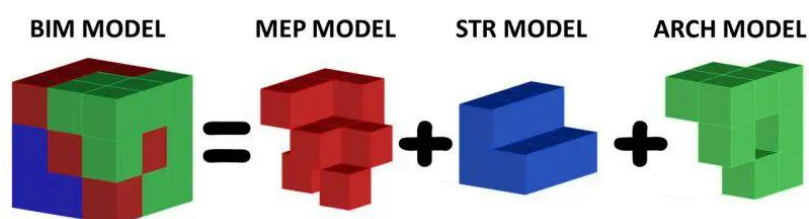


Figura 6 - Processo de integração do BIM<sup>12</sup>

O exemplo do “*Edifício de Seguros El Sol*” (1996), modelado pela equipa da Grid Studio e coordenado pelo Arq.º Rainer Huaranca (Figura 7), no âmbito da certificação do curso de formação BIM MEP, e através do Revit 2021, fez a compilação de todas as especialidades numa única base de trabalho, de modo a obter a visualização integral de todas as instalações e equipamentos do projeto, em simultâneo. Esta teia densa de informações pode ser suavizada, para efeitos de visualização, com o isolamento de um elemento, ou de um conjunto de elementos.

---

<sup>12</sup> Fonte: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/conheca-as-diferencas-entre-bim-e-mep/>.

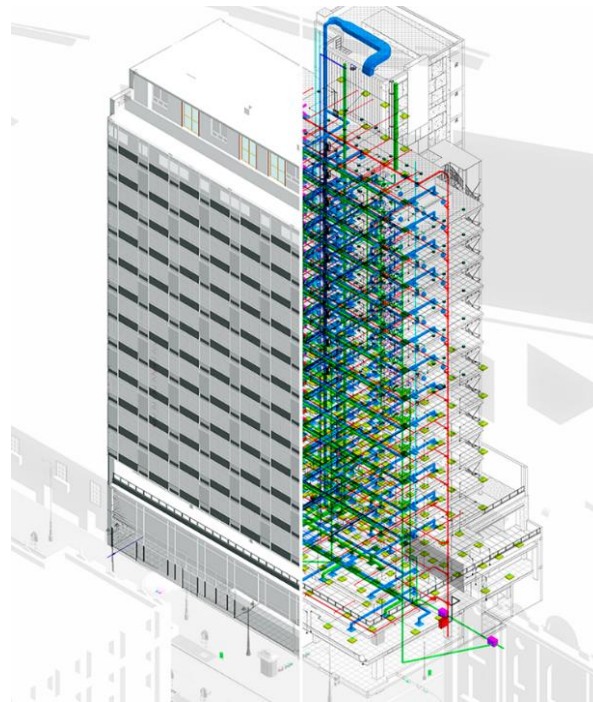


Figura 7 - MEP do Edifício de Seguros El Sol<sup>13</sup>

A abordagem do BIM nos projetos das redes prediais dispõe de uma multifuncionalidade de ferramentas que permitem manipular as propriedades dos dispositivos que constituem o sistema hidráulico, tornando-o mais próximo da realidade. É possível também a definição de um plano de execução, apresentando todo o procedimento do faseamento construtivo, para assim reduzir o tempo de organização antes da execução da obra.

Do mesmo modo, é possível identificar eficazmente as zonas de conflitos entre instalações e assim aplicar o respetivo procedimento corretivo. Esse método, permite a criação de vistas em plantas, cortes, alçados e representações tridimensionais, bem como recolher informações das propriedades dos materiais e especificações dos elementos, conforme apresentado na Figura 8.

---

<sup>13</sup> Fonte: <https://gridstudio.myportfolio.com/mep-de-edificio-de-seguros-el-sol>.

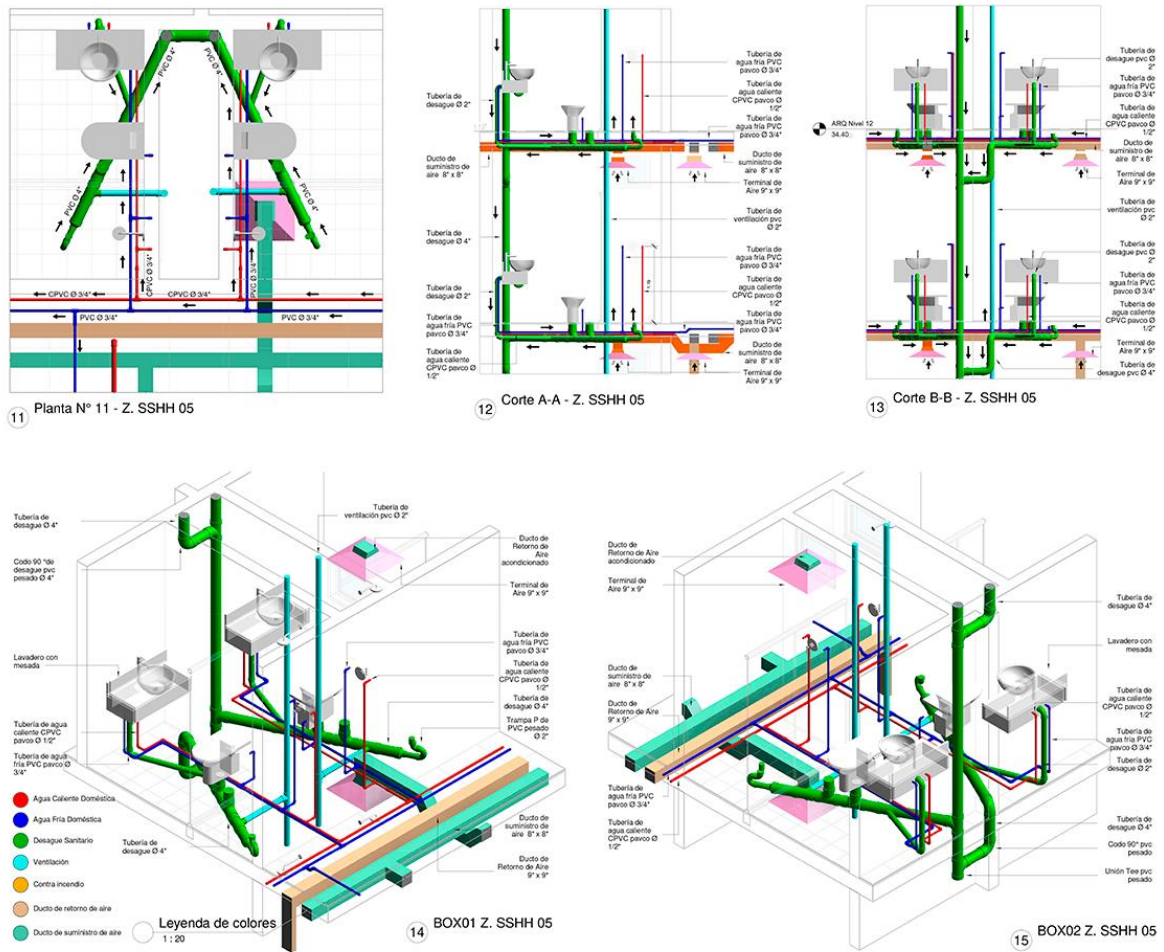


Figura 8 - Traçado de instalações técnicas em instalações sanitárias<sup>14</sup>

Os dispositivos que compõem a rede podem ser do tipo genérico e estarem disponíveis em bibliotecas digitais, ou serem equipamentos disponibilizados por empresas que fornecem os próprios produtos (Figura 9). Em alternativa o projetista poderá criar uma “*familia*” de componentes com a inserção de propriedades específicas do objeto.

<sup>14</sup> Fonte: <https://gridstudio.myportfolio.com/mep-de-edificio-de-seguros-el-sol>.



### 4.3 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE TRABALHO

À medida que o BIM evolui, é expectável que haja uma maior adesão dos projetistas que procuram cada vez mais qualidade nos seus trabalhos. Com isso, é possível a criação de modelos detalhados e interativos que facilitam a análise e comunicação entre todos os participantes, garantindo o desenvolvimento de um projeto mais rigoroso.

Para uma implementação efetiva da metodologia BIM, é essencial considerar um conjunto de estratégias que envolvem as principais etapas inerentes nesse processo. Inicialmente, é necessária a avaliação das necessidades específicas de cada gabinete de projeto, com a avaliação das condições e recursos disponíveis, tais como: a capacidade dos computadores, em termos de velocidade; armazenamento; tipo de placas gráficas; entre outras funcionalidades.

Deste modo, é necessário identificar claramente os requisitos e metas específicas para a incorporação do BIM em novos projetos. Em seguida, analisar os projetos prioritários que melhor se beneficiarão desse recurso, avaliando questões de investimento de tempo e de instrumentos a serem utilizados.

A Figura 10 ilustra como se desenvolve a aplicação prática desses conceitos, partindo de uma “*matriz*”, que envolve um modelo arquitetónico que reúne as principais informações relacionadas as especificidades da construção (CASTRO, 2022). Com isso, é possível definir um plano de trabalho adequado para ser abordado ao longo desse processo. Durante esse procedimento, apesar de apresentar uma certa linearidade, pode existir a necessidade de cada equipa de projeto realizar adaptações ao plano, mediante a sua necessidade, para promover a melhoria do fluxo de trabalho entre toda a equipa.

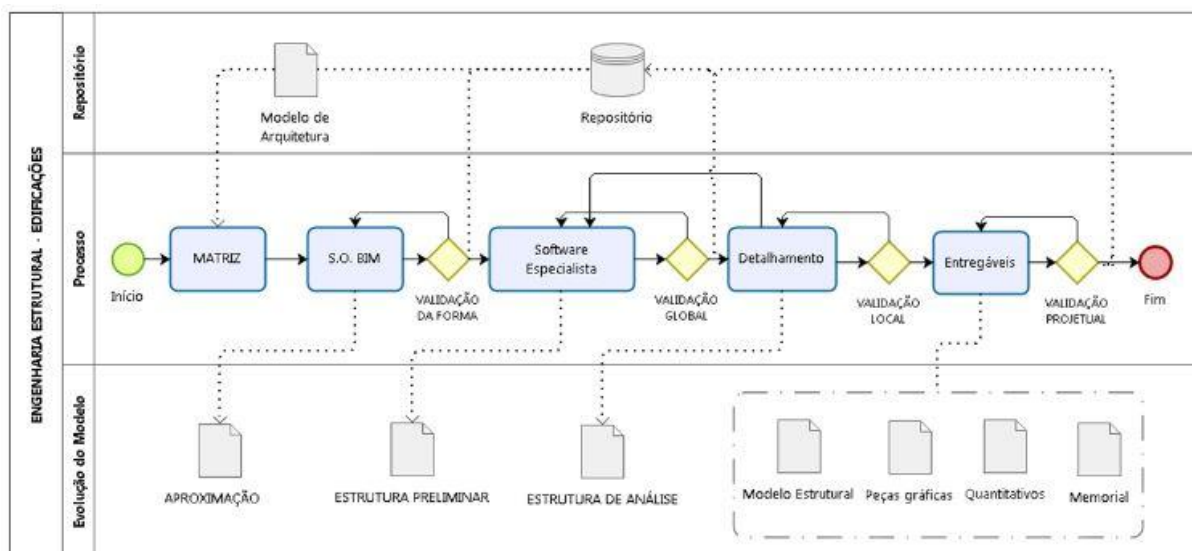


Figura 10 - Evolução do modelo BIM<sup>16</sup>

Nesse processo, cada etapa de trabalho segue uma ordem sequencial que passa sempre por validação para garantir a coerência do modelo. Da mesma forma, existem conexões dependentes entre os intervenientes, cuja matéria precisa ser discutida para passar à fase seguinte. Toda a informação, após a sua validação, é vinculada a um repositório que recebe constantes atualizações (Anon, 2019).

É necessário também o desenvolvimento de métodos de comunicação para a integração de todas as partes envolvidas, de modo a promover a colaboração mais próxima entre equipas multidisciplinares, garantindo que haja menos impactos possíveis na transição dos métodos antigos para a nova metodologia.

Para a escolha dos programas com a informação BIM, mais adequadas às necessidades da equipa, deve-se assegurar que haja compatibilidade com os equipamentos de trabalho já existentes. Considerando a natureza evolutiva do BIM, a formação contínua das equipas é indispensável para o acompanhamento das adaptações e as constantes atualizações do sistema.

<sup>16</sup> Fonte: <https://www.e-zigurat.com/pt-br/blog/evoluindo-tempo-informacao/>.

#### 4.4 SERVIDOR DE PARTILHA BIM

É certo que a implementação do BIM deve estar alinhada com um conjunto de ferramentas de suporte, ao fluxo de conteúdos criados, para permitir que esse conteúdo seja compartilhado na base comum de projeto. Para isso existe, por exemplo, o recurso à “*nuvens*”, onde estará inserido o servidor BIM de partilha que fornece um armazenamento centralizado.

Trata-se de um “*ambiente comum de dados*”<sup>17</sup> que permite o fácil acesso ao projeto em tempo real. O CDE faz a conexão de todas as atividades desenvolvidas, bem como as alterações e edições aplicadas, tornando-se assim numa fonte confiável, que evolui em função das atualizações realizadas (Anon, 2023).

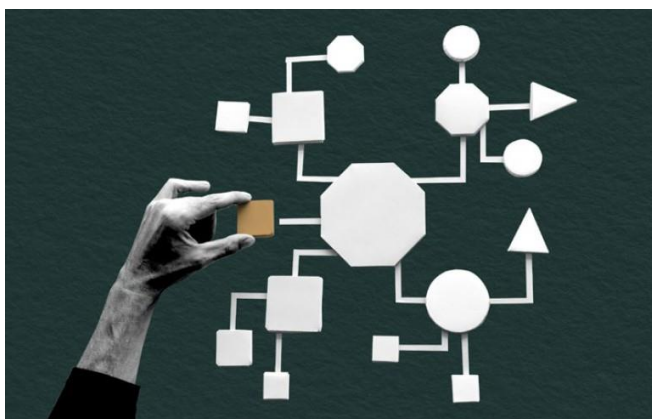


Figura 11 - Conceito do Common Data Environment (CDE)<sup>18</sup>

O BIMserver.center, concebido pela tecnologia Open BIM, por exemplo, é uma plataforma colaborativa da construção que possui a função de partilha, permitindo a receção de IFC’s (*Industry Foundation Classes - IDF*) gerados por diversos programas como o Revit, Archicad, Sketchup, Allplan, Cype, entre outros.

Após a construção do modelo tridimensional é necessário a extração do ficheiro no formato de dados IFC, que permite a compatibilização entre sistemas sem a modificação ou perda de

<sup>17</sup> Common Data Environment (CDE).

<sup>18</sup> Fonte: [https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Common\\_data\\_environment\\_CDE](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Common_data_environment_CDE).

informação. O ficheiro IFC, por sua vez, é constituído pelo modelo tridimensional base, onde será inserido todas as instalações técnicas.

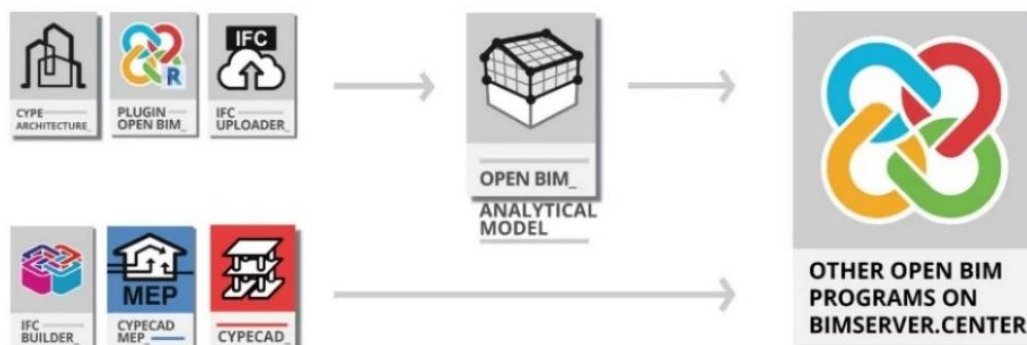


Figura 12 - Sistema de publicação de IFCs no BIMserver.center<sup>20</sup>

O programa Cype, por exemplo, possui uma ligação direta ao servidor BIMserver.center, que permite enviar ficheiros em IFC diretamente para a nuvem. Outros programas, com informação BIM, já podem requerer a instalação de *plugins* próprios para a criação de IFC's para serem compatíveis com o servidor.

Dentro da plataforma o fluxo de trabalho, normalmente, desenvolve-se através das seguintes fases:

- Construção do modelo arquitetónico pelo arquiteto/ projetista;
- Publicação do ficheiro no formato IFC no BIMserver.center pelo arquiteto/ projetista;
- Leitura do ficheiro IFC pelo engenheiro de estruturas, inserção e cálculo da estrutura;
- Publicação do IFC no servidor por parte do engenheiro de estruturas;
- Revisão do projeto de arquitetura pelo arquiteto em função da estrutura aplicada;
- Republicação do modelo IFC retificado pelo arquiteto;
- Os técnicos das várias especialidades acedem ao ficheiro retificado e representam os respetivos projetos com o dimensionamento associado;

---

<sup>20</sup> Fonte: <https://blog.bimserver.center/pt/6-maneras-de-iniciar-um-proyecto-no-bimserver-center/>.

- Partilha de IFC's pelos engenheiros de cada especialidade (hidráulica, mecânica, elétrica, entre outros).

Na realidade, o resultado final não se trata de um modelo nutrido pelo conjunto de IFC's num único ficheiro, mas trata-se de IFC's independentes que constituem um modelo federado de sincronização de todos esses conjuntos. A informação gerada individualmente, apesar de ser visualizada por todos, está protegida de edições por parte de outras equipas, que não são autores de um determinado projeto, permitindo um melhor controlo das alterações que são realizadas ao longo desse processo. Assim, é gerado um ambiente de trabalho compartilhado onde todos os envolvidos podem aceder as bases de dados de forma bastante organizada, permitindo com que cada autor efetue as edições do respetivo projeto em contributo à base global (Grupo AJ BIM, 2024).

#### **4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os dados do modelo BIM podem ser utilizados em análises avançadas através de diversas simulações. Ao fornecer informações detalhadas sobre os elementos do projeto é possível identificar os componentes do sistema que exigem manutenção e reparação, contribuindo na ação preventiva e na resolução de problemas de forma bastante eficiente.

No caso dos sistemas hidráulicos, uma das vantagens está na deteção precoce de conflitos entre elementos da rede com outras instalações técnicas, ao minimizar erros de projeto com a realização de ajustes no desenho antes de ir para a obra, evitando o retrabalho durante a construção.

De igual forma, nos projetos de especialidades que possuem um nível de maior complexidade, com a utilização dessa metodologia é possível controlar todos os pontos da rede através de uma monitorização constante. Assim, no caso de haver necessidade de efetuar alterações no projeto, é possível fazer uma intervenção bem precisa e pontual, sem afetação das outras instalações técnicas.

Outras vantagens da aplicação do BIM no projeto das redes prediais é que esta metodologia oferece funcionalidades integradas, como o cálculo hidráulico. Com isso, é possível realizar o dimensionamento e verificação do desempenho das condutas, otimizando instantaneamente a rede para atender às necessidades de pressão, caudal, entre outros requisitos.



# 5

## **CASO DE ESTUDO – DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO PRÁTICO**

### **5.1 ENQUADRAMENTO**

O caso de estudo refere-se a um projeto de ampliação de um edifício, sito na Rua de Ponta Delgada, freguesia de Arroios, em Lisboa. Este edifício localiza-se em Área de Reabilitação Urbana (ARU) e no Plano Diretor Municipal (PDM) a área de intervenção integra o espaço central e residencial consolidado de Traçado Urbano B. Em termos de utilização, existem 10 fogos, sendo 3 fogos de tipologia T0, 4 fogos de tipologia T1 e 3 fogos de tipologia T2.

A intervenção preconizada consistiu na reabilitação de um edifício que se encontrava devoluto e em mau estado de conservação. Dado o seu elevado estado de degradação, a proposta consistiu na realização de obras profundas, mantendo apenas a estrutura das fachadas, a caixa de escada de acesso comum, em madeira, e algumas paredes de frontal e de tabique interiores.



Figura 13 - Planta de localização [Sistema de Projeção de Coordenadas: ETRS89 PT-TM06 (EPSG: 3763)]<sup>22</sup>

### 5.1.1 PROGRAMAS UTILIZADOS

Para a demonstração da abordagem do BIM nos projetos das redes prediais foram utilizados dois programas, nomeadamente o Cype MEP (*Cype Plumbing*) para a definição das redes prediais e o Revit para a modelação tridimensional da arquitetura.

Embora seja possível a utilização do Revit, tanto para a modelação arquitetónica quanto para o desenho do traçado das águas e esgotos, na sua função “*Plumbing*”, onde dispõe de uma infinidade de famílias de elementos hidráulicos como acessórios e equipamentos sanitários. Ainda assim, apresenta-se como um programa limitado por não possuir a função de cálculo da rede com o regulamento português incorporado, possuindo apenas a função “*Fixture Units*” baseado no critério de dimensionamento *International Plumbing Code (IPC)*.

Já o desenvolvimento dos projetos das redes prediais usando a função “*Plumbing*”, do Cype, dispõe de uma biblioteca de equipamentos de consumo mais reduzida. Da mesma forma, a representação gráfica da rede é mais simplificada uma vez que não dispõe de muitos acessórios para a inserção do traçado da rede predial. Contudo, possui funcionalidades que permitem reunir as informações conjuntas, das redes de abastecimento de água, drenagem de águas residuais e pluviais, numa única base de trabalho.

<sup>22</sup> Fonte: <https://websig.cm-lisboa.pt/MuniSIG/visualizador/index.html?viewer=LxInterativa.LXi>.

Este programa, no entanto, já possui o cálculo automático e as normas portuguesas incorporadas no seu sistema, assim, sempre que haja alterações dessas normas é atualizado para se adaptar aos novos critérios de dimensionamento.

## 5.2 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

### 5.2.1 VÍNCULO DO MODELO ARQUITETÓNICO

O processo de integração de modelação tridimensional e de cálculo automático tira partido da capacidade de interoperabilidade de sistemas. Os dois programas utilizados no desenvolvimento do trabalho possuem uma interface com a organização dos comandos muito semelhantes, facilitando o processo de reconhecimento dos painéis de comando por parte do utilizador. Assim, é possível obter uma visão genérica, logo à partida, de todas as principais funcionalidades disponíveis, que estão distribuídas pelas barras de comandos superior e lateral (Figuras 14 e 15).

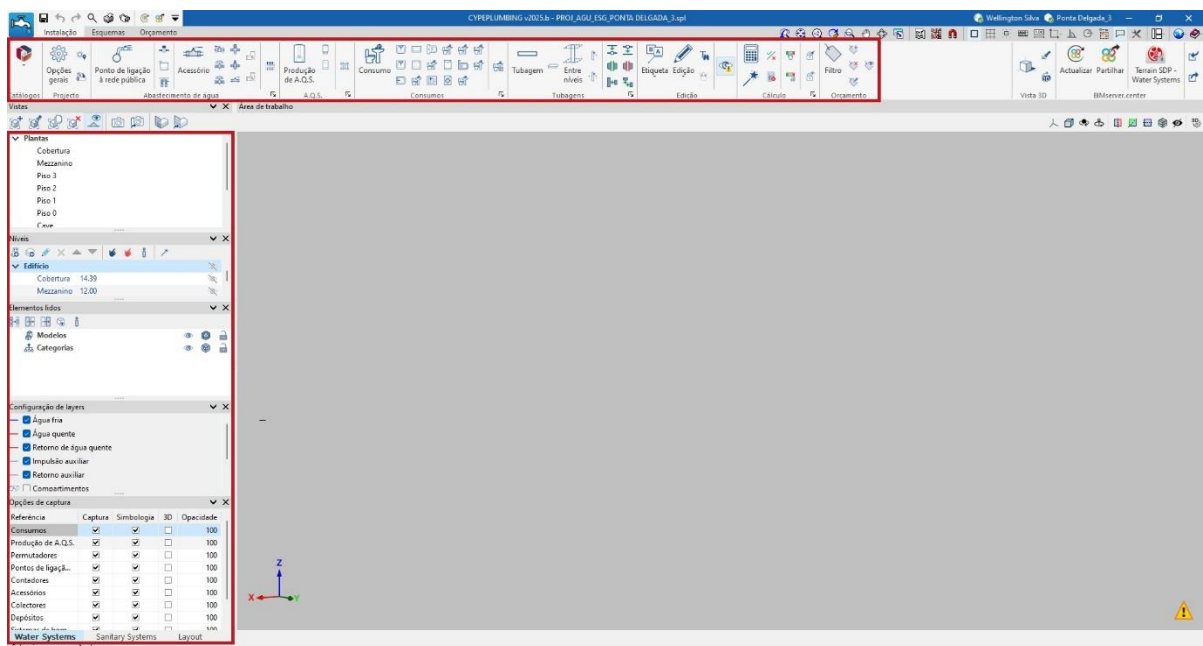


Figura 14 - Painel de comando do Cype Plumbing v2025.b

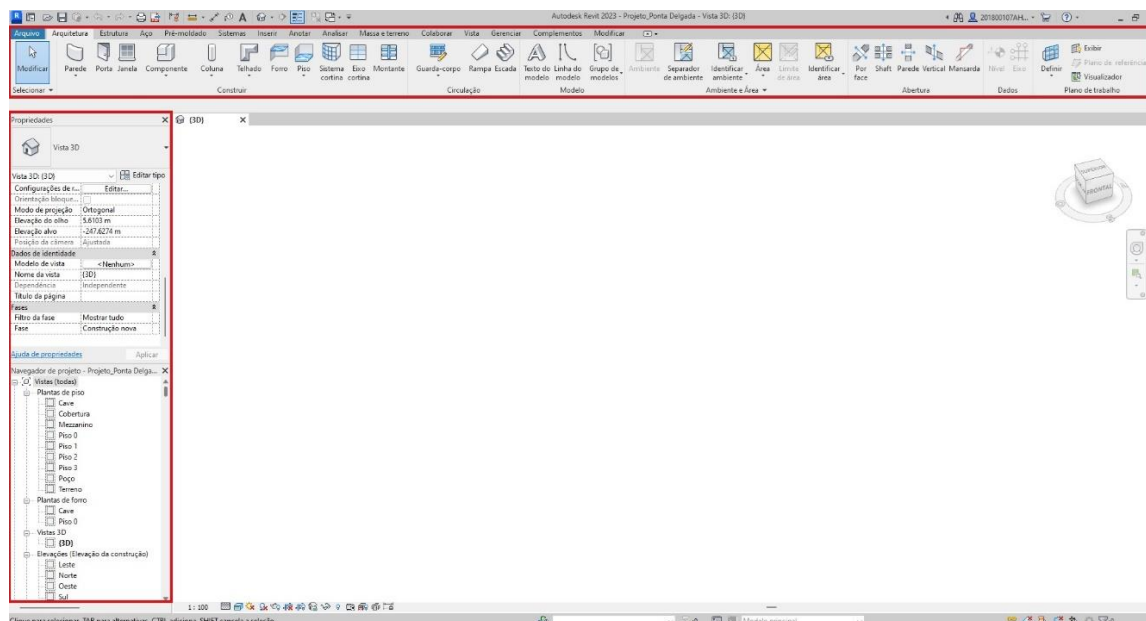


Figura 15 - Painel de comando do Revit 2023

Após a modelação do edifício é necessário efetuar a partilha BIM integrada, para iniciar a metodologia de trabalho colaborativo (Figura 16).

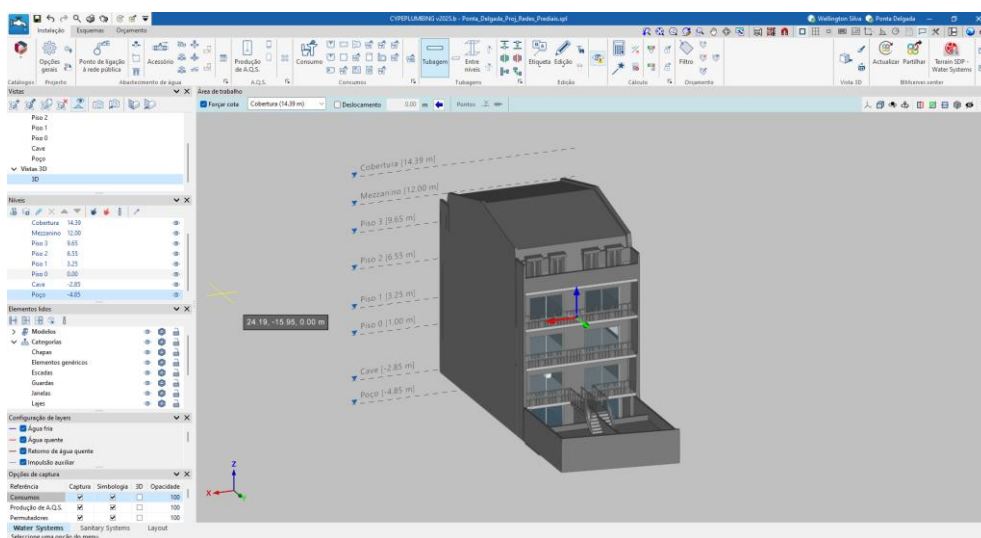


Figura 16 – Importação do modelo de arquitetura no Cype

Dado que o modelo de arquitetura foi criado pelo Revit, e não pelo próprio programa de modelação do Cype Architecture, que por sua vez possui uma compatibilidade direta com qualquer uma das especialidades do Cype Menu, será então necessária a instalação de um plugin específico contido na aba *Interoperabilidade* > *Plugin Open BIM – Revit*, para a importação do IFC e posteriormente ser carregado no Cype Plumbing (Figuras 17 e 18).

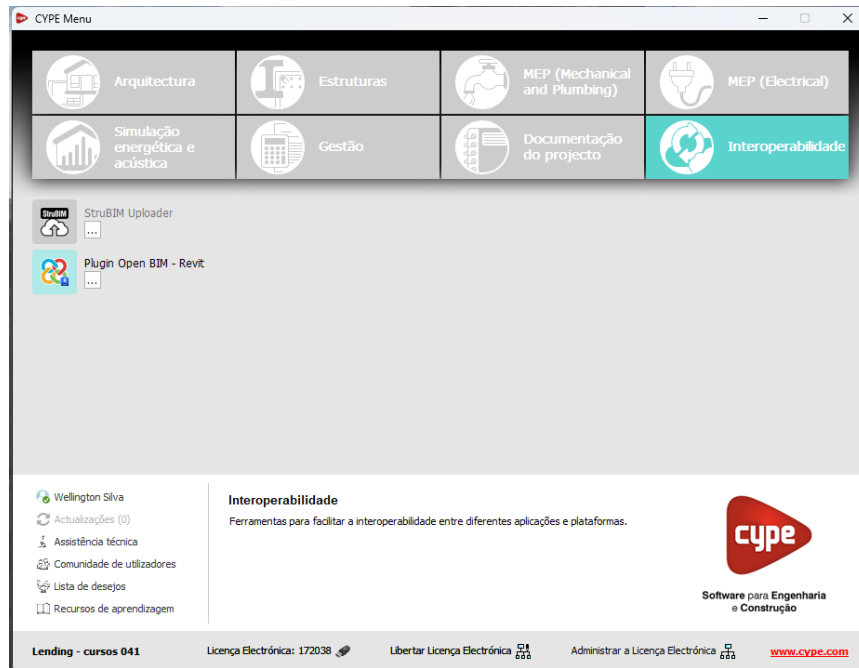


Figura 17 - Secção da interoperabilidade do Cype Menu

Revit instalado	Versão	Directoria de instalação do complemento	Versão instalada	Versão disponível	Instalar
✗	Revit 2016	C:\Users\welli\AppData\Roaming\Autodesk\Revit\Addins\2016	Não instalado	5.0.0.7	Instalar
✗	Revit 2017	C:\Users\welli\AppData\Roaming\Autodesk\Revit\Addins\2017	Não instalado	5.0.0.7	Instalar
✗	Revit 2018	C:\Users\welli\AppData\Roaming\Autodesk\Revit\Addins\2018	Não instalado	5.0.0.7	Instalar
✗	Revit 2019	C:\Users\welli\AppData\Roaming\Autodesk\Revit\Addins\2019	Não instalado	5.0.0.7	Instalar
✗	Revit 2020	C:\Users\welli\AppData\Roaming\Autodesk\Revit\Addins\2020	Não instalado	5.0.0.7	Instalar
✗	Revit 2021	C:\Users\welli\AppData\Roaming\Autodesk\Revit\Addins\2021	Não instalado	5.0.0.7	Instalar
✗	Revit 2022	C:\Users\welli\AppData\Roaming\Autodesk\Revit\Addins\2022	Não instalado	5.0.0.7	Instalar
✓	Revit 2023	C:\Users\welli\AppData\Roaming\Autodesk\Revit\Addins\2023	5.0.0.7	5.0.0.7	
✗	Revit 2024	C:\Users\welli\AppData\Roaming\Autodesk\Revit\Addins\2024	Não instalado	5.0.0.7	Instalar
✗	Revit 2025	C:\Users\welli\AppData\Roaming\Autodesk\Revit\Addins\2025	Não instalado	5.0.0.7	Instalar

Figura 18 - Instalação de Plugin Open BIM

Em seguida, é necessário a criação de um registo na plataforma do BIMserver.center, através de um perfil de utilizador (Figuras 19 e 20).



Figura 19 - Janela principal para início de sessão ou registo no BIMserver.center

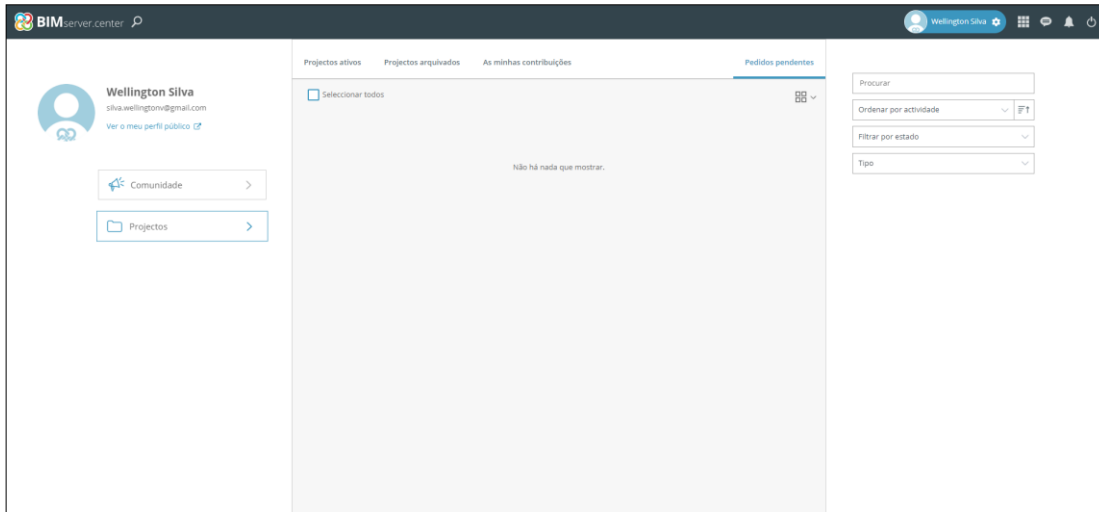


Figura 20 – Login na conta do BIMserver.center

Após o registo efetua-se o carregamento do modelo seguindo os seguintes passos:

- 1) Criação de um projeto “vazio” (Figura 21);

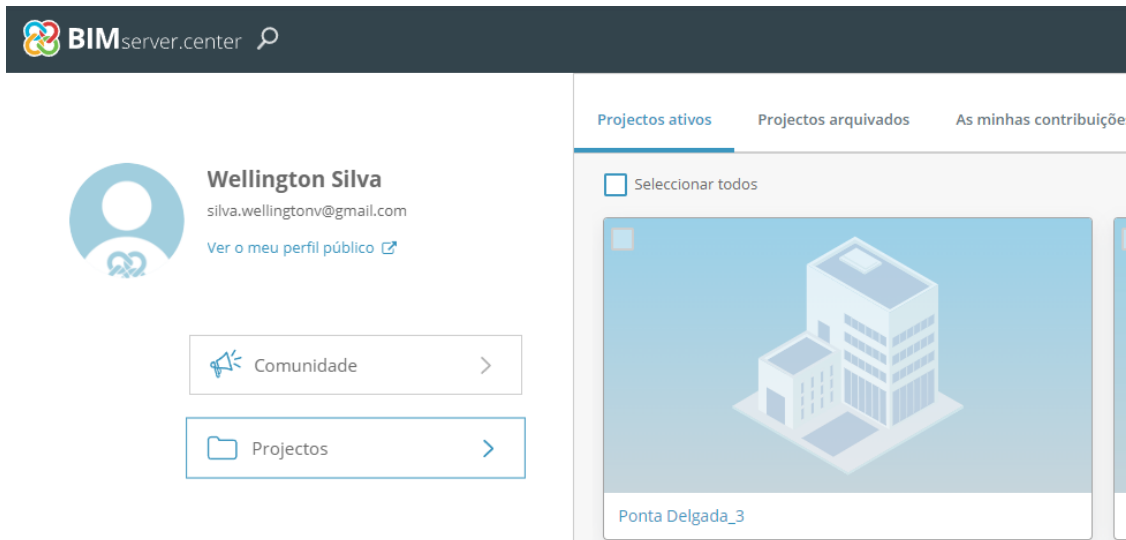


Figura 21 - Criação de um projeto vazio no BIMserver.center

## 2) Carregamento do IFC, extraído do Revit, no “IFC Uploader” (Figura 22);

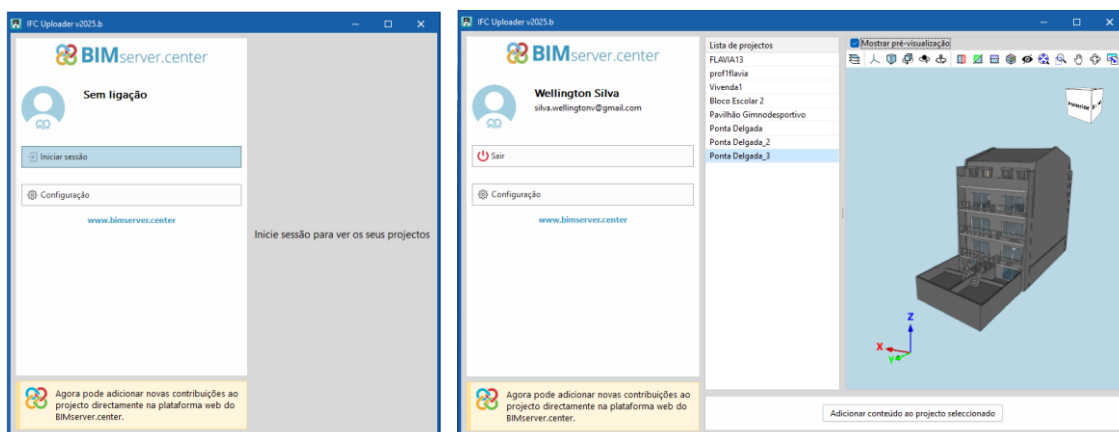


Figura 22 - Importação do IFC da arquitetura no "IFC Uploader "

Através do “IFC Uploader” o modelo 3D é associado ao projeto “vazio” criado no BIMserver.center (Figura 23);

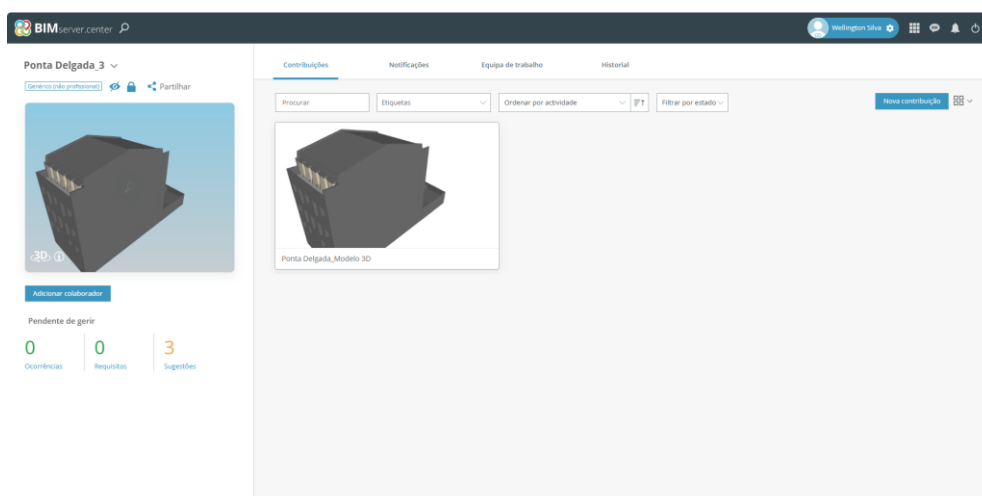


Figura 23 - Modelo 3D carregado no BIM Server Center

É possível que durante o processo de desenvolvimento das especialidades haja ainda a necessidade de efetuar alterações no modelo arquitetónico. A partir do Revit, pode-se efetuar essas alterações e posteriormente voltar a carregar a nova base com as respetivas atualizações na plataforma do BIMserver.center (Figura 24).

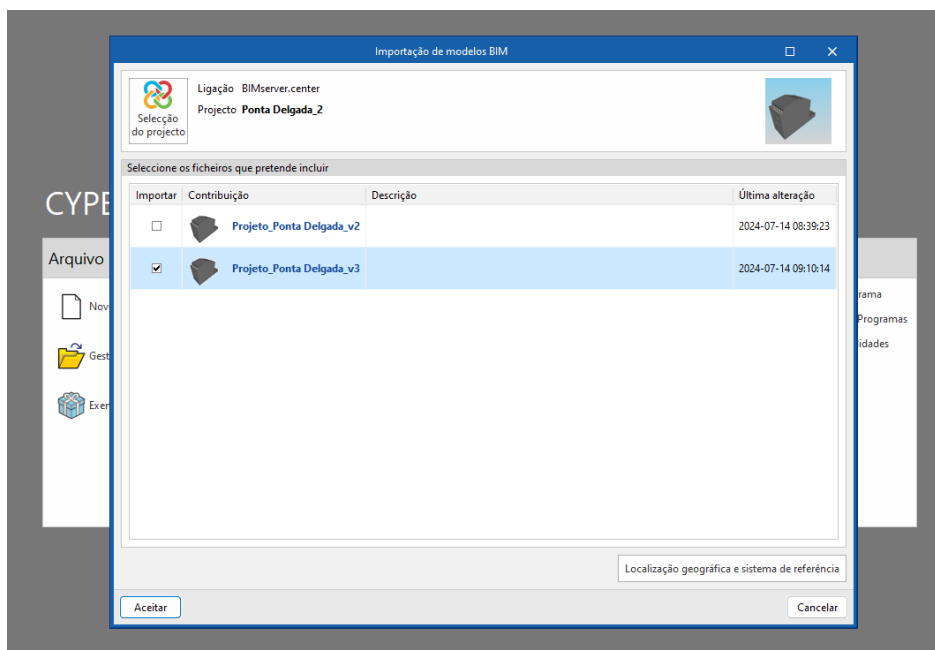
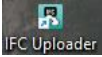


Figura 24 - Importação de um novo IFC com a arquitetura atualizada

Em suma, tem-se o procedimento de vínculo arquitetónico mapeado da seguinte forma:

- 1) Criação do modelo de arquitetura num programa compatível com o servidor Cype (Cype Architecture, Revit, Archicad, entre outros);
- 2) Exportação do ficheiro IFC dos programas de modelação arquitetónica;
- 3) Registo na plataforma BIMserver.center;
- 4) Criação de um “novo projeto” (vazio) no BIMserver.center para associação de IFC;
- 5) Carregamento do IFC no “IFC Uploader”  e vínculo ao “novo projeto” criado no BIMserver.center;
- 6) A partir do Cype Plumbing, iniciar sessão e seleccionar a base de trabalho existente no BIMserver.center para iniciar o traçado das redes prediais.

Em alternativa ao carregamento explanado do modelo na plataforma BIMserver.center, o Revit traz consigo uma série de funcionalidades que permitem a atualização e carregamento da arquitetura diretamente na plataforma online, tornando o processo mais simples e direto. Essas ferramentas podem ser encontradas em *Complementos > Colaboração Open BIM > Vincular para o projeto Open BIM* (Figura 25).

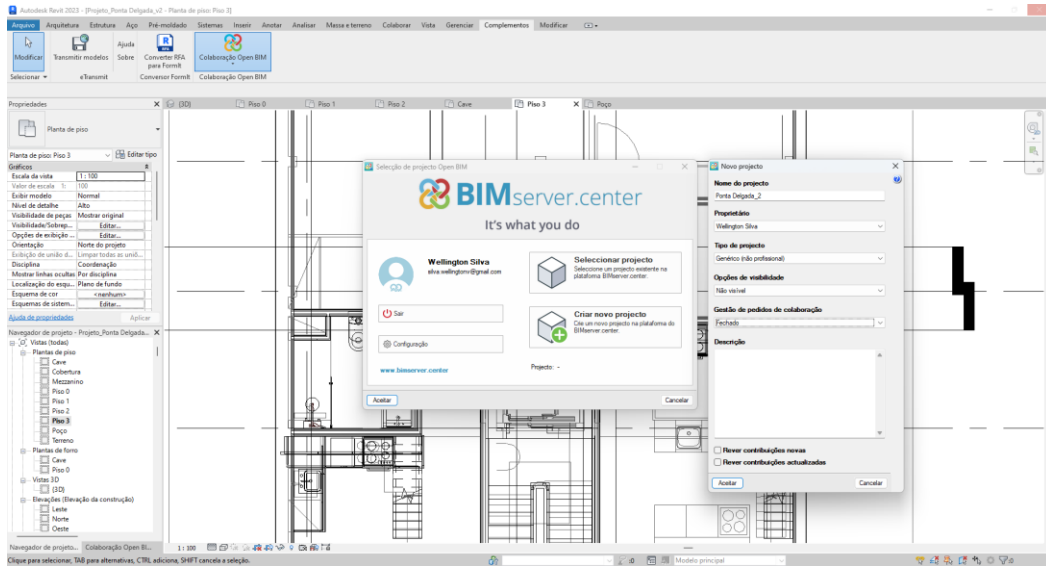


Figura 25 - Carregamento do modelo 3D através do Revit

Dentro das opções de partilha o programa possui outras ferramentas de conexão de dados, conforme as Figuras 26 a 30, que poderão ser utilizadas ao longo do desenvolvimento do trabalho, conforme a pretensão do utilizador.

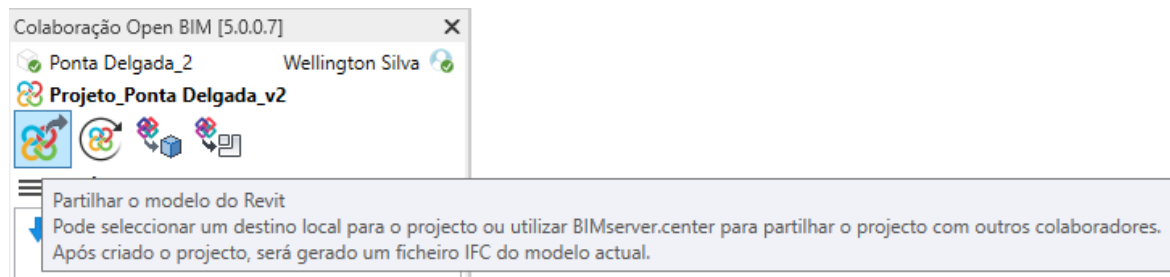


Figura 26 - Opção de partilha do modelo do Revit

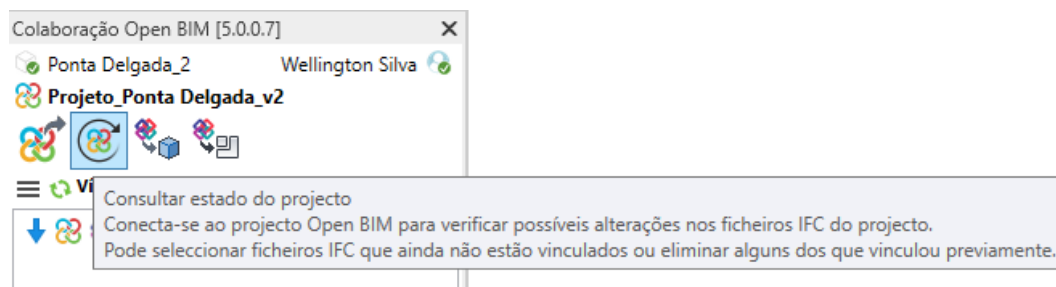


Figura 27 - Opção de consulta ao estado do projeto

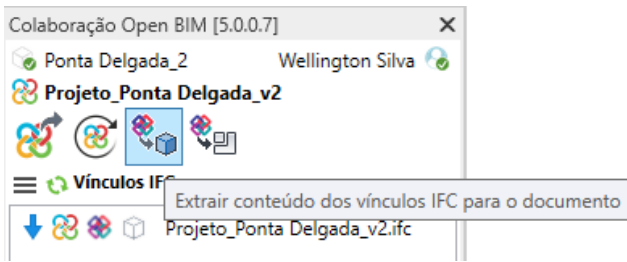


Figura 28 - Opção de extração de conteúdo dos vínculos IFC e para o documento

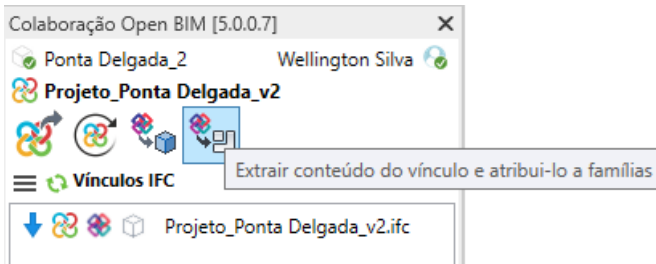


Figura 29 - Opção de extração de conteúdo do vínculo e atribuição a famílias

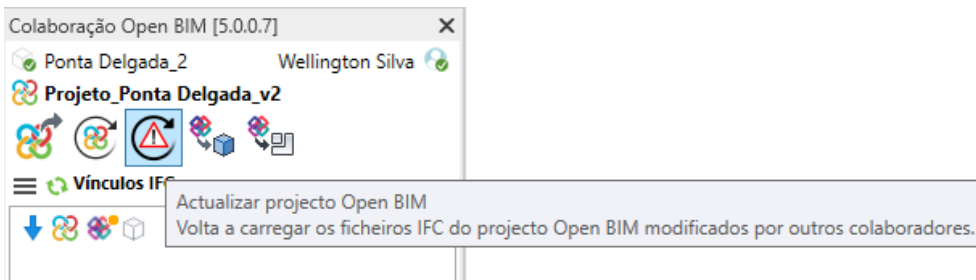


Figura 30 - Opção de atualização projeto Open BIM

## 5.3 PROJETOS DAS REDES PREDIAIS

### 5.3.1 PROJETO DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O dimensionamento das instalações de água baseou-se nas disposições regulamentares aplicáveis, nomeadamente, o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais (Decreto Regulamentar n.º 23/95<sup>23</sup>) e Manual de Redes Prediais (EPAL).

Para o dimensionamento da rede foram definidas as seguintes condições:

- O Edifício será abastecido pela rede pública através de um ramal em PEAD PN10 (Polietileno de Alta Densidade) e a rede interna será em PMC PN10 (multicamada);
- Os contadores estarão localizados em armário técnico nas zonas comuns (piso da cave), instalados em bateria do tipo “*Standard*” (sistema gravítico);
- São contabilizadas 10 frações a serem abastecidas + serviços comuns (11 contadores no total);
- A produção de água quente sanitárias (AQS) para os dispositivos de utilização<sup>24</sup> será realizada por intermédio de termoacumuladores elétricos;
- A pressão considerada para o abastecimento da rede, para efeitos de cálculo, foi de 30 m.c.a.<sup>25</sup>.

No dimensionamento da rede foram considerados os caudais mínimos para os dispositivos de utilização, conforme o apresentado na Tabela 1.

---

<sup>23</sup> Diário da República n.º 194/1995, Série I-B de 1995-08-23.

<sup>24</sup> Entende-se por dispositivos de utilização os seguintes itens: autoclismos de passagem; misturadoras para lava-loiças, bidés, banheiras, chuveiros, lavatórios e torneiras de passagem de válvula de cunha para contadores e respetivos suportes.

<sup>25</sup> A pressão recomendada, por razões de conforto e durabilidade dos materiais, segundo o Manual de Redes Prediais da EPAL é entre 0.15 e 0.30 MPa.

Tabela 1 - Caudais mínimos nos dispositivos de utilização - água fria ou quente<sup>26</sup>

Dispositivos de utilização para:	Caudais mínimos (l/s)
Lavatório individual .....	0,10
Lavatório colectivo (por bica) .....	0,05
Bidê .....	0,10
Banheira .....	0,25
Chuveiro individual .....	0,15
Pia de despejo com torneira de $\phi$ 15 mm .....	0,15
Autoclismo de bacia de retrete .....	0,10
Mictório com torneira individual .....	0,15
Pia lava-louça .....	0,20
Bebedouro .....	0,10
Máquina de lavar louça .....	0,15
Máquina ou tanque de lavar roupa .....	0,20
Bacia de retrete com fluxómetro .....	1,50
Mictório com fluxómetro .....	0,50
Boca de rega ou de lavagem de $\phi$ 15 mm .....	0,30
Idem de $\phi$ 20 mm .....	0,45
Maquinas industriais e outros aparelhos não especificados.	Em conformidade com as indicações dos fabricantes.

O projeto foi desenvolvido através da função MEP (*Mechanical and Plumbing*) do Cype Menu (Figura 31).

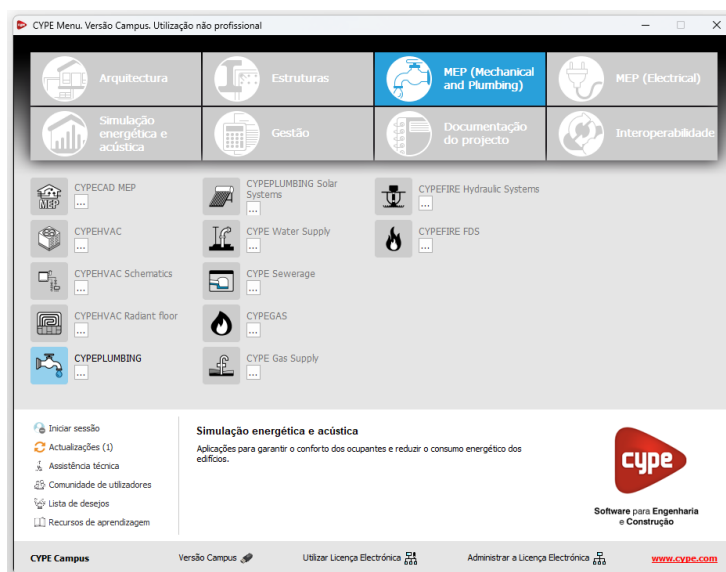


Figura 31 - Janela inicial do Cype Menu

<sup>26</sup> Anexo IV do RGSPDADAR.

Ao iniciar o Cype Plumbing, deve-se vincular um projeto existente no BIMserver.center para desenvolver o traçado das redes prediais, com a base da arquitetura.

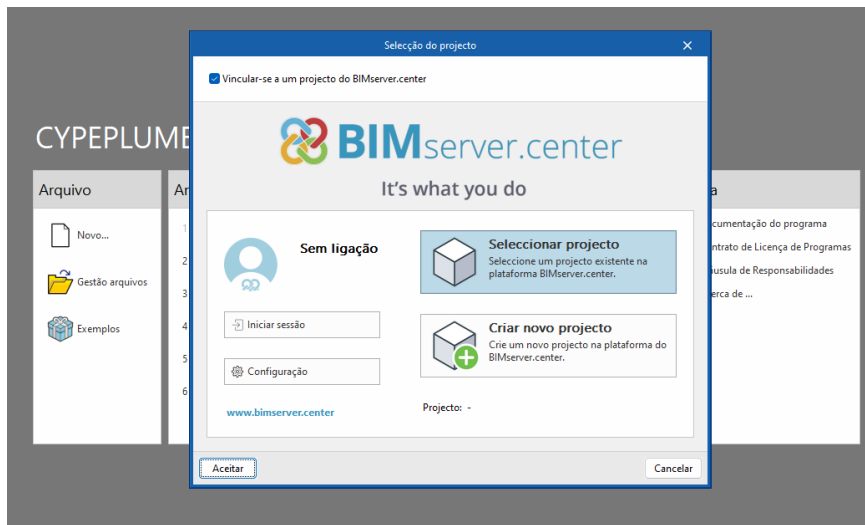


Figura 32 - Vínculo do Modelo 3D ao Cype Plumbing

Dentro do programa Cype MEP é necessário efetuar as primeiras configurações com a personalização de preferências e adaptação de critérios de cálculo existentes por defeito.

O modelo 3D da arquitetura ao ser carregado apresenta múltiplas mensagens de advertência referentes a existência de aparelhos desconectados, conforme o apresentado na Figura 33. Isso ocorre porque o modelo 3D traz consigo “famílias” de equipamentos sanitários e eletrodomésticos de cozinha, que permitem a ligação ao traçado da rede de abastecimento de água a ser desenvolvida em Cype Plumbing. Se o modelo não possuir famílias “inteligentes”, reconhecidas pelo programa, é necessário então introduzir os diversos equipamentos a partir do próprio Cype.

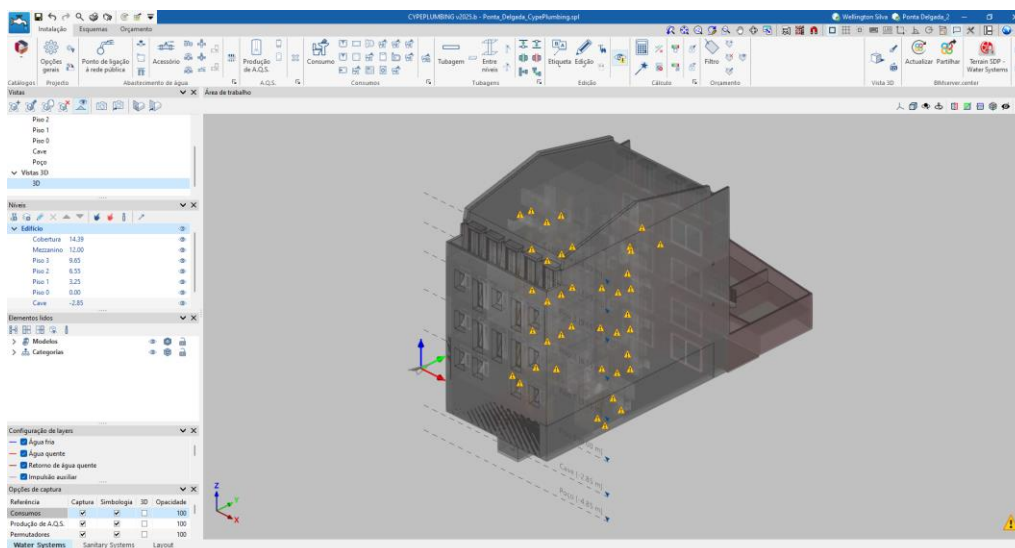


Figura 33 - Introdução do traçado da rede de abastecimento de água

Inicialmente foi necessária a inserção de uma nova gama de diâmetros correspondentes às tubagens multicamada (PMC PN10) através de um catálogo específico, dado que esse material não consta na base de dados do programa (Figura 34). Trata-se da introdução dos valores relativos aos diâmetros internos e externos e espessura das tubagens.

Definido esses critérios o programa trata de realizar o cálculo automático dimensionando os diâmetros finais com os valores adequados de velocidade, pressão, caudal, entre outros parâmetros.

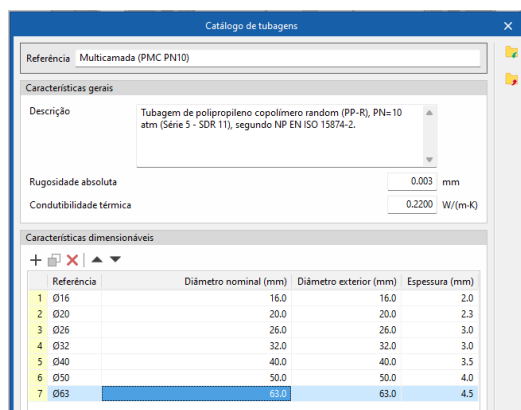


Figura 34 - Inserção de tubagens PMC PN10

Como se trata de um modelo tridimensional é necessário que o traçado da rede se encaixe perfeitamente na arquitetura de forma que haja uma maior organização quando receber as instalações técnicas de outras especialidades. Para isso é necessário ter em atenção a altura dos pés-direitos de cada piso (Figura 35) e a altura do teto falso, de forma que as condutas estejam confinadas nesse espaço.



Figura 35 - Verificação da altura dos pés-direitos

Outro aspeto importante a ter em consideração é a atribuição de diferentes alturas para as tubagens de água quente e água fria, respeitando a distância mínima de pelo menos 0.05m, conforme o estipulado no ponto 4 do Art.º 95º do D.R. 23/95.

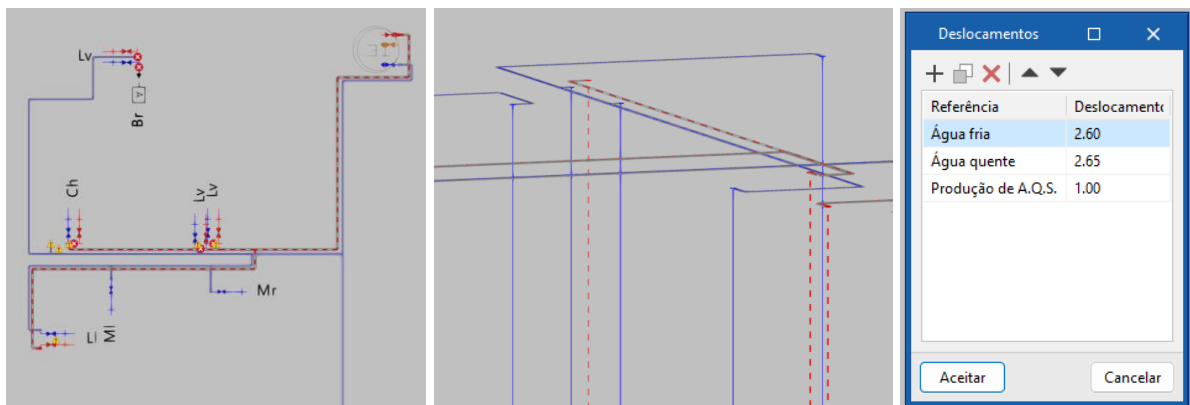


Figura 36 - Inserção das tubagens de água quente e água fria com diferentes alturas

### 5.3.2 DETEÇÃO DE ERROS 1

Alguns IFCs não acompanham integralmente a interoperabilidade do sistema, pois apresentam algumas incompatibilidades na leitura do IFC importado, como é o caso dos equipamentos sanitários pertencentes ao modelo arquitetónico.

Os erros que ocorrem nos sistemas do *Water Systems* e do *Sanitary Systems*, normalmente assumem como um equipamento diferente ao atribuído pela arquitetura. Do mesmo modo a orientação dos dispositivos pode estar inadequada, conforme o apresentado na Figura 37. No entanto, esses elementos podem ser editados ou reinseridos através dos comandos da lista de consumos do Cype.

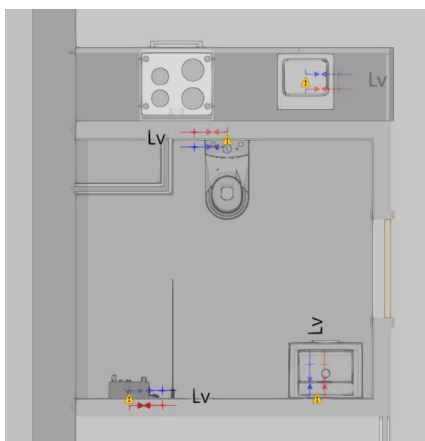


Figura 37 - Leitura da IFC importado do Revit (I.S.)

Existem também problemas no comando de “simetria” de elementos, uma vez que as tubagens espelhadas de água fria e água quente não correspondem às corretas ligações aos dispositivos de consumo, ou seja, existem tubagens de água fria com ligação às saídas de água quente e vice-versa, sendo necessário a edição ou reinserção dessas ligações (Figura 38).

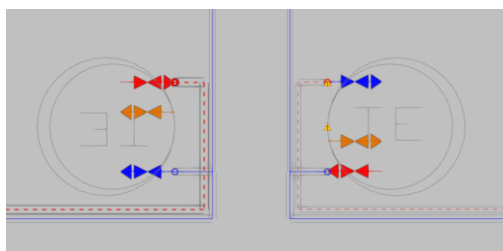


Figura 38 – Identificação de problemas de simetria

Outro erro pode ocorrer no ato de efetuar a cópia do traçado para os pisos superiores, onde algumas ligações apresentaram deficiências, com tubagens que não acompanham a cota atribuída, dando origem ao aparecimento de elementos diagonais conforme apresentado na Figura 39.

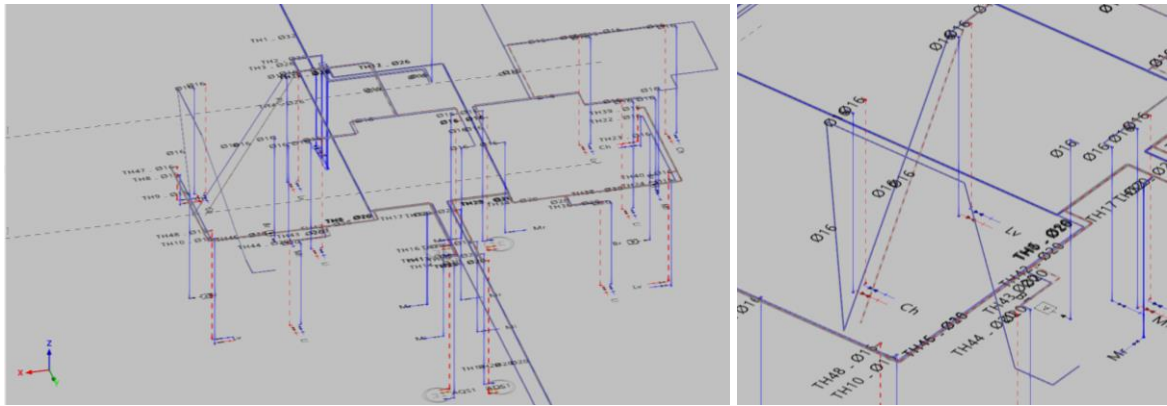


Figura 39 - Erros de cópia de elementos para diferentes pisos

As mensagens de advertência que surgem não são propriamente erros de cálculo do programa, mas sim indicações diversas de elementos ocultos no espaço ou de sugestões de edição da rede (Figura 40).

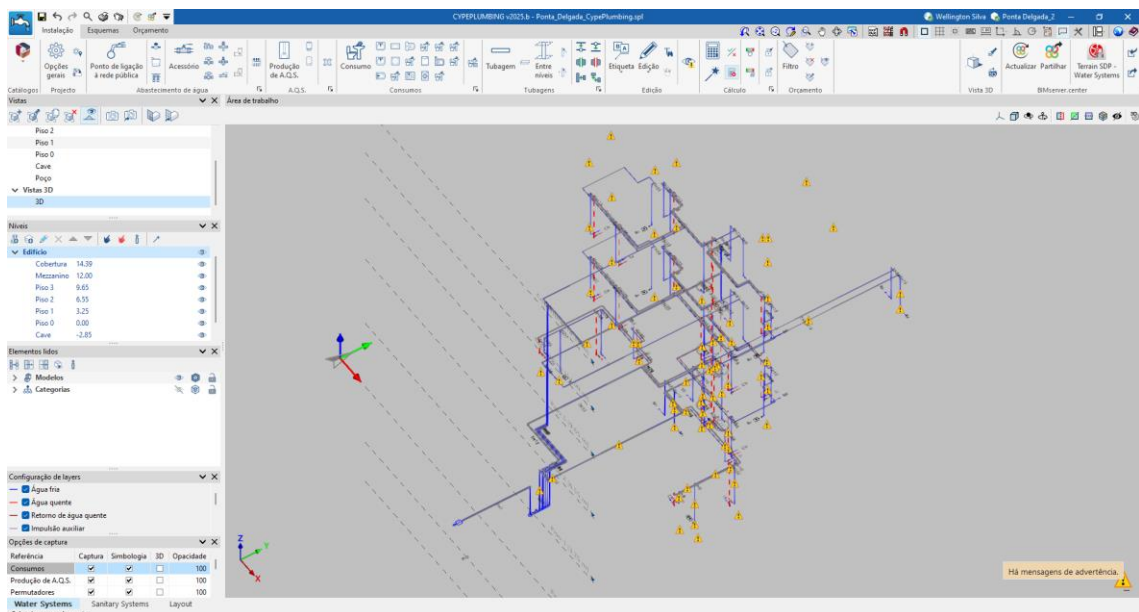


Figura 40 - Mensagens de advertência do programa

Enquanto existirem mensagens de erros na rede, que foram sinalizados pelo programa, o cálculo automático fica condicionado à correção desses erros (Figura 41).

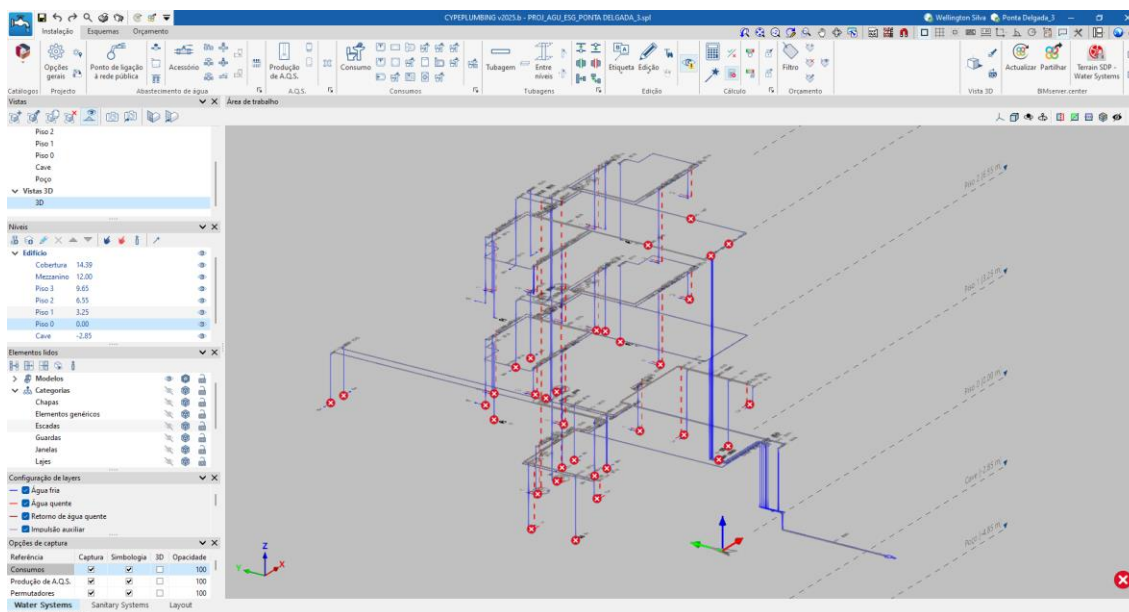


Figura 41 - Mensagens de erro antes do cálculo automático

Se essas mensagens de erro forem relativas apenas aos diâmetros das tubagens, a função de cálculo automático realiza o dimensionamento de toda a rede atribuindo-lhes os diâmetros adequados (Figuras 42).

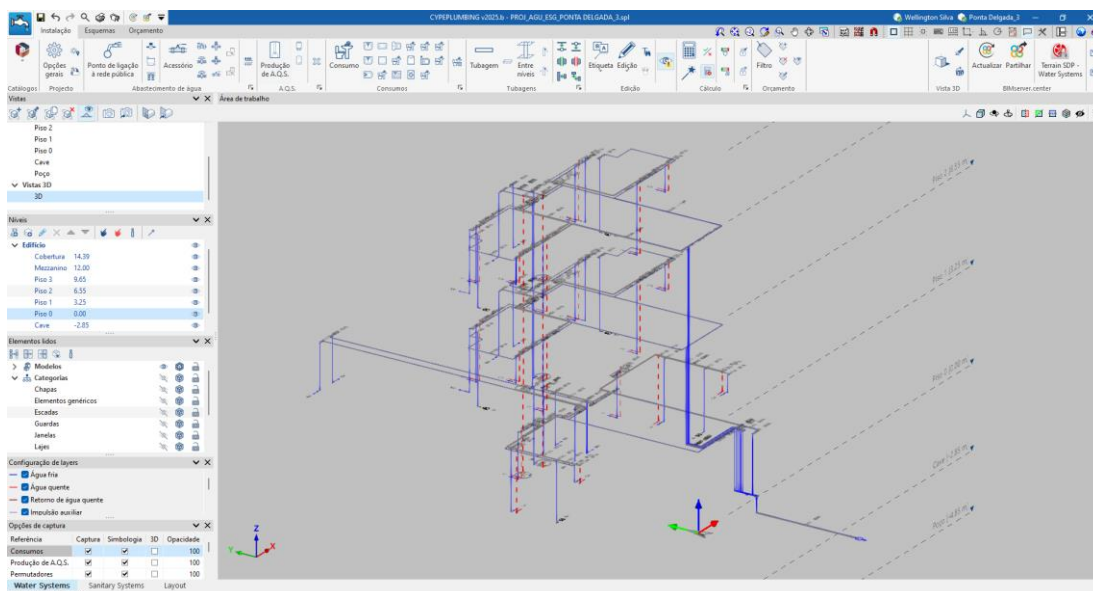


Figura 42 – Erros resolvidos após o cálculo automático

Após a conclusão do traçado da rede de abastecimento de água é possível partilhar o traçado na plataforma online BIMserver.center para que a equipa de projeto possa desenvolver as restantes especialidades (Figura 43). Como foi referido anteriormente, não será possível a

edição ou alteração, por parte dos outros intervenientes, na base da especialidade partilhada, para que os dados fiquem salvaguardados de alterações. Esta base servirá apenas para auxiliar no desenvolvimento dos restantes projetos de forma a evitar cruzamento de instalações técnicas. Assim que é detetado um erro ou uma zona de conflito, deverão ser comunicados aos autores do projeto em questão para efetuarem as respetivas retificações.

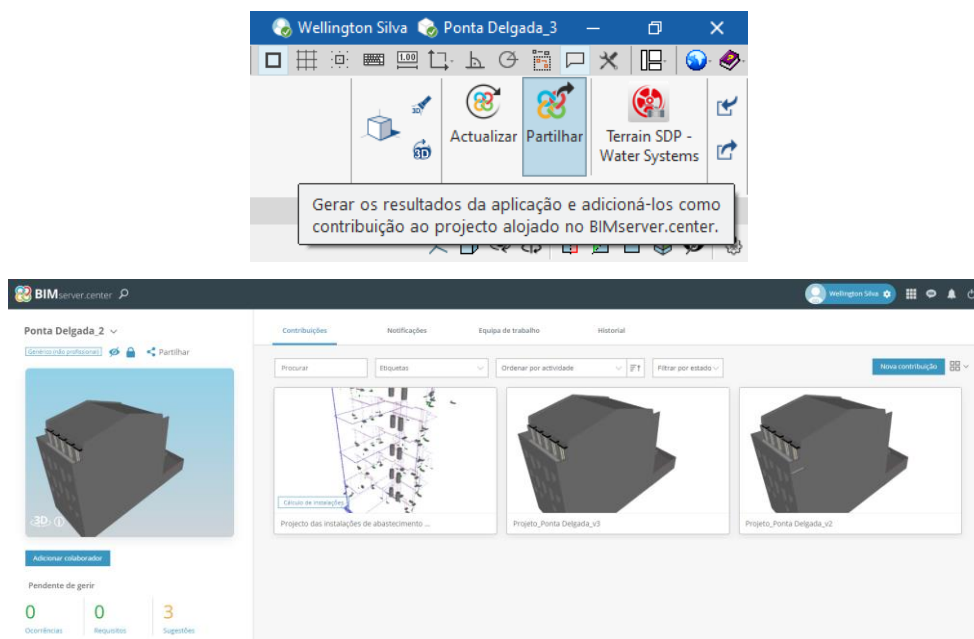


Figura 43 - Partilha do projeto das instalações de abastecimento de água

Através dos resultados do Cype foram então extraídos os valores dos caudais acumulados e de dimensionamento, por tipologia, e preenchido o quadro sinótico da rede predial de água conforme o Manual EPAL (EPAL – Grupo Águas de Portugal, 2023) (Tabela 2).

Deve-se sobretudo, garantir que a altura dos pisos (desnível geométrico) + perda de carga acumulada + 10 [m.c.a] < 30 [m.c.a] como condição de abastecimento.

Tabela 2 - Quadro sinóptico da rede predial de água

PISOS	a) Cota pavimento (m)	b) Tipo de abastecimento	Tipologias			
			Serviços Comuns	T0	T1	T2
3.º Andar	13,5	Gravítico			3.º ESQ	3.º DTO
2.º Andar	10,8	Gravítico			2.º ESQ	2.º DTO
1.º Andar	8,1	Gravítico			1.º ESQ	1.º DTO
Rés-do-Chão	5,4	Gravítico		R/C DTO		R/C ESQ
Cave	2,7	Gravítico	1	CVE DTO, CVE ESQ		
Número de Tipologias (un)			1	3	3	4
Caudal acumulado por tipologia (l/s)			0,45	0,9	0,9	0,9
Caudal de dimensionamento por tipologia (l/s)			0,45	0,52	0,52	0,52
Caudal acumulado Total - consumo (l/s)			0,45	2,7	2,7	3,6
Caudal de dimensionamento Total - Consumo (l/s)			1,9			
Caudal Acumulado Total do Edifício (l/s)			11,05			
Parciais por bateria			<b>Não se aplica</b> - Considerar os valores representados acima, pois dizem respeito a uma única bateria de contadores			
<b>TOTAL</b>			Número total de contadores do edifício: <b>11 (un)</b>			

Para efeitos de apresentação das peças desenhadas, o programa exporta o traçado em planta com algumas deficiências que ainda devem ser corrigidas. Do mesmo modo, a representação gráfica 2D, obtida pelo programa, é bem simplificada, com a ausência de alguns elementos da rede necessários para uma leitura global adequada (Figura 44). Assim, é necessário manipular os desenhos quando são exportados de modo a incluir todos os elementos em falta.

O processo de melhoria dos desenhos, para efeitos de apresentação formal, pode ainda depender de um esforço adicional em torná-los legíveis, uma vez que o programa necessita de melhorias na função de exportação, para efeitos de apresentação 2D (Conforme o Anexo III). Os desenhos podem ainda ser complementados com a introdução de simbologias exigidas pela regulamentação, constantes no Anexo I.

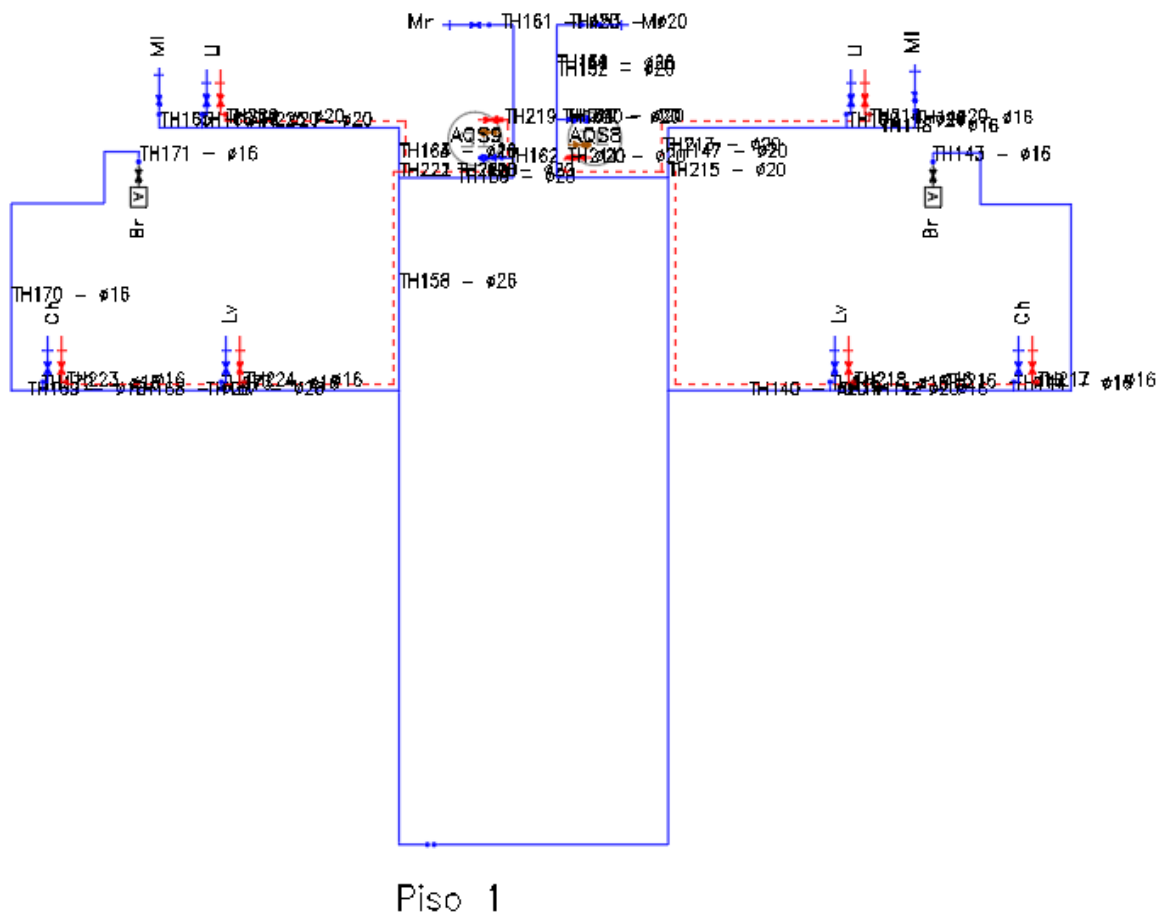


Figura 44 - Planta extraída do Cype

Embora o programa permita a exportação de bases 2D, não é prática o tratamento dessa informação nesse formato, de modelos criados em BIM, uma vez que não se tira partido das principais vantagens da metodologia que é o trabalho em 3D.

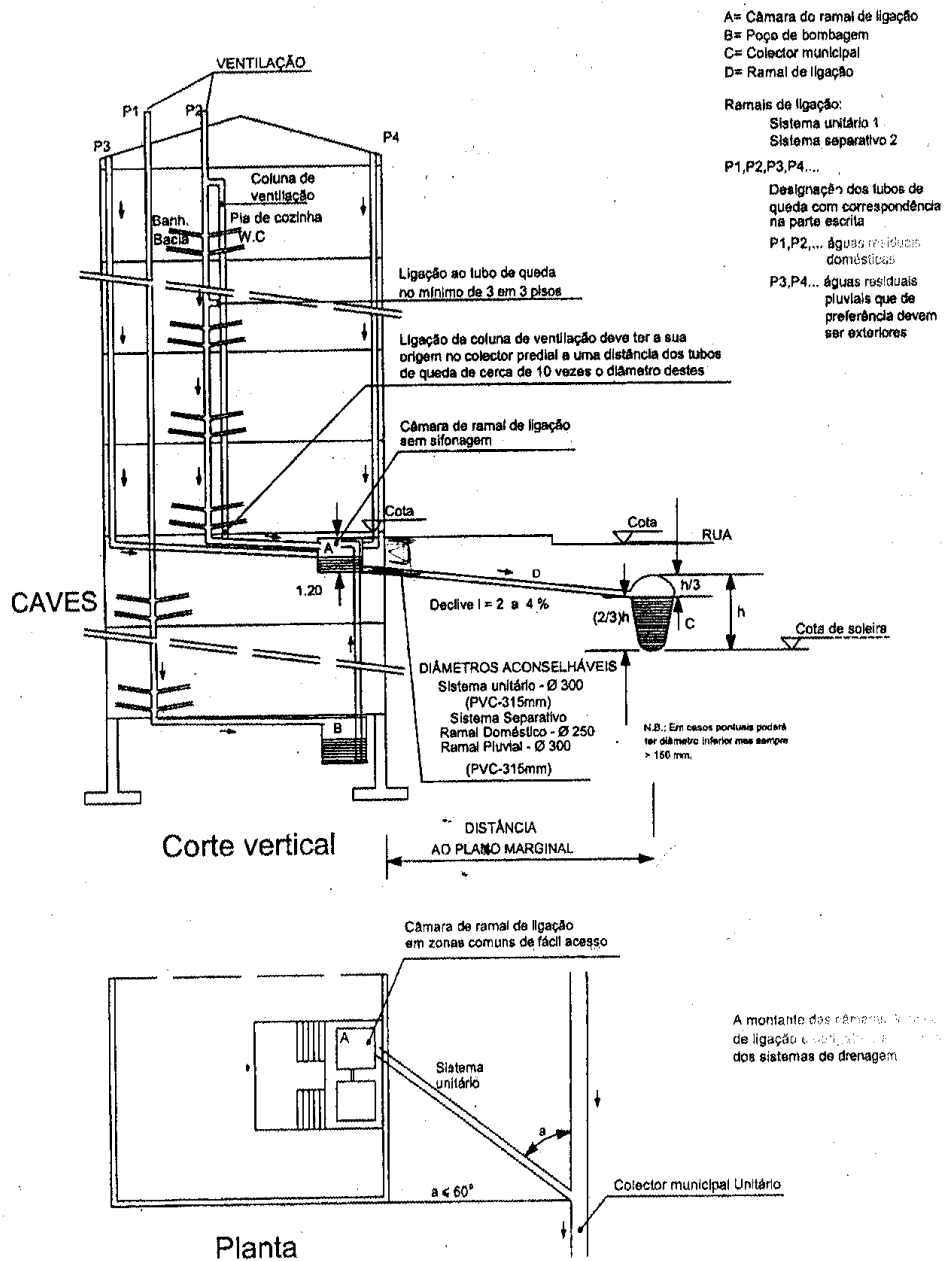
Dado o período de transição digital para a implementação do BIM nos novos projetos, é importante que os programas permitam que seja possível a apresentação dos desenhos com a representação gráfica adequada, para efeitos de avaliação por parte dos órgãos reguladores que ainda utilizam os métodos tradicionais de análise de projetos.



### 5.3.3 PROJETO DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

O projeto de drenagem de águas residuais segue os critérios do D.R. 23/95 e as regras estipuladas pelos serviços de saneamento da Câmara Municipal de Lisboa. Foram então estabelecidos os seguintes pressupostos:

- Os tubos de queda, colunas de ventilação e ramais de descarga dos aparelhos são em PVC rígido SN2 (PN4);
- Para coletores suspensos e enterrados PVC rígido SN6 (PN8) e para o ramal predial PVC rígido SN10 (PN10);
- Todos os aparelhos são sifonados quer seja por sifão de aparelho, ou sifão de pavimento, salvaguardando que não ocorra a dupla sifonagem, de acordo com o n.º 4) do Art.º 255.º do D.L. 23/95;
- As saídas das tubagens à cobertura têm de ter ainda uma extensão mínima de 0,50m acima do ponto mais alto da cobertura;
- O declive das tubagens deve estar compreendido entre 2 e 4%;
- O ângulo formado pelo ramal de ligação deverá formar um ângulo não superior a 60°, entre a caixa de ramal e o coletor no sentido do escoamento;
- A ligação do ramal até o coletor deverá ser feita a 2/3 da altura do coletor. Caso não seja possível dever-se-á utilizar um sistema de bombagem até a caixa de ramal que possibilita o cumprimento da altura de ligação;
- Os tubos de queda são dimensionados para taxas de ocupação 1/6 ou 1/7, se necessário, de modo a compensar a utilização de ventilação secundária. Caso se considere manter uma taxa de ocupação de 1/5, e que o caudal assim o exija, deverá ser utilizada a ventilação secundária com ligação ao coletor predial a uma distância de 10 vezes o diâmetro destes, com ligação ao tubo de queda no mínimo de 3 em 3 pisos, conforme a Figura 45.



Corte (ou cortes) a escala mínima 1/100.

A caixa "A" existe sempre conforme se mostra, com tampa ao nível do arruamento. Quando existirem caves, o esgoto destas (e só destas) descarrega em "B" para ser bombado para "A".

Figura 45 - Esquema da rede interna de drenagem de águas residuais e ligação ao coletor unitário (Esquema CML).<sup>27</sup>

<sup>27</sup> Fonte: Arquivo da Divisão de Saneamento do Departamento de Conservação e Manutenção de Infra-Estruturas e Via Pública – Direção Municipal de Projetos e Obras (Câmara Municipal de Lisboa).

Os caudais de descarga dos aparelhos e equipamentos sanitários considerados seguiram o disposto na Tabela 3.

Tabela 3 - Caudais de descarga dos aparelhos e equipamentos sanitários<sup>28</sup>

Aparelho	Caudal de descarga (l/min.)	Ramal de descarga (milímetros)	Sifão	
			Diâmetro mínimo (milímetros)	Fecho hidráulico (milímetros)
Bacia de retrete .....	90	90	(l)	
Banheira .....	60	40	30	
Bidê .....	30	40	30	
Chuveiro .....	30	40	30	
Lavatório .....	30	40	30	
Máquina lava-louça .....	60	50	40	50
Máquina lava-roupa .....	60	50	40	
Mictório de espaldar .....	90	75	60	
Mictório suspenso .....	60	50	(a)	
Pia lava-louça .....	30	50	40	
Tanque .....	60	50	30	
Máquinas industriais e outros aparelhos não especificados.	Em conformidade com as indicações do fabricante.			

(a) Sifão incorporado no próprio aparelho.

### 5.3.4 DETEÇÃO DE ERROS 2

Os sanitários importados do modelo arquitetónico para o Cype Plumbing, assim como no abastecimento de água, também possuem ligações automáticas para receber a rede de esgotos, mas quando são inseridos novos pontos de ligação, através da aba “*Water Systems*”, essa introdução vai alterar o “*Sanitary Systems*” com o aparecimento de novos elementos (em duplicado) conforme a Figura 46.

<sup>28</sup> Anexo XIV do RGSPDADAR.

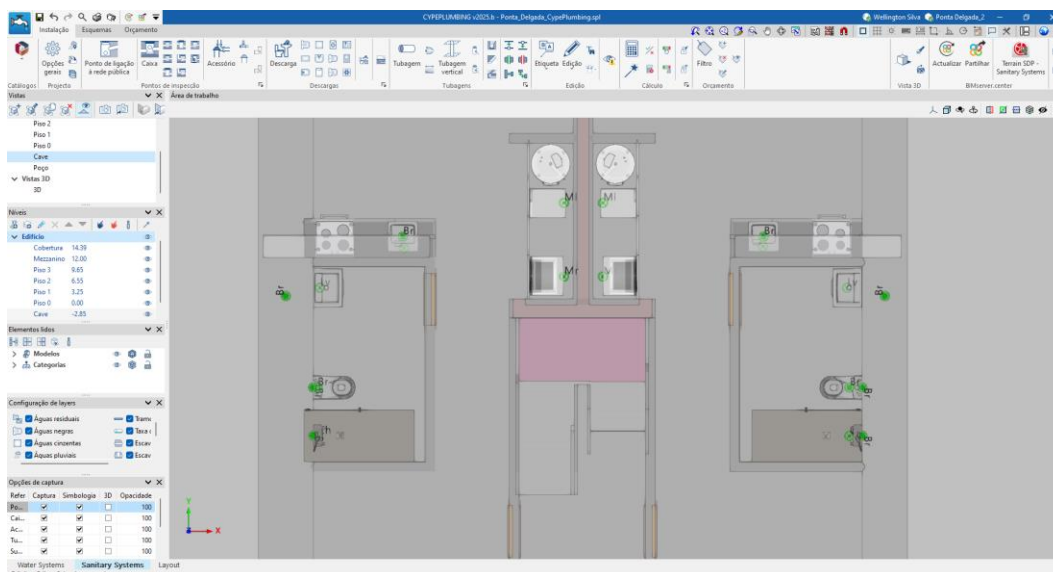


Figura 46 – Aparecimento de novos pontos de débito no Sanitary System criados no Water System

Dado o vínculo existente no “*Water Systems*” e “*Sanitary Systems*” a cópia do traçado da rede de drenagem para os pisos superiores fica inviabilizada, pois implica a reinserção de dispositivos o que afetará de igual forma o projeto do “*Water Systems*” já executado anteriormente (Figura 47). Deste modo, o desenho do traçado da rede de drenagem de águas residuais acaba por se tornar menos automático, implicando que o projetista repita o mesmo procedimento de desenho da rede, em cada piso, mantendo a localização dos dispositivos existentes.

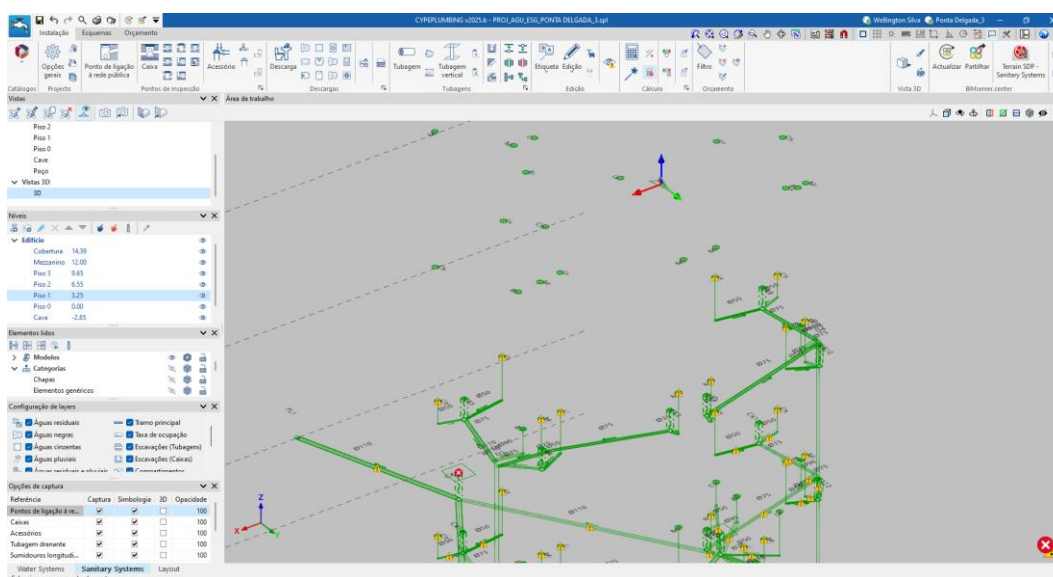


Figura 47 - Visualização do layout do Sanitary System

Embora não afete o cálculo hidráulico, é necessário efetuar alterações à rede, ajustando a altura da caixa de visita ou a inclinação da tubagem. Assim, evita-se interseções entre esses elementos e do mesmo modo obtém-se a altura final da caixa de visita (Figuras 48 e 49).

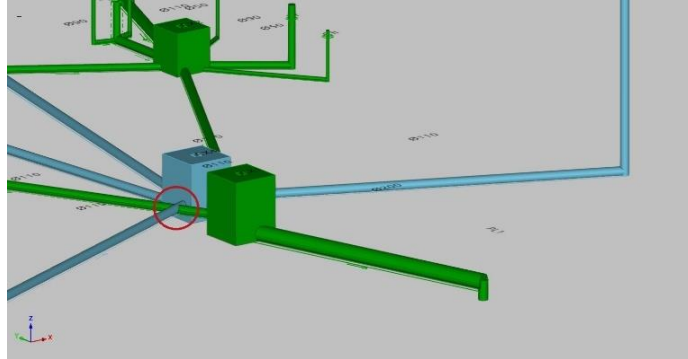


Figura 48 - Identificação do cruzamento de tubagens

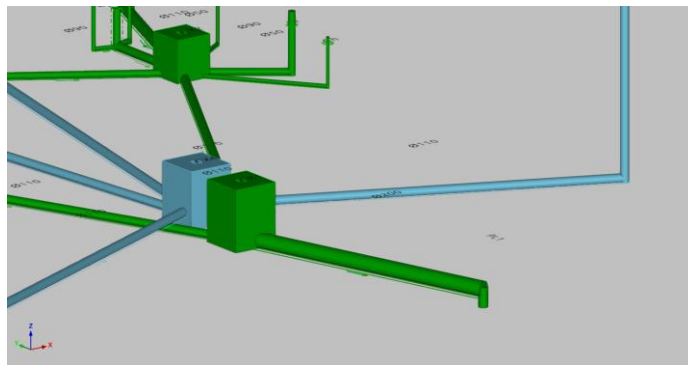
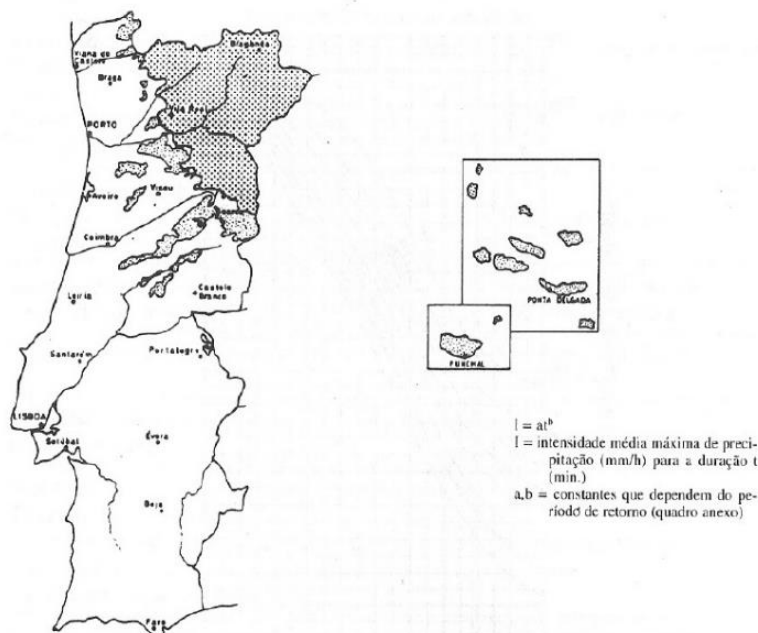


Figura 49 - Ajuste das tubagens para correção gráfica

### 5.3.5 PROJETO DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

O D.R. 23/95 estabelece, no Anexo IX, a classificação de três regiões pluviométricas distintas: A, B e C. A intensidade da precipitação é determinada com base na região específica, no período de retorno e na duração da precipitação, conforme a Figura 50.



Regiões	A		B		C	
	a	b	a	b	a	b
T (Anos)						
2	202,72	-0,577	162,18	-0,577	243,26	-0,577
5	259,26	-0,562	207,41	-0,562	311,11	-0,562
10	290,68	-0,549	232,21	-0,549	348,82	-0,549
20	317,74	-0,538	254,19	-0,538	382,29	-0,538
50	349,54	-0,524	279,63	-0,524	419,45	-0,524
100	365,62	-0,508	292,50	-0,504	434,75	-0,504

- REGIÃO PLUVIOMÉTRICA A — Inclui as áreas não referidas em B e C — Curvas IDF Lisboa.
- ▨ REGIÃO PLUVIOMÉTRICA B — Inclui os concelhos de Alfindega da Fz, Alijó, Almeida, Botiças, Bragança, Carrizada de Ansilés, Chaves, Figueira de Castelo Rodrigo, Freixo de Espada à Cinta, Macedo de Cavaleiros, Meia, Miranda do Douro, Mirandela, Mogadouro, Montalegre, Murça, Penedono, Pinhel, Ribeira de Pena, Sabrosa, Santa Maria de Penaguião, São João da Pesqueira, Semançelhe, Tabuaço, Torre de Moncorvo, Trancoso, Valpaços, Vila Flor, Vila Pouca de Aguiar, Vila Nova de Foz Côa, Vila Real, Vimioso e Vinhais. — (Curvas IDF Lisboa (-20%).
- REGIÃO PLUVIOMÉTRICA C — Inclui os concelhos das Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira e do Continente, os concelhos de Guarda, Manteigas, Monforte da Beira, Sabugal e Tarouca, e as áreas situadas a altitude superior a 700 metros dos concelhos de Aguiar da Beira, Amarante, Arcos de Valdevez, Arganil, Aronca, Castanheira de Pera, Castro Daire, Celorico da Beira, Cinfães, Covilhã, Fundão, Góis, Gouveia, Lamego, Marvão, Melgaço, Oleiros, Pampilhosa da Serra, Ponte da Barca, Resende, Seia, S. Pedro do Sul, Terras do Bouro, Tondela, Vale de Cambra, Vila Nova de Paiva e Vouzela. — (Curvas IDF Lisboa (+20%).

Figura 50 - Regiões pluviométricas (Anexo IX do D.R. 23/95)<sup>29</sup>

O Cype, já possui em suas funcionalidades as localidades que estão associadas a um período de retorno e duração de precipitação. Além disso, essas funcionalidades podem ser editadas em função das pretensões de projeto (Figura 51)<sup>30</sup>.

<sup>29</sup> Fonte: <https://www.ipb.pt/~mnvalente/2005-1sem/HA2/BAK/HA2-Ficha7-CaudaisCheia.pdf>.

<sup>30</sup> Foi estabelecido um período de 10 anos para otimizar os cálculos de intensidade pluviométrica.

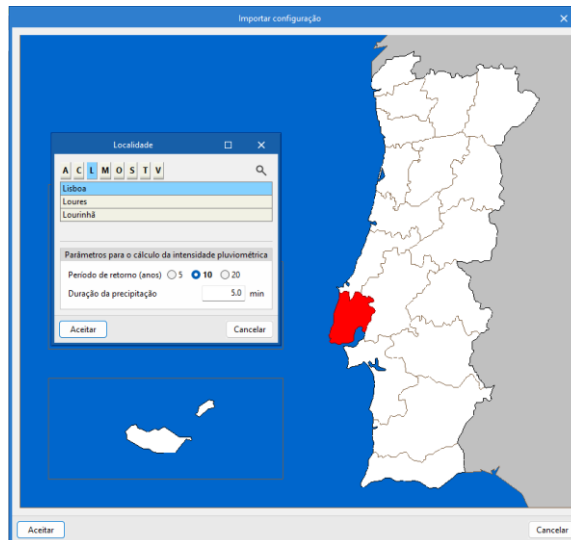


Figura 51 - Configurações dos parâmetros de intensidade pluviométrica

Inicialmente definiu-se as áreas de escoamento da cobertura e em seguida desenharam-se as caleiras, tubagens e caixas de visitas, conforme as Figuras 52 e 53, respetivamente.

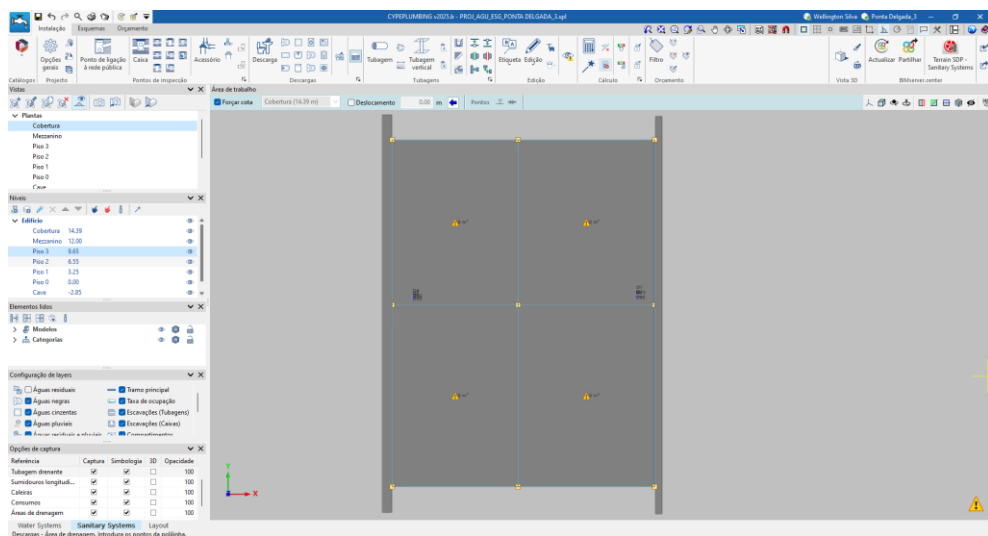


Figura 52 - Definição das áreas de escoamento

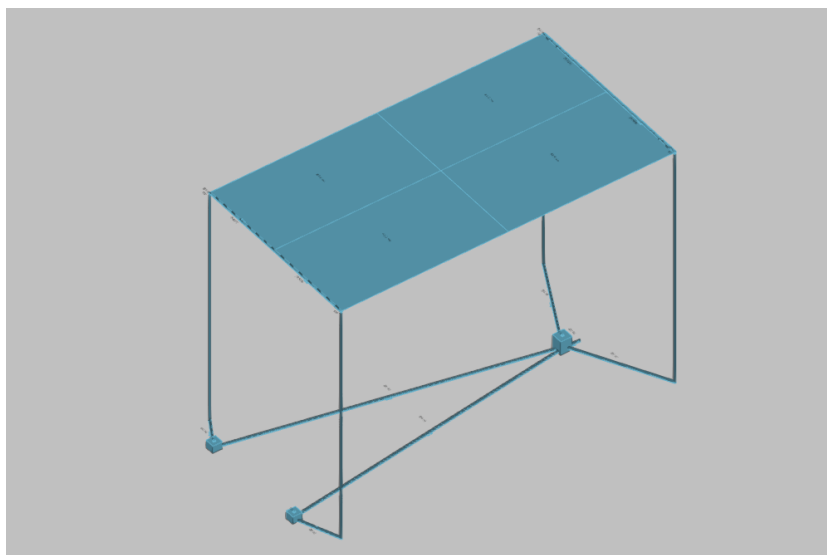


Figura 53 - Traçado da rede de águas pluviais

### 5.3.6 DETEÇÃO DE ERROS 3

Apesar de, graficamente, aparentar uma descontinuidade de ligação entre a tubagem e a caixa de visita, o programa ainda assim assume uma continuidade de caudal, não afetando a instalação para efeitos de cálculo, conforme a representação da Figura 54.



Figura 54 - Identificação de erro gráfico de representação

Uma vez que é identificado esse erro gráfico é necessário então ajustar a altura da caixa de visita, ou a cota inicial da tubagem enterrada.

No fim das correções parciais, por especialidade, é possível visualizar todo o traçado em simultâneo e verificar se não existe cruzamento de tubagens, ou se é necessário efetuar outras adaptações nas redes (Figura 55).

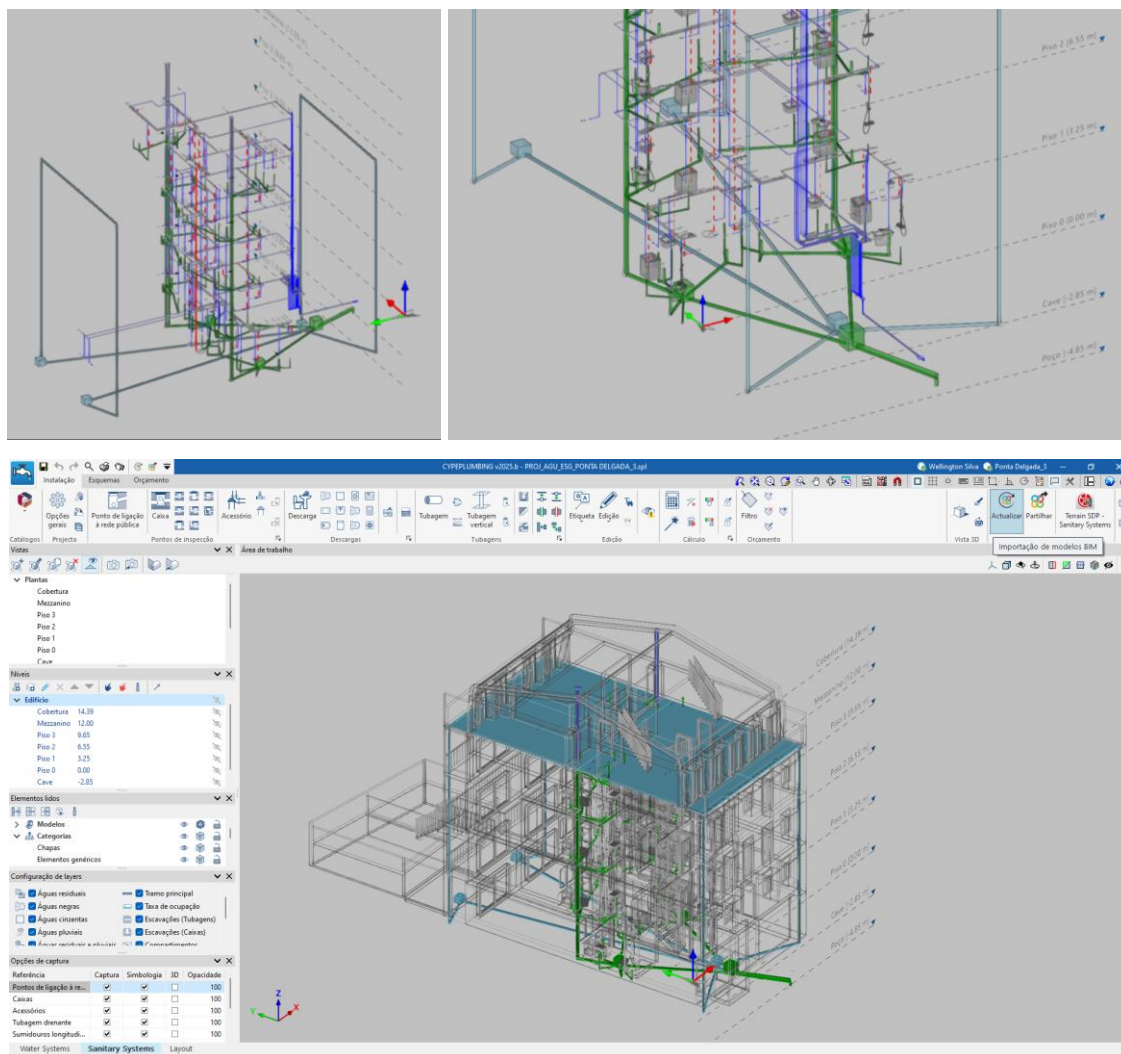


Figura 55 - Visualização 3D das redes prediais em simultâneo

A modelação tridimensional possibilita, assim, desde as etapas iniciais de desenvolvimento de cada projeto, a identificação e antecipação de conflitos entre as redes prediais. Isso permite que os problemas sejam corrigidos imediatamente, evitando que o projeto evolua com erros e que interfira posteriormente com as instalações técnicas das outras especialidades.

Assim, temos um processo mapeado de preparação e planeamento base para o desenvolvimento de cada especialidade apresentada, que consistem:

- na verificação da regulamentação específica (redes prediais de águas e esgotos), consoante ao município onde está inserido o edifício;

- na seleção dos programas compatíveis entre si, que possuem a informação BIM;
- em dispor de uma equipa para o gerenciamento das instalações, de modo a salvaguardar que não existem conflitos no sistema;
- em possuir uma base em 2D, das peças desenhadas, para arquivo e para serem apresentadas, quando solicitadas, em setores que ainda estão no período de transição para do BIM.

Para haver uma melhor gestão desses projetos é essencial que o programa utilizado para o traçado das redes possua a capacidade de interconexão de equipamentos e outros objetos criados, de modo a permitir que a edição de alguns desses elementos numa especialidade possa alterar automaticamente os outros projetos, mantendo assim um trabalho automatizado.

Apesar deste trabalho não contemplar o estudo das restantes especialidades tais como estabilidade, eletricidade, ventilação, entre outras, o mesmo princípio pode ser aplicado, no seu desenvolvimento. Ao serem desenvolvidas num único programa, com capacidade de desenho 3D e cálculo automático, os projetos podem ser compreendidos de uma forma fluída, sem a necessidade de conversão de ficheiros. Assim, é reduzindo o esforço de partilha de arquivos, com a condensação do conteúdo criado.

# 6

## CONCLUSÕES

### 6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O *Building Information Modelling (BIM)* representa uma evolução significativa no setor da construção civil, permitindo o desenvolvimento de um trabalho mais integrado e colaborativo entre os intervenientes. Do mesmo modo, a sua aplicação traz inúmeras vantagens, conforme foram apresentadas, que vão desde a conceção até a operação e manutenção da edificação. Vantagens essas que incluem a eficiência no trabalho, redução de conflitos, melhoria na gestão de custos, manutenção após a construção, qualidade dos projetos, entre outras.

Embora haja muitos benefícios, a integração do BIM exige ainda um investimento inicial, em tecnologia e formação da equipa, para o manuseio das ferramentas necessárias no desenvolvimento dos projetos. É fundamental desenvolver um entendimento aberto às inovações do setor da AEC, tendo em consideração as atualizações constantes que são implementadas no sistema.

Para se trabalhar com o BIM não basta apenas saber manusear programas que contêm essa informação, mas é necessário conhecer a metodologia de trabalho que está por trás, desde o trabalho desenvolvido individualmente até a interação coletiva. Sabendo isso, é possível pôr em prática todos esses conceitos num projeto piloto, que posteriormente servirá de base para o desenvolvimento dos restantes projetos. Recomenda-se que seja um projeto novo, de raiz, e que não tenha uma complexidade muito elevada, para que se possa explorar o máximo possível

as funcionalidades dos programas e para uma avaliação inicial da interação da equipa, face a essa nova metodologia de trabalho.

A partir do compromisso de seguir com o BIM na conceção do projeto até o fim, é possível conhecer as reais potencialidades, impulsionando o desenvolvimento de novos projetos, mais complexos, e até mesmo em projetos de reabilitação urbana.

Ao aplicar o BIM nos projetos das redes prediais é possível a criação de modelos tridimensionais detalhados e inteligentes que permitem a visualização e análise precisa do projeto. Isso reduz ocorrências de sobreposições entre as redes e outras instalações técnicas, evitando retrabalho e atrasos durante a fase de execução.

Além disso, as ferramentas BIM permitem a realização de simulações de desempenho que podem auxiliar em tomadas de decisões sobre os materiais, equipamentos, ou outras soluções técnicas a serem utilizadas.

Os projetos das redes prediais, desenvolvidos num programa de modelação tridimensional, pode despende de mais tempo inicialmente pelo cuidado exigido na inserção dos elementos, uma vez que deve-se ter em consideração a sua posição no plano e a cota a que se encontra.

Outro aspeto que pode atrasar significativamente esse processo é o investimento de tempo na correção de erros gráficos, pois podem apresentar uma leitura visual não coerente. Assim, é necessária a edição desses pontos para corrigir todos os erros de representação e assim prosseguir para os próximos passos.

Apesar desses programas já estarem bem evoluídos foi observado que ainda não é possível ter o trabalho completamente automatizado, em termos de cópia de elementos, ou a função de espelho, pois requer a repetição manual do mesmo traçado para os diferentes pisos.

O programa utilizado, de igual forma, pode não dar resposta integral à representação gráfica normalizada, de equipamentos e acessórios, de acordo com o Manual EPAL. Assim é necessário efetuar edições aos desenhos 2D, exportados, de modo a adaptá-los com a simbologia adequada e complementados com todos os outros elementos da rede em falta.

Já a função de cálculo automático, traz consigo muitas vantagens, pois atribui às tubagens os diâmetros adequados sem que o utilizador tenha de se preocupar em inseri-los durante o processo de modelação. Ao contrário do uso das folhas de cálculo que requer nos desenhos uma maior atenção na atribuição manual dos diâmetros em cada troço do traçado. Neste caso, há uma maior probabilidade de ocorrer erros nesse processo, e em projetos mais complexos é necessário realizar diversas revisões para certificar que os troços possuem os diâmetros adequados.

Por fim, pode-se dizer que o BIM vem gradualmente conquistando seu espaço e se consolidando cada vez mais no setor da AEC. Com o rápido avanço tecnológico todos os problemas apresentados têm tendência a serem resolvidos, dando espaço a novas questões e novos desafios a serem ultrapassados.

## 6.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como recomendações para trabalhos futuros, sugere-se:

- a aplicação do BIM em projetos de redes prediais para edificações complexas, como hospitais, centros comerciais e edifícios de grande porte. Esses estudos podem ajudar a identificar desafios específicos de modelação e coordenação entre sistemas complexos e auxiliar na formulação de boas práticas para esses contextos;
- integração de ferramentas BIM com análises de ciclo de vida, abrangendo desde o desenho até a manutenção e eventual desmantelamento dos sistemas prediais. Estudos nesse campo podem oferecer uma visão mais completa sobre os benefícios do BIM ao longo do ciclo de vida, em especial na redução de custos de operação e manutenção;
- dada a necessidade de realizar processos repetitivos em projetos BIM, como a replicação de elementos e padronização de simbologias, futuras pesquisas poderiam focar no desenvolvimento de ferramentas que automatizem esses processos, reduzindo o tempo de modelação e minimizando erros;
- estudos comparativos de custos e benefícios entre projetos realizados com BIM e métodos tradicionais para ajudar a compreender o impacto económico da implementação do BIM em redes prediais;
- explorar o uso do BIM para simulações de eficiência energética e sustentabilidade em redes prediais, avaliando o desempenho ambiental dos sistemas projetados. Esse tipo de estudo é relevante, especialmente em projetos que buscam certificações ambientais, como LEED e BREEAM.



# 7

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Campestrini, Tiago Francisco [et al.] «*Entendendo BIM*» [Em linha]. Paraná: UFPR – Universidade Federal do Paraná. 2015. [Consult. 21 out. 2023]. Disponível em <[http://www.gpsustentavel.ufba.br/documentos/livro\\_entendendo\\_bim.pdf](http://www.gpsustentavel.ufba.br/documentos/livro_entendendo_bim.pdf)>.

AJ, Grupo. «*O que é o BIM*» [Em linha]. 2024. [Consult. 11 nov. 2023]. Disponível em <<https://grupoajbim.com/2024/03/18/o-que-e-bim/>>.

CASTRO, Li Chong Lee Bacelar. «*BIM 360° - Um panorama multidisciplinar sobre o estado do BIM*» [Em linha]. 2022. [Consult. 11 nov. 2023]. Zigurat – Global Institute of Technology. Disponível em <<https://info.e-zigurat.com/hubfs/MBIM/ebookbim360/BIM%20360%20Um%20panorama%20multidisciplinar%20sobre%20o%20estado%20do%20BIM.pdf>>.

Wikipedia. «*Charles M. Eastman*». 2023. [Consult. 18 nov. 2023]. Disponível em <[https://en.wikipedia.org/wiki/Charles\\_M.\\_Eastman](https://en.wikipedia.org/wiki/Charles_M._Eastman)>.

Eastman, Charles M. [et al.]. «*An Outline of the Building Description System*» [Em linha]. [Consult. 25 nov. 2023]. Research Report n.º 50. Carnegie-Mellon Univ., Pittsburgh. Institute of Physical Planning.

- Lewis, Kenneth [et al.]. «*Case Study: One World Trade Center*» [Em linha]. 2011. [Consult. 9 dez. 2023]. Disponível em <<https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/24-case-study-one-world-trade-center.pdf>>.
- Anon. ArchDaily Brasil. «*Centro cultural da juventude de Nanjing/ Zaha Hadid Architects*» [Em linha]. 2019. [Consult. 9 dez. 2023]. Disponível em <<https://www.archdaily.com.br/br/907192/centro-cultural-da-juventude-de-nanjing-zaha-hadid-architects>>.
- Ricotta, Tiago. «*Fundamentos da Modelagem da Informação da Construção – BIM*» [Em linha]. Editora Senac São Paulo. 2023. E-book. [Consult. 2 jan. 2024].
- Anon. Biblus. «*Conheça as diferenças entre BIM e MEP*» [Em linha]. 2024. [Consult. 13 fev. 2024]. Disponível em <<https://biblus.accasoftware.com/ptb/conheca-as-diferencas-entre-bim-e-mep/>>.
- Anon. «*What is a Common Data Environment an How Is it Used in Construction?*» [Em linha]. Trimble Inc. [Consult. 17 fev. 2024]. Disponível em <<https://learn.assetlifecycle.trimble.com/blog/what-is-a-common-data-environment-and-how-is-it-used-in-construction>>.
- AJ, Grupo. «*BIM: ebooks para você entender tudo sobre a metodologia*» [Em linha]. [Consult. 11 nov. 2023]. Disponível em <<https://grupoajbim.com/bim-ebooks/>>.
- EPAL – Grupo Águas de Portugal . «*Manual de Redes Prediais*». Edição 9 – 2/10/2023. Disponível em <<https://www.epal.pt/EPAL/docs/default-source/clientes/novos-abastecimentos/manual-de-redes-prediais.pdf?sfvrsn=26>>.
- Rocha, Pedro Josué Máximo. «*Implementação BIM Num Projeto de Instalações de um Edifício Unifamiliar – Abastecimento de águas, águas residuais e pluviais e aspiração central*». Porto: FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Tese de Mestrado.

Gaspar, João Alberto da Motta e Ruschel, Regina Coeli. «*A evolução do significado atribuído ao acrônimo BIM: Uma perspectiva no tempo*» [Em linha]. SiGraDi 2017, XXI Congresso de la Sociedad Ibero-americana de Gráfica Digital 22 – 24 Noviembre, 2017 – Concepción, Chile. [Consult. 6 jan. 2024]. Disponível em <[https://papers.cumincad.org/data/works/att/sigradi2017\\_068.pdf](https://papers.cumincad.org/data/works/att/sigradi2017_068.pdf)>.

---

















# 8

## ANEXOS

## Anexo I | Simbologia

(De acordo com o Manual de Redes Prediais, Edição 9 – 2/10/2023)

### ➤ Canalizações

CÓDIGO	SÍMBOLO	DESIGNAÇÃO	NOTAS
1.1		Água fria destinada a consumo	
1.2		Água quente destinada a consumo (em caso de existir circuito de retorno, este traço corresponde ao circuito de ida)	
1.3		Água quente destinada a consumo no circuito de retorno	
1.4		Água fria destinada à rede de bocas de incêndio (húmida)	
1.5		Água fria destinada à rede sprinklers	
1.6		Água fria destinada à rede de bocas de incêndio (seca)	
1.7		Canalização instalada em caleira	
1.8		Cruzamento com ligação	
1.9		Cruzamento sem ligação	
1.10		Lira/junta de dilatação	
1.11		Queda de canalização da esquerda para a direita no piso	
1.12		Queda de canalização da direita para a esquerda no piso	
1.13		Ligação flangeada	
1.14		Ligação roscada	
1.15		Ponto de ligação flangeado	
1.16		Ponto de ligação em ponta lisa	1.15 e 1.16 - Os pontos de ligação devem ser executados de acordo com os esquemas da EPAL

CÓDIGO	SÍMBOLO	DESIGNAÇÃO	NOTAS	
1.17		Coluna com origem no piso (onde está representada) e que sobe para o piso superior - fluxo de escoamento ascendente (de baixo para cima)	<p>1.17 a 1.24 - A informação das colunas deverá ser complementada com a indicação do tipo de coluna, diâmetro e material (ver 1.25)</p> <p>O ângulo de inclinação das setas deverá ser sempre o mesmo em todas as peças desenhadas do projecto</p>	
1.18		Coluna com origem no piso (onde está representada) e que desce para o piso inferior - fluxo de escoamento descendente (de cima para baixo)		
1.19		Coluna que termina no piso (onde está representada), vinda do piso inferior - fluxo ascendente		
1.20		Coluna que termina no piso (onde está representada), vinda do piso superior - fluxo descendente		
1.21		Coluna com fluxo ascendente, que vem do piso inferior e continua para o piso superior		
1.22		Coluna com fluxo descendente, que vem do piso superior e continua para o piso inferior		
1.23		Íncio, no piso (em que estão representadas) de duas colunas: ascendente e descendente		
1.24		Encontros de colunas ascendente e descendente no piso onde está representada (ponto de malha fechada)		
1.25	F, Q, Q1, I	Identificação do tipo de coluna: Água Fria (F), Quente (Q), Quente de Retorno (Q1), Incêndio (I)		Esta informação deverá ser sempre complementada com o calibre e o material
1.26		Sentido do fluxo		Indicar sempre que necessário
1.27		Courete		Representar o número exacto de colunas, quando possível, e a configuração real da courete, com a indicação das suas dimensões

## ➤ Órgãos

CÓDIGO	SÍMBOLO	DESIGNAÇÃO	NOTAS
2.1		Contador (inclui válvulas de seccionamento a jusante e a montante)	Este símbolo corresponde a uma unidade de contagem isolada
2.2		Contador em suporte normalizado (inclui válvulas de seccionamento a jusante e a montante)	
2.3		Baterias de contador	Este símbolo corresponde a uma unidade de contagem isolada x corresponde à identificação da bateria, n ao número de contadores a instalar
2.4		Caixa de tomadas: RITA e de Energia Eléctrica (monofásica)	
2.5		Filtro	Este símbolo encontra-se associado às baterias de contadores  2.5 a 2.7 - Ter em atenção as exigências da EPAL no que respeita à instalação de filtros
2.6		Filtro de duas vias	
2.7		Filtro tipo "Y"	
2.8		Junta de desmontagem	
2.9		Válvula de flutuador	
2.10		Válvula de Purga	
2.11		Válvula de regulação de caudal	
2.12		Válvula de retenção ou anti-retorno	
2.13		Válvula de seccionamento	
2.14		Válvula de seccionamento com volante	
2.15		Válvula de seccionamento tipo "olho-de-boi"	
2.16		Válvula de segurança	
2.17		Válvula redutora de pressão (ou em alternativa )	
2.18		Válvula anti-poluição tipo CA	
2.19		Válvula anti-poluição tipo BA	
2.20		Ventosa (ou em alternativa )	

## ➤ Dispositivos de Utilização

CÓDIGO	SÍMBOLO	DESIGNAÇÃO	NOTAS	
3.1		Torneira ou utilização de água fria	Nas situações em que o aparelho não é representado, deve ser especificado o caudal instantâneo	
3.2		Torneira misturadora (água fria com água quente)		
3.3		Máquina de lavar roupa		
3.4		Máquina de lavar loiça		
3.5		Máquina _____		Especificar o tipo de máquina e respectivo caudal instantâneo
3.6		Fluxómetro com câmara de compensação		Especificar o caudal instantâneo
3.7		Fluxómetro sem câmara de compensação		Especificar o caudal instantâneo
3.8		Autoclismo		
<b>Redes de rega</b>				
3.9		Tomada de Rega	3.9 a 3.14 - Tendo em conta a grande variedade de dispositivos de rega existentes, é possível recorrer a outra simbologia além da proposta	
3.10		Pulverizador		
3.11		Aspersor		
3.12		Canhão de água		
3.13		Sistema de rega contínua		
3.14		Programadores de rega		

## ➤ Equipamentos

CÓDIGO	SÍMBOLO	DESIGNAÇÃO	NOTAS
<b>Produção de água quente</b>			
4.1		Central de aquecimento	
4.2		Equipamento produtor de água quente com reservatório	
4.3		Esquentador	
4.4		Termoacumulador (TE - eléctrico, TG - a gás)	
4.5		Caldeira	
<b>Equipamentos diversos</b>			
4.6		Equipamento de pressurização	
4.7		Bomba ou unidade de pressurização ou elevação	
4.8		Reservatório hidropneumático para equipamento de pressurização ou elevação	
4.9		Manómetro	Componente de equipamento
4.10		Pressostato	Componente de equipamento
4.11		Sistema de adequação das características da água	
4.12		Sistema de regularização	
4.13		Sistema _____	Especificar o tipo de equipamento ou sistema
4.14		Reservatório, cisterna ou depósito de água	A alimentação destes órgãos terá de ser efectuada de acordo com as normas da EPAL

## ➤ Dispositivos de Combate a Incêndios

CÓDIGO	SÍMBOLO	DESIGNAÇÃO	NOTAS
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>Rede húmida</span> <span>Rede seca</span> </div>		
5.1		Coluna da rede de incêndio	
5.2		Boca de incêndio ar mada (tipo carretel)	
5.3		Boca tamponada	5.1 a 5.5 - Especificar o diâmetro e material usado
5.4		Bocas tamponadas	
5.5		Boca siamesa para ligação ao exterior	Não é permitida a ligação à rede de incêndio directamente em carga da rede geral de abastecimento da EPAL
5.6		Sprinkler	
5.7		Cortina de água	
5.8		Marco de Incêndio	Indicar se é existente ou projectado

## Anexo II | Critérios de Cálculo

(Resultados extraídos do Cype)

### ➤ Abastecimento de Água

#### **Cálculo hidráulico**

As perdas de pressão em cada tramo da rede calcula-se com a fórmula de Darcy-Weisbach:

$$h_p = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5}$$

$h_p$ : Perda de carga (mca)  
 L: Comprimento da tubagem (m)  
 Q: Caudal que circula na tubagem (m<sup>3</sup>/s)  
 g: Aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>)  
 D: Diâmetro interior da tubagem (m)

O factor de atrito 'f' é função de:

O número de Reynolds (Re)

É um número adimensional. O seu valor indica se o fluxo segue um modelo laminar ou turbulento. Representa a relação entre as forças de inércia e as forças viscosas na tubagem.

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

V: Velocidade do fluido na tubagem (m/s)  
 D: Diâmetro interior da tubagem (m)  
 $\nu$ : Viscosidade cinemática do fluido (m<sup>2</sup>/s)

A rugosidade relativa ( $\varepsilon/D$ )

Traduz matematicamente as imperfeições do tubo.

Para o cálculo do factor de atrito utiliza-se a fórmula de Colebrook-White. Através de um cálculo iterativo, obtém-se um resultado exacto do factor de atrito.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right)$$

Cálculo das redes de retorno de água quente:

Calcula-se um caudal mínimo de recirculação que garanta uma perda de temperatura determinada, desde o equipamento de produção de A.Q.S. até aos pontos de consumo.

$$E_p = Q \cdot (T_e - T_s)$$

$E_p$ : Calor dissipado (Kcal/h)

Q: Caudal no tramo (l/h)

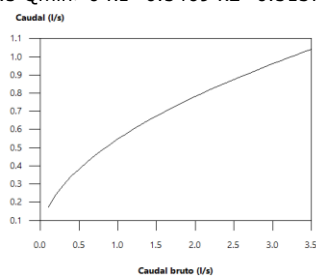
$T_e$  e  $T_s$ : Temperaturas de entrada e de saída no tramo (°C)

O cálculo calorífico efectuado considera as perdas de calor no circuito de água quente, considerando a existência ou não de isolamento térmico nas referidas tubagens.

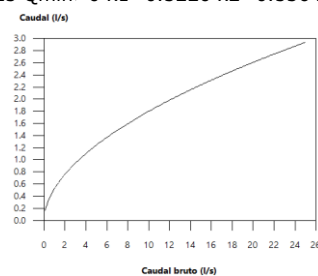
## **Simultaneidade**

$$Q_c = x_1 \cdot Q_t^{x_2} + x_3 \quad \text{Nível de conforto médio}$$

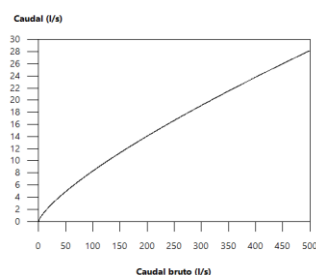
$$Q_t \leq 3.5 \quad Q_{min} > 0 \quad x_1 = 0.5469 \quad x_2 = 0.5137 \quad x_3 = 0$$



$$Q_t \leq 25 \quad Q_{min} > 0 \quad x_1 = 0.5226 \quad x_2 = 0.5364 \quad x_3 = 0$$



$$Q_t \leq 500 \quad Q_{min} > 0 \quad x_1 = 0.2525 \quad x_2 = 0.7587 \quad x_3 = 0$$



## **Produção de A.Q.S.**

### **Termoacumulador elétrico**

*Termoacumulador elétrico para serviço de A.Q.S.*

#### Dados para dimensionamento e verificação

Pressão mínima	10	mca
Pressão máxima	60	mca

## **Consumos**

### **Lavatório individual**

*Lavatório individual*

#### Dados para dimensionamento e verificação

Altura das válvulas	0.5	m
Caudal de água fria	0.1	l/s
Caudal de água quente	0.1	l/s
Diâmetro	12	mm
Pressão mínima	5	mca
Pressão máxima	60	mca

**Chuveiro individual***Chuveiro individual*Dados para dimensionamento e verificação

Altura das válvulas	2	m
Caudal de água fria	0.15	l/s
Caudal de água quente	0.15	l/s
Diâmetro	12	mm
Pressão mínima	5	mca
Pressão máxima	60	mca

**Autoclismo de bacia de retrete***Autoclismo de bacia de retrete*Dados para dimensionamento e verificação

Altura das válvulas	0.5	m
Caudal	0.1	l/s
Diâmetro	12	mm
Pressão mínima	5	mca
Pressão máxima	60	mca

**Pia lava-louça***Pia lava-louça*Dados para dimensionamento e verificação

Altura das válvulas	1	m
Caudal de água fria	0.2	l/s
Caudal de água quente	0.2	l/s
Diâmetro	20	mm
Pressão mínima	5	mca
Pressão máxima	60	mca

**Máquina de lavar louça***Máquina de lavar louça*Dados para dimensionamento e verificação

Altura das válvulas	0.8	m
Caudal	0.15	l/s
Diâmetro	12	mm
Pressão mínima	5	mca
Pressão máxima	60	mca

**Máquina de lavar roupa***Máquina de lavar roupa*

Dados para dimensionamento e verificação

Altura das válvulas	0.8	m
Caudal	0.2	l/s
Diâmetro	20	mm
Pressão mínima	5	mca
Pressão máxima	60	mca

**Boca de rega ou lavagem de 15 mm***Boca de rega ou lavagem de 15 mm*Dados para dimensionamento e verificação

Altura das válvulas	1	m
Caudal	0.3	l/s
Diâmetro	15	mm
Pressão mínima	5	mca
Pressão máxima	60	mca

**Tubagens****Ramal de ligação***Canalização entre a rede pública e o limite da propriedade a servir.*Dados para dimensionamento e verificação

Velocidade mínima	0.5	m/s
Velocidade máxima	2	m/s
Incremento do comprimento real	20	%

Simultaneidade

$$Q_c = x_1 \cdot Q_t^{x_2} + x_3 \quad \text{Nível de conforto médio}$$

**Ramal de distribuição***Canalização entre os contadores individuais e os ramos de alimentação.*Dados para dimensionamento e verificação

Velocidade mínima	0.5	m/s
Velocidade máxima	2	m/s
Incremento do comprimento real	20	%

Simultaneidade

$$Q_c = x_1 \cdot Q_t^{x_2} + x_3 \quad \text{Nível de conforto médio}$$

**Ramal de alimentação***Canalização para alimentar os dispositivos de utilização.*Dados para dimensionamento e verificação

Velocidade mínima	0.5	m/s
Velocidade máxima	2	m/s
Incremento do comprimento real	20	%

Simultaneidade

$$Q_c = x_1 \cdot Q_t^{x_2} + x_3$$

Nível de conforto médio

**Ramal de alimentação***Canalização para alimentar os dispositivos de utilização.*Dados para dimensionamento e verificação

Velocidade mínima	0.5	m/s
Velocidade máxima	2	m/s
Incremento do comprimento real	20	%

Simultaneidade

$$Q_c = x_1 \cdot Q_t^{x_2} + x_3$$

Nível de conforto médio

- **Verificação de Tubagens**

*(Em 2 troços da rede)***Referência:**

TH1. Ramal de ligação

**Descrição:**

Caudal bruto: 10.2 l/s

Simultaneidade: 0.178067

Caudal com simultaneidade: 1.82 l/s

Rugosidade absoluta: 0.003 mm

Viscosidade de água fria:  $1.01 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s

Comprimento equivalente: 4.934 m

Verificação	Valores	Estado
<b>Continuidade</b>		
<b>Diâmetro nominal</b> <i>Artigo 35.º do RGSPDADAR</i> <i>O diâmetro mínimo admitido para os ramais de ligação é de 20 mm, excepto quando estes tenham de assegurar simultaneamente o serviço de combate a incêndios sem reservatório de regularização, caso em que esse diâmetro não deverá ser inferior a 45 mm.</i>	Mínimo: 32 mm Calculado: 50 mm	<b>Verifica</b>
<b>Cálculo hidráulico</b>		
<b>Diâmetro interior</b> <i>A determinação dos diâmetros é feita através da Equação da Continuidade e da formulação de Darcy-Weisbach.</i>	Mínimo: 34 mm Calculado: 42 mm	<b>Verifica</b>
<b>Caudal</b> <i>Artigo 93.º do RGSPDADAR</i> <i>Os caudais de cálculo na rede predial de água fria e de água quente devem basear-se nos caudais instantâneos atribuídos aos dispositivos de utilização e nos coeficientes de simultaneidade.</i>	Calculado: 1.82 l/s Máximo: 2.77 l/s	<b>Verifica</b>

Verificação	Valores	Estado
<b>Velocidade</b> <i>Artigo 94.º do RGSPDADAR</i> <i>As velocidades de escoamento deverão oscilar entre 0,5 m/s e 2,0 m/s, por razões de conforto e durabilidade das tubagens, uma vez que a maioria dos ruídos nas canalizações se devem a velocidades de escoamento do fluido elevadas, as quais dão lugar à produção de vibrações.</i>	Mínimo: 0.5 m/s Calculado: 1.31 m/s Máximo: 2 m/s	<b>Verifica</b>
<b>Cumprem-se todas as verificações</b>		

**Referência:**

TH194. Ramal de alimentação

**Descrição:**

Caudal bruto: 0.45 l/s

Simultaneidade: 0.8064

Caudal com simultaneidade: 0.36 l/s

Rugosidade absoluta: 0.003 mm

Viscosidade de água quente:  $0.47 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ 

Comprimento equivalente: 3.231 m

Verificação	Valores	Estado
<b>Continuidade</b>		
<b>Diâmetro nominal</b>	Mínimo: 20 mm Calculado: 20 mm	<b>Verifica</b>
<b>Cálculo hidráulico</b>		
<b>Diâmetro interior</b> <i>A determinação dos diâmetros é feita através da Equação da Continuidade e da formulação de Darcy-Weisbach.</i>	Mínimo: 15.2 mm Calculado: 15.5 mm	<b>Verifica</b>
<b>Caudal</b> <i>Artigo 93.º do RGSPDADAR</i> <i>Os caudais de cálculo na rede predial de água fria e de água quente devem basear-se nos caudais instantâneos atribuídos aos dispositivos de utilização e nos coeficientes de simultaneidade.</i>	Calculado: 0.36 l/s Máximo: 0.38 l/s	<b>Verifica</b>
<b>Velocidade</b> <i>Artigo 94.º do RGSPDADAR</i> <i>As velocidades de escoamento deverão oscilar entre 0,5 m/s e 2,0 m/s, por razões de conforto e durabilidade das tubagens, uma vez que a maioria dos ruídos nas canalizações se devem a velocidades de escoamento do fluido elevadas, as quais dão lugar à produção de vibrações.</i>	Mínimo: 0.5 m/s Calculado: 1.92 m/s Máximo: 2 m/s	<b>Verifica</b>
<b>Cumprem-se todas as verificações</b>		

## ➤ Drenagem de Águas Residuais Domésticas

**As tubagens horizontais são calculadas com a seguinte expressão:**

A verificação do diâmetro utilizado realiza-se utilizando a fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R_h^{2/3} \times i^{1/2}$$

Q	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
n	Coefficiente de Manning
A	Área da tubagem ocupada pelo fluido (m <sup>2</sup> )
R <sub>h</sub>	Raio hidráulico (m)
i	Inclinação (m/m)

**As tubagens verticais são calculadas com a seguinte formulação:**

### Residuais

A verificação do diâmetro utilizado realiza-se utilizando a fórmula de Dawson e Hunter:

$$Q = 3.15 \times 10^{-4} \times r^{5/3} \times D^{8/3}$$

Q	Caudal (l/s)
r	Taxa de ocupação
D	Diâmetro (mm)

## **Pontos de ligação à rede pública**

### **Ponto de ligação à rede pública**

*Ponto de ligação à rede de saneamento unitária*

### **Caixas**

#### **Caixa de passagem**

*Caixa de passagem de alvenaria*

Comprimento mínimo

<b>Profundidade (m)</b>	<b>Comprimento (m)</b>
0.25	0.2
0.5	0.4
0.75	0.6
1	0.8
1.001	1
1.25	1
1.5	1
2	1
2.5	1
3	1.25

**Sifão de pavimento***Sifão de pavimento de PVC com diâmetro 90 mm***Descargas****Bacia de retrete***Bacia de retrete*Dados para dimensionamento e verificação

Altura da descarga	0.1	m
Caudal	90	l/min
Diâmetro nominal	90	mm

**Chuveiro***Chuveiro*Dados para dimensionamento e verificação

Altura da descarga	0.05	m
Caudal	30	l/min
Diâmetro nominal	40	mm

**Lavatório***Lavatório*Dados para dimensionamento e verificação

Altura da descarga	0.55	m
Caudal	30	l/min
Diâmetro nominal	40	mm

**Máquina lava-louça***Máquina lava-louça*Dados para dimensionamento e verificação

Altura da descarga	0.5	m
Caudal	60	l/min
Diâmetro nominal	50	mm

**Máquina lava-roupa***Máquina lava-roupa*Dados para dimensionamento e verificação

Altura da descarga	0.5	m
Caudal	60	l/min
Diâmetro nominal	50	mm

**Pia lava-louça***Pia lava-louça*Dados para dimensionamento e verificação

Altura da descarga	0.5	m
Caudal	30	l/min
Diâmetro nominal	50	mm

**Tubagens horizontais****Ramal de descarga individual meia secção***Ramal de descarga individual meia secção*PVC liso*PVC liso*Dados para dimensionamento e verificação

Diâmetro nominal mínimo	40	mm
Inclinação mínima	1	%
Inclinação máxima	4	%

*Cálculo hidráulico*

Velocidade mínima	0.6	m/s
Taxa de ocupação máxima	50	%

**Ramal de descarga não individual***Ramal de descarga não individual*PVC liso*PVC liso*Dados para dimensionamento e verificação

Diâmetro nominal mínimo	40	mm
Inclinação mínima	1	%
Inclinação máxima	4	%

*Cálculo hidráulico*

Velocidade mínima	0.6	m/s
Taxa de ocupação máxima	50	%

**Colector suspenso***Colector suspenso*PVC liso*PVC liso*Dados para dimensionamento e verificação

Diâmetro nominal mínimo	100	mm
Inclinação mínima	1	%
Inclinação máxima	4	%

*Cálculo hidráulico*

Velocidade mínima	0.6	m/s
Taxa de ocupação máxima	50	%

**Colector enterrado***Colector enterrado*PVC liso SN-4*PVC liso SN-4*Dados para dimensionamento e verificação

Diâmetro nominal mínimo	100	mm
Inclinação mínima	2	%
Inclinação máxima	4	%

*Cálculo hidráulico*

Velocidade mínima	0.6	m/s
Taxa de ocupação máxima	50	%

**Tubagens verticais****Tubo de queda de águas Ts=1/3 (D=50)***Tubo de queda de águas residuais, com taxa de ocupação 1/3, sem ventilação secundária.*PVC liso*PVC liso*Dados para dimensionamento e verificação

Diâmetro nominal mínimo	50	mm
Diâmetro nominal máximo	50	mm

*Cálculo hidráulico*

Taxa de ocupação máxima	33.33	%
-------------------------	-------	---

**Coluna de ventilação***Tubagem de ventilação, situada verticalmente, cuja função é limitar as flutuações de pressão da tubagem à qual está ligada.*PVC liso*PVC liso*

**Ramal de descarga individual**

PVC liso

PVC liso

Dados para dimensionamento e verificação

Cálculo hidráulico

Taxa de ocupação máxima 50 %

➤ **Verificação de tubagens horizontais***(Em 2 troços da rede)***Referência:**

TH1. Colector enterrado

**Descrição:**

Comprimento: 3.432 m

Inclinação: 4 %

Caudal: 435.35 l/min

Verificação	Valores	Estado
<b>Dados gerais</b>		
<b>Diâmetro nominal mínimo</b> <i>O diâmetro nominal dos colectores prediais não pode ser inferior ao maior dos diâmetros das canalizações a eles ligados, com um mínimo de 100 mm (Artigo 247.º do RGSPDADAR).</i>	Mínimo: 100 mm Calculado: 200 mm	<b>Verifica</b>
<b>Inclinação</b> <i>As inclinações devem situar-se entre 10 e 40 mm/m (ponto 1 b do Artigo 246.º do RGSPDADAR). As inclinações devem situar-se entre 10 e 40 mm/m (ponto 1 b do Artigo 246.º do RGSPDADAR).</i>	Mínimo: 2.00 % Calculado: 4.00 % Máximo: 4.00 %	<b>Verifica</b>
<b>Continuidade</b>		
<b>Diâmetro nominal mínimo</b>	Mínimo: 110 mm Calculado: 200 mm	<b>Verifica</b>
<b>Cálculo hidráulico</b>		
<b>Capacidade hidráulica</b> <i>Caudal a secção cheia para o diâmetro seleccionado</i>	Calculado: 435.35 l/min Máximo: 4972.22 l/min	<b>Verifica</b>
<b>Velocidade</b> <i>Velocidade mínima seleccionada para garantir condições de autolimpeza da tubagem</i>	Mínimo: 0.6 m/s Calculado: 1.79 m/s	<b>Verifica</b>

Verificação	Valores	Estado
<b>Taxa de ocupação</b>  <i>Os colectores prediais de águas residuais domésticas e pluviais devem ser dimensionados para um escoamento não superior a meia secção e a secção cheia, respectivamente (ponto 2 do Artigo 246.º do RGSPDADAR).</i>	Calculado: 19.9983% Máximo: 50%	<b>Verifica</b>
<b>Cumprem-se todas as verificações</b>		

**Referência:**

TH29. Ramal de descarga individual meia secção

**Descrição:**

Comprimento: 0.286 m

Inclinação: 1.5 %

Caudal: 30 l/min

Verificação	Valores	Estado
<b>Dados gerais</b>		
<b>Diâmetro nominal mínimo</b>  <i>Os diâmetros nominais mínimos admitidos para os ramais de descarga individuais dos aparelhos sanitários são os fixados no anexo XIV (ponto 1 do Artigo 215.º do RGSPDADAR).</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 50 mm	<b>Verifica</b>
<b>Inclinação</b>  <i>As inclinações devem situar-se entre 10 e 40 mm/m (ponto 1 b do Artigo 214.º do RGSPDADAR).            As inclinações devem situar-se entre 10 e 40 mm/m (ponto 1 b do Artigo 214.º do RGSPDADAR).</i>	Mínimo: 1.00 % Calculado: 1.50 % Máximo: 4.00 %	<b>Verifica</b>
<b>Continuidade</b>		
<b>Diâmetro nominal mínimo</b>	Mínimo: 50 mm Calculado: 50 mm	<b>Verifica</b>
<b>Cálculo hidráulico</b>		
<b>Capacidade hidráulica</b>  <i>Caudal a secção cheia para o diâmetro seleccionado</i>	Calculado: 30 l/min Máximo: 61.41 l/min	<b>Verifica</b>
<b>Velocidade</b>  <i>Velocidade mínima seleccionada para garantir condições de autolimpeza da tubagem</i>	Mínimo: 0.6 m/s Calculado: 0.67 m/s	<b>Verifica</b>
<b>Taxa de ocupação</b>  <i>Os ramais de descarga individuais podem ser dimensionados para escoamento a secção cheia, desde que sejam respeitadas as distâncias máximas entre o sifão e a secção ventilada indicadas no anexo XVI (ponto 2 do Artigo 214.º do RGSPDADAR).</i>	Calculado: 49.3243% Máximo: 50%	<b>Verifica</b>
<b>Cumprem-se todas as verificações</b>		

## ➤ Rede de Águas Pluviais

**As tubagens horizontais são calculadas com a seguinte expressão:**

A verificação do diâmetro utilizado realiza-se utilizando a fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R_h^{2/3} \times i^{1/2}$$

Q	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
n	Coefficiente de Manning
A	Área da tubagem ocupada pelo fluido (m <sup>2</sup> )
R <sub>h</sub>	Raio hidráulico (m)
i	Inclinação (m/m)

**As tubagens verticais são calculadas com a seguinte formulação:**

### Pluviais

A verificação do diâmetro utilizado realiza-se utilizando a fórmula de Wyly-Eaton:

$$Q = 2.5 \times 10^{-4} \times k_b^{-1/6} \times d_i^{8/3} \times f^{5/3}$$

Q	Caudal (l/s)
k <sub>b</sub>	Rugosidade (0.25 mm)
d <sub>i</sub>	Diâmetro (mm)
f	Taxa de ocupação

## Caixas

### **Caixa no extremo inferior do tubo de queda**

*Caixa no extremo inferior do tubo de queda, de alvenaria*

Comprimento mínimo

<b>Profundidade (m)</b>	<b>Comprimento (m)</b>
0.25	0.2
0.5	0.4
0.75	0.6
1	0.8
1.001	1
1.25	1
1.5	1
2	1
2.5	1
3	1.25

## **Áreas de drenagem**

### **Área a drenar (caleira)**

*Área de drenagem de águas pluviais por caleira*

## **Caleiras**

### **Caleira**

*Caleira de drenagem de águas pluviais, de secção semicircular*

PVC liso

*PVC liso*

#### Dados para dimensionamento e verificação

Inclinação mínima	0.5	%
Inclinação máxima	4	%

*Cálculo hidráulico*

Taxa de ocupação máxima	50	%
-------------------------	----	---

## **Tubagens horizontais**

### **Colector enterrado**

*Colector enterrado*

PVC liso SN-4

*PVC liso SN-4*

#### Dados para dimensionamento e verificação

Diâmetro nominal mínimo	100	mm
Inclinação mínima	0.5	%
Inclinação máxima	4	%

*Cálculo hidráulico*

Velocidade mínima	0.6	m/s
Taxa de ocupação máxima	100	%

## **Tubagens verticais**

### **Tubo de queda de águas**

*Tubo de queda de águas*

PVC liso

*PVC liso*

Dados para dimensionamento e verificação

Diâmetro nominal mínimo 50 mm

*Cálculo hidráulico*

Taxa de ocupação máxima 20 %

**Verificação de tubagens horizontais****Referência:**

TH46. Colector enterrado

**Descrição:**

Comprimento: 2.37 m

Inclinação: 0 %

Caudal: 0 l/min

Verificação	Valores	Estado
<b>Continuidade</b>		
<b>Diâmetro nominal mínimo</b>	Mínimo: 110 mm Calculado: 110 mm	<b>Verifica</b>
<b>Cumprem-se todas as verificações</b>		

**Referência:**

TH44. Colector enterrado

**Descrição:**

Comprimento: 1.738 m

Inclinação: 0 %

Caudal: 0 l/min

Verificação	Valores	Estado
<b>Continuidade</b>		
<b>Diâmetro nominal mínimo</b>	Mínimo: 110 mm Calculado: 110 mm	<b>Verifica</b>
<b>Cumprem-se todas as verificações</b>		

**Referência:**

TH43. Colector enterrado

**Descrição:**

Comprimento: 16.267 m

Inclinação: 0 %

Caudal: 0 l/min

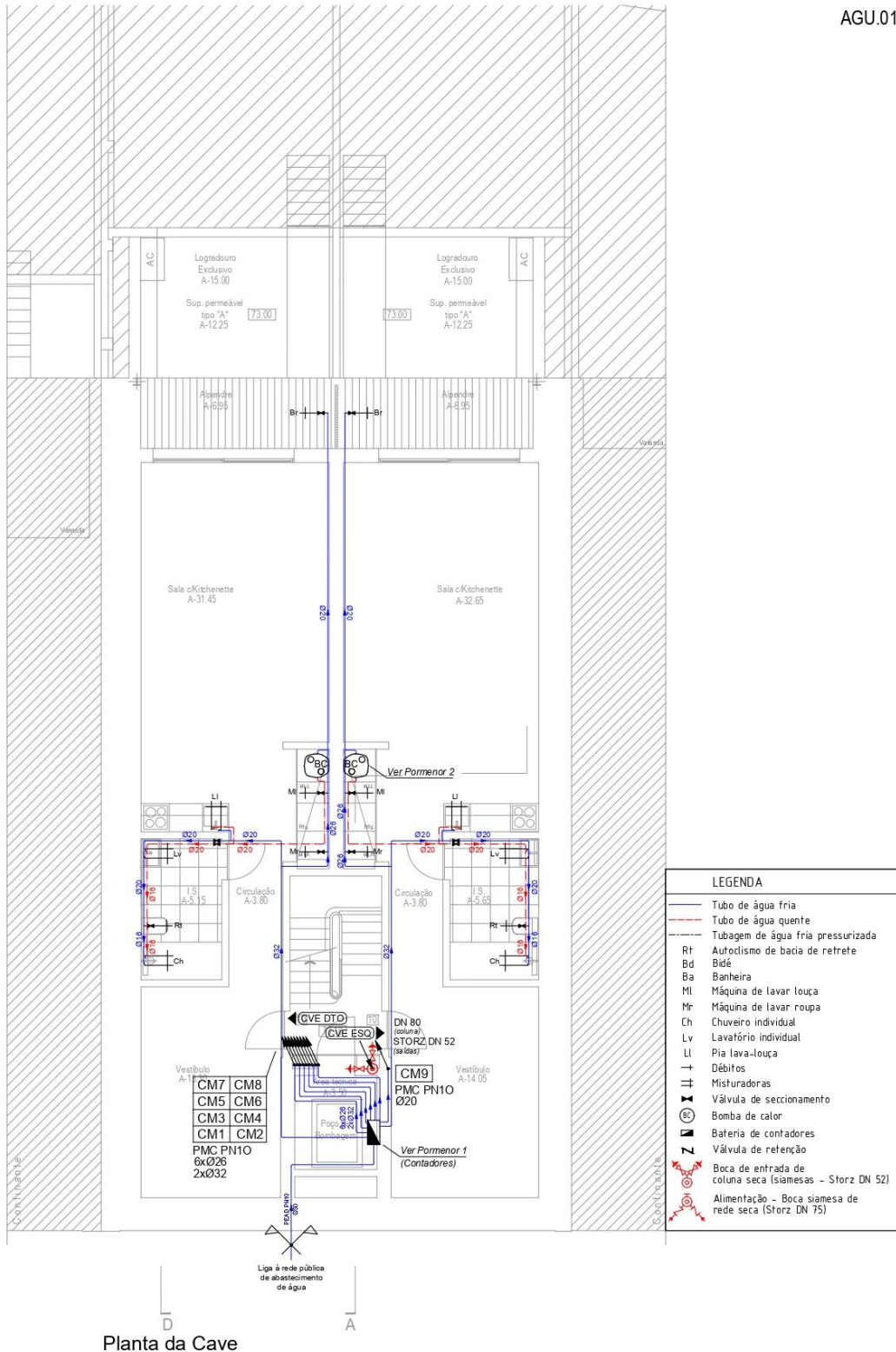
Verificação	Valores	Estado
<b>Continuidade</b>		
<b>Diâmetro nominal mínimo</b>	Mínimo: 110 mm Calculado: 110 mm	<b>Verifica</b>
<b>Cumprem-se todas as verificações</b>		

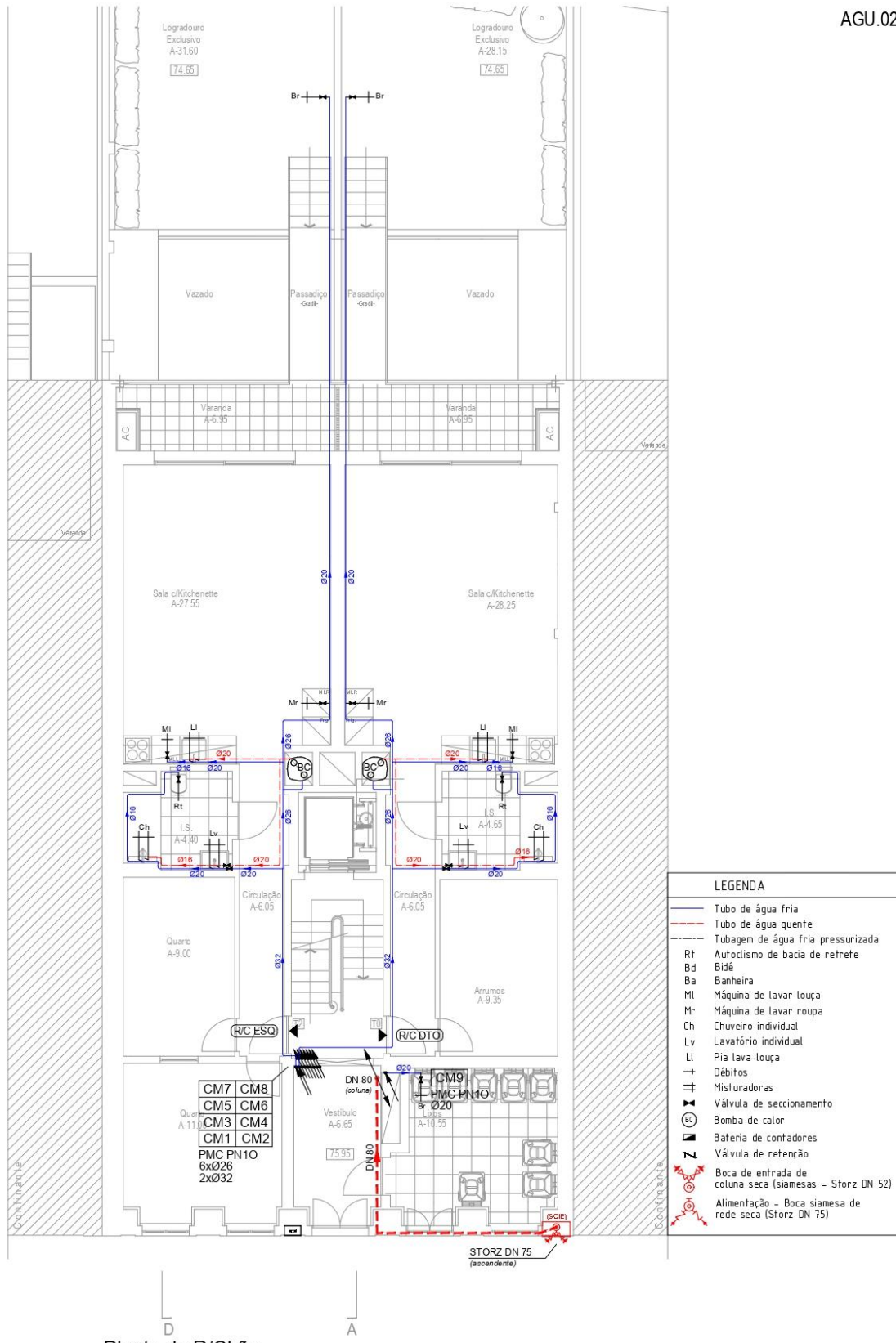
## Anexo III | Peças Desenhadas

(Traçado adaptado para apresentação 2D)

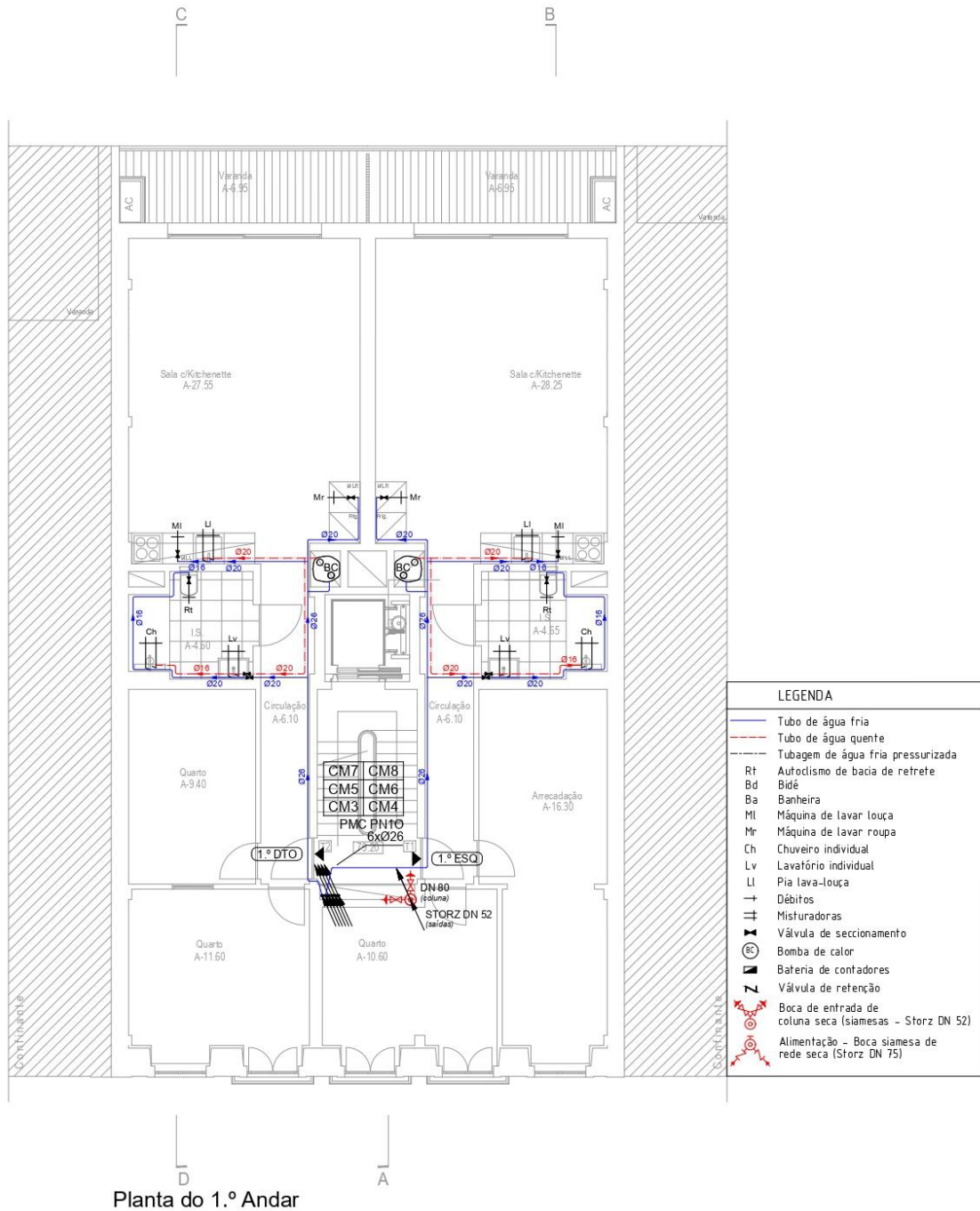
### ➤ Projeto da Rede Predial de Abastecimento de Água

AGU.01

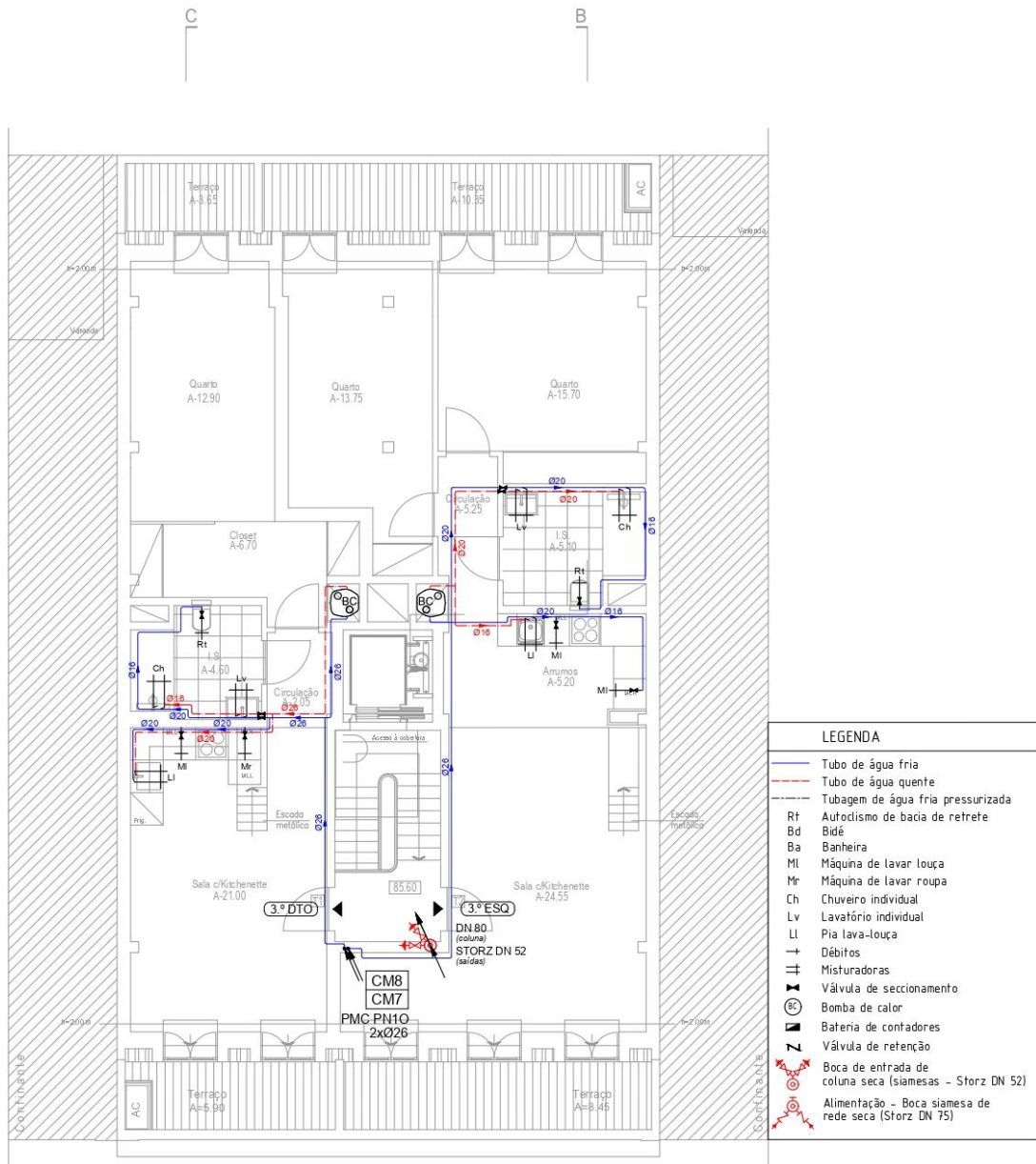




Planta do R/Chão

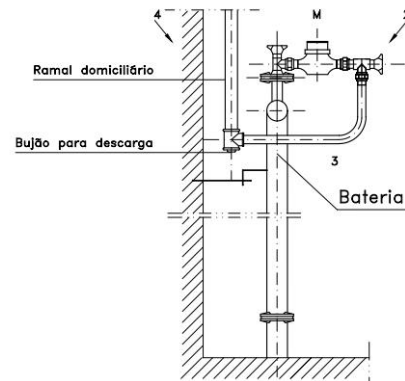
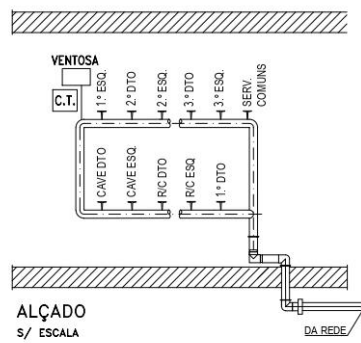
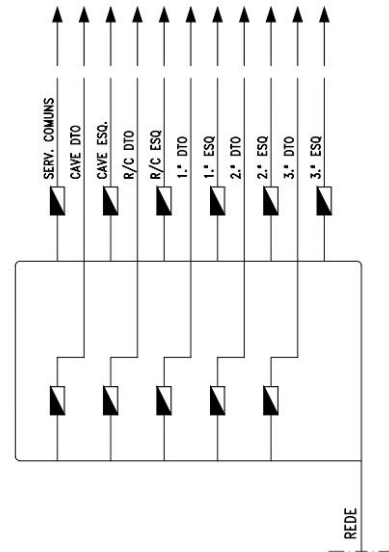
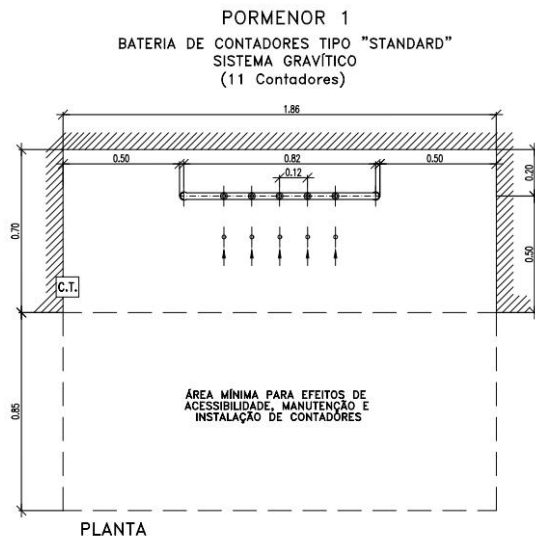






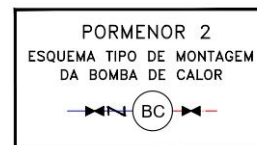
Planta do Sótão/ 3.º





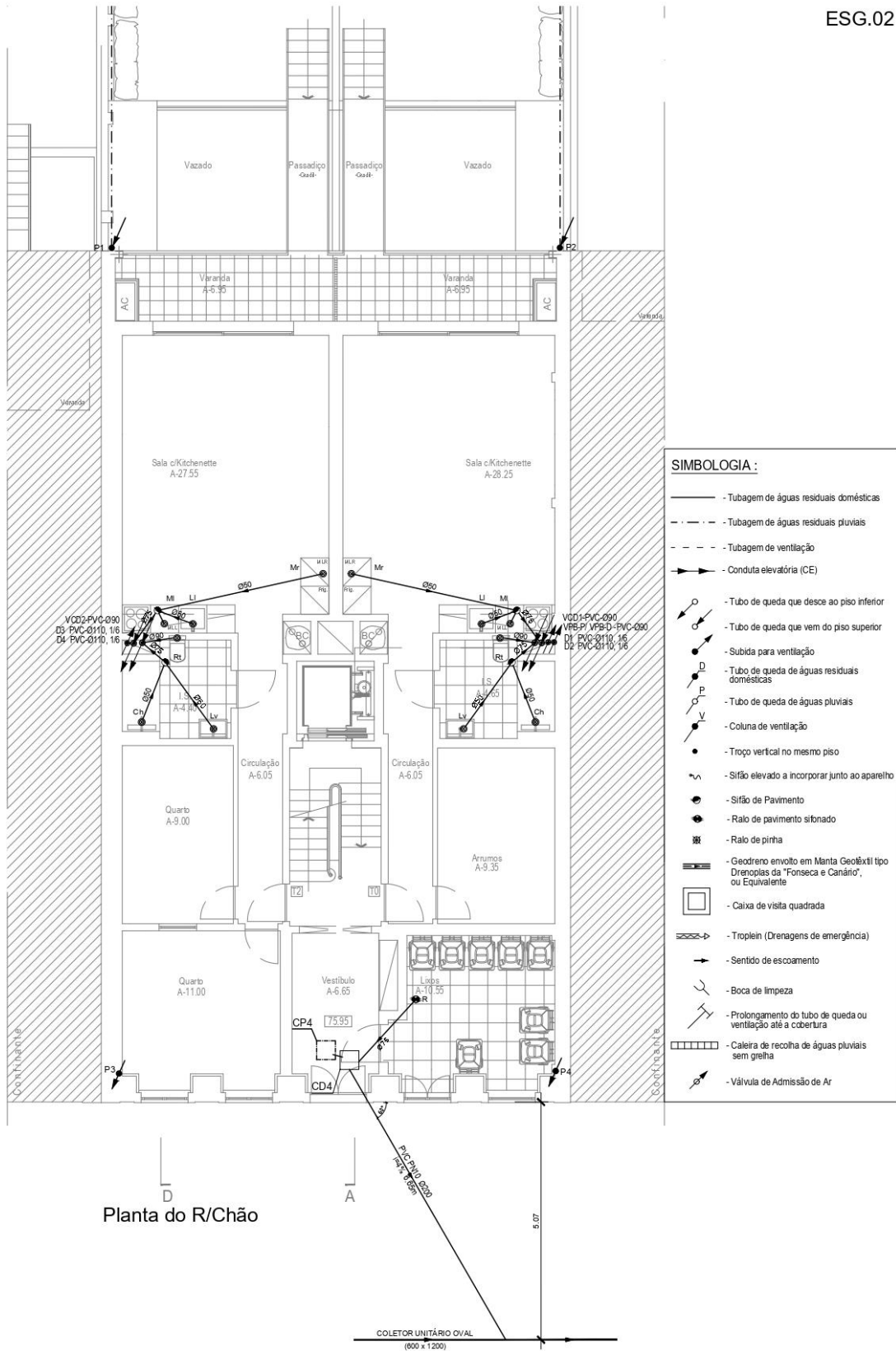
**LEGENDA:**

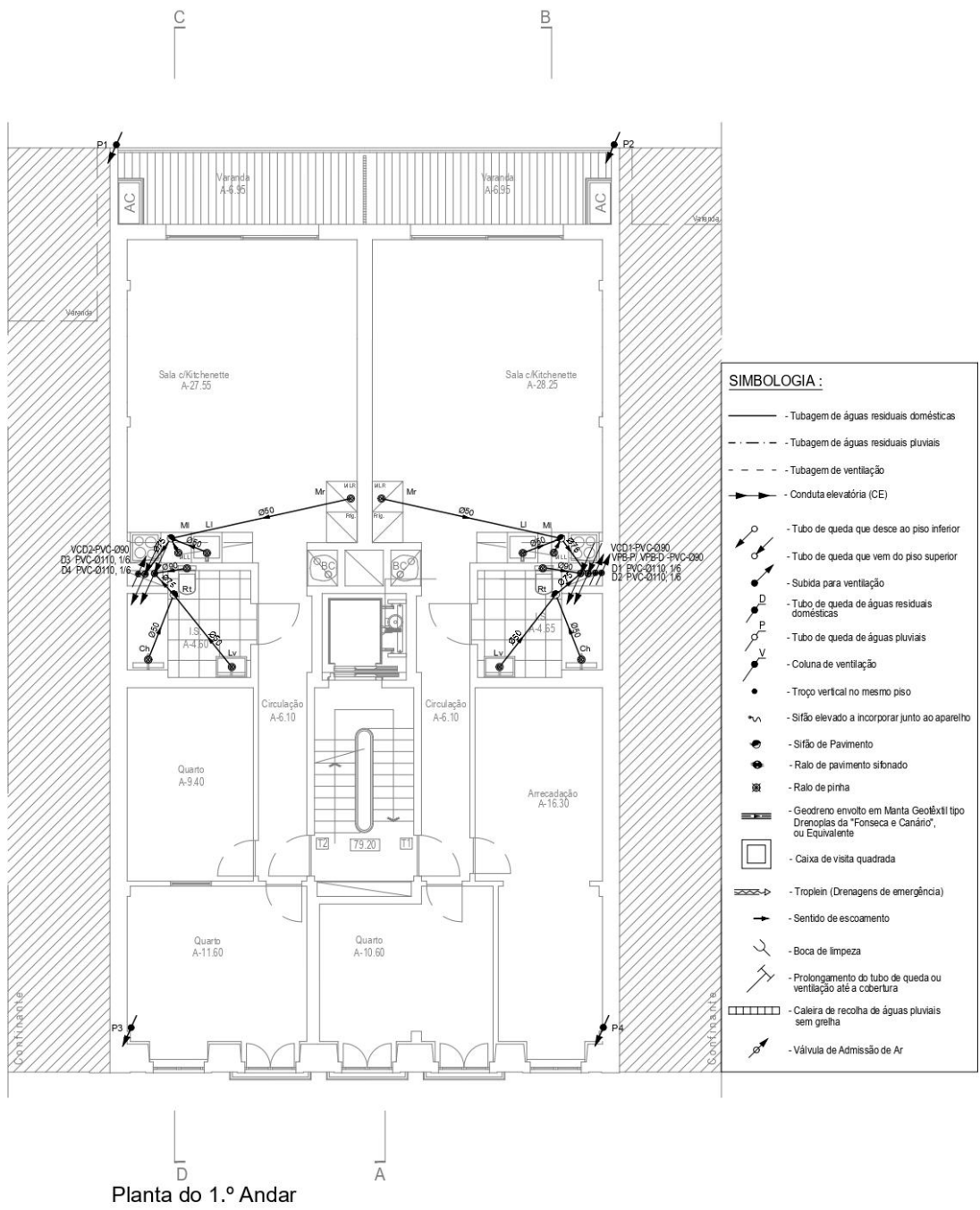
1. BRIDE OU FLANGE - Saída da bateria
2. TROÇO NORMALIZADO PARA O CONTADOR (BY-PASS)
3. TROÇO DE LIGAÇÃO DO CONTADOR À COLUNA INDIVIDUAL - Tubagem flexível envolvida em malha de aço.
4. FIXAÇÃO DAS COLUNAS INDIVIDUAIS
5. CAIXA DE TOMADAS - Características:  
A caixa metálica destina-se a albergar uma tomada de energia eléctrica monofásica, com terra (ligação a partir do quadro de serviços comuns) e uma tomada de telefones de acordo com o R.I.T.A. (ligação a partir do repartidor geral do edifício);  
A entrada e saída dos contadores deverá ser feita pela parte inferior da caixa. Deverá ser possível a saída dos condutores eléctrico e telefónico embudados em tubo, fixado à parede por abraçadeiras;  
A caixa deverá dispôr de fechadura com chave;  
O grau de protecção mínima a satisfazer pela caixa será IP 556, de acordo com a NP 999.

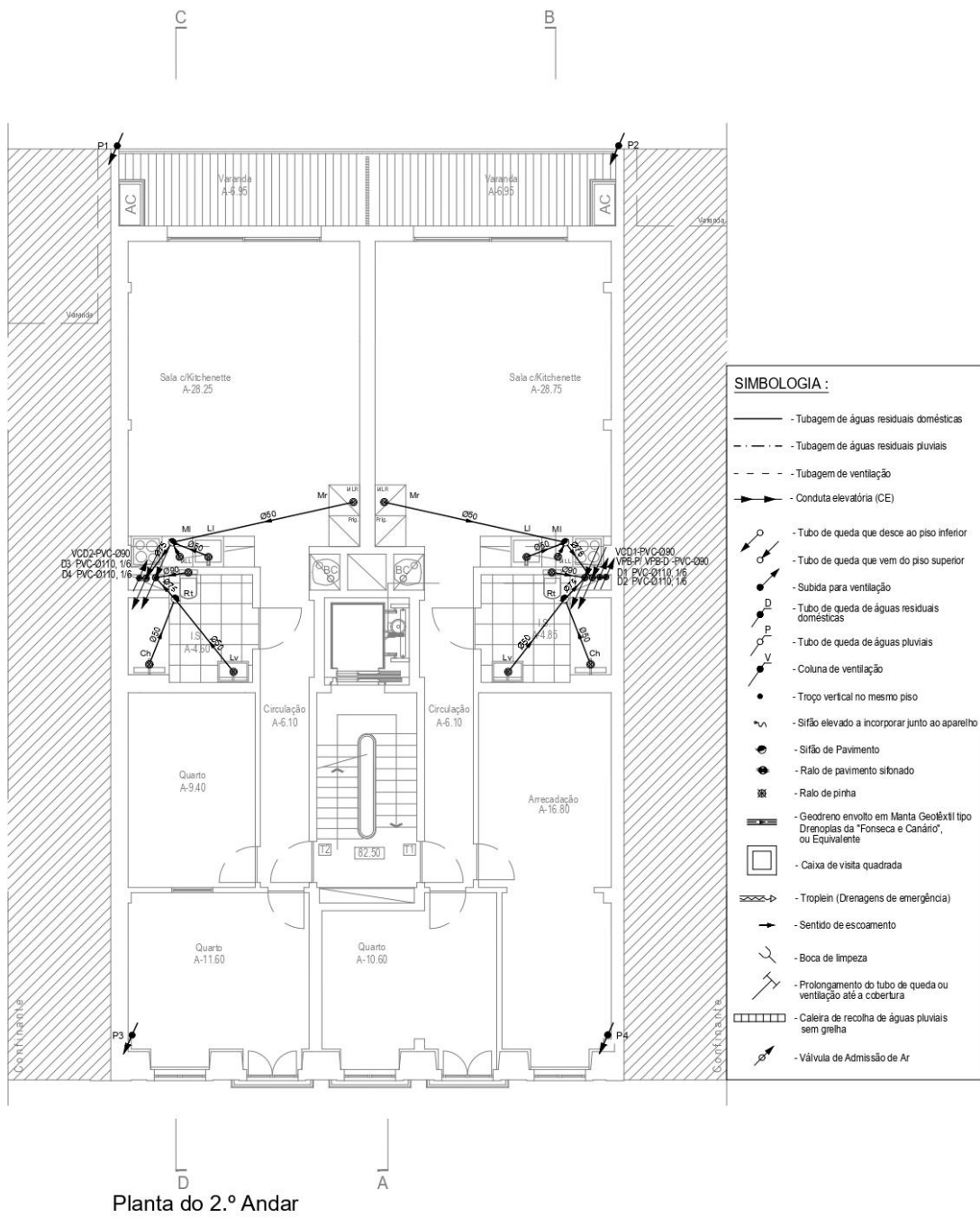


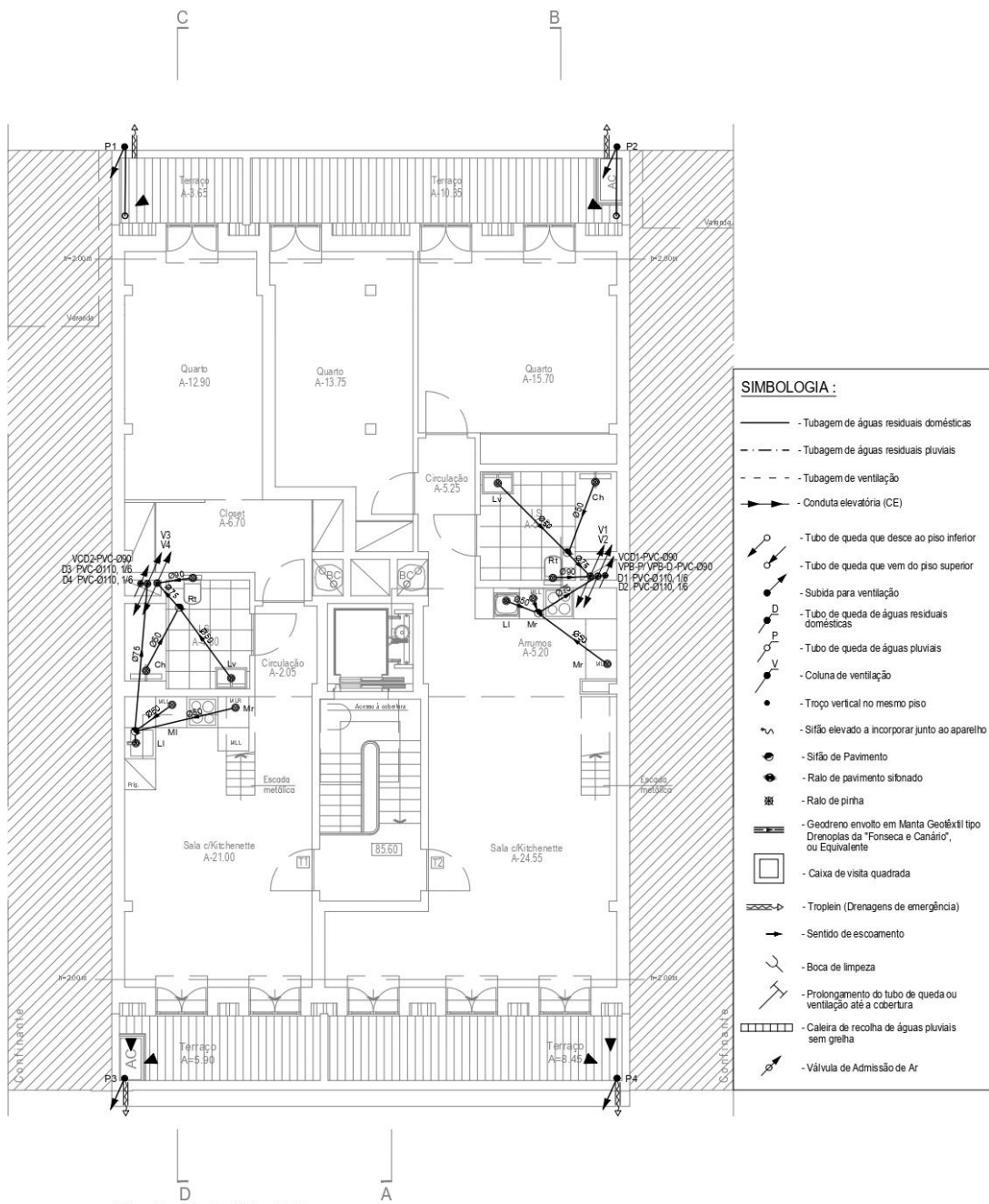


ESG.02









Planta do Sótão/ 3.º



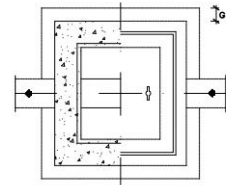


ESG.08

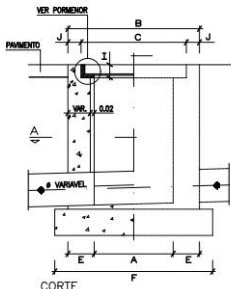


**PORMENORES**

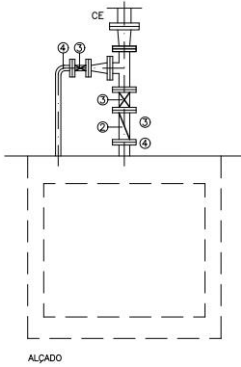
CAIXA DE VISITA  
SEÇÃO QUADRADA  
(REUNIÃO E PASSAGEM)  
S/ ESCALA



PLANTA POR A-B

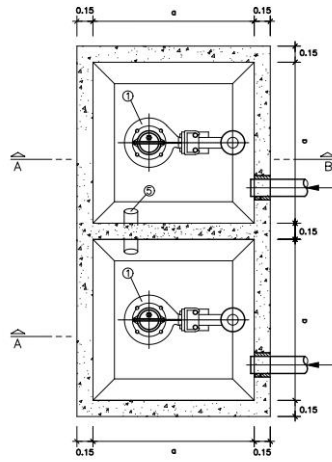


CORTE



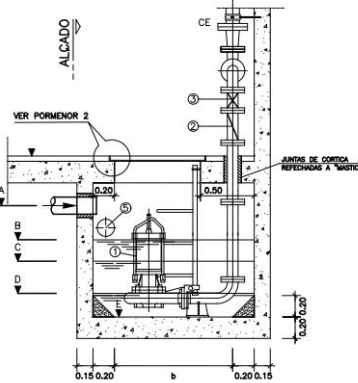
ALCADO

**POÇOS DE BOMBAGEM DOMÉSTICO E PLUVIAL**



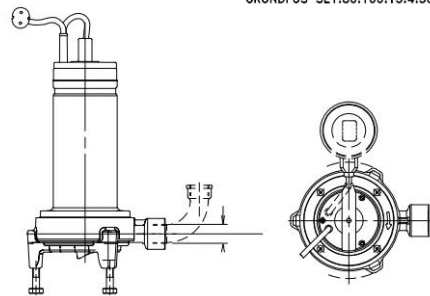
PLANTA

- ① - Bomba submersível
  - ② - Válvulas de retenção (DN80)
  - ③ - Válvulas de seccionamento (DN80)
  - ④ - Descarga da conduta elevatória (DN50)
  - ⑤ - Tubo de despejo entre caixas (DN125)
- A - Cota de soleira do coletor de entrada  
B - Nível de alarme  
C - Nível de arranque das bombas  
D - Nível de paragem das bombas  
E - Cota de fundo do poço



CORTE A-B

**BOMBA TRITURADORA SUBMERSIVEL**  
S/ESCALA  
GRUNDFUS SE1.80.100.15.4.50D.B



## ESG.10

TIPO DE CAIXA	DIMENSÕES (m)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	I
0.30 X 0.30	0.30	0.50	0.40	0.10	0.10	0.50	0.00	≤0.50	0.05	0.05
0.40 X 0.40	0.40	0.60	0.50	0.15	0.10	0.70	0.05	≤0.60	0.05	0.05
0.50 X 0.50	0.50	0.80	0.60	0.15	0.15	0.90	0.05	≤0.80	0.10	0.05
0.60 X 0.60	0.60	0.90	0.70	0.15	0.15	1.00	0.05	≤1.20	0.10	0.05
0.80 X 0.80	0.80	1.10	0.90	0.15	0.15	1.20	0.05	≤2.00	0.10	0.05

ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS	CAIXAS			DIMENSÕES
	CAIXA	Cota Pav.	Cota Sol.	H
	CD1	73.10	72.80	0.30
	CD2	73.10	72.80	0.30
	CD3	73.10	72.70	0.40
	CD4	75.95	75.10	0.85
	PB-D	73.10	71.20	1.80

PLUVIAIS	CP1	73.00	72.70	0.30
	CP2	73.00	72.70	0.30
	CP3	73.10	72.40	0.70
	CP4	75.95	75.45	0.50
	PB-P	73.10	71.20	1.80

Planta	VD1/VD2 VPB-P/VPB-D
Cobertura	PVC-Ø90
Sótão	PVC-Ø90
2.º Andar	PVC-Ø90
1.º Andar	PVC-Ø90
Rés-do-chão	PVC-Ø90
Cave	PVC-Ø90

Aparelho	Ø
Bacia de retrete	Ø 90
Banheira	Ø 50
Bidé	Ø 50
Chuveiro	Ø 50
Lavatório	Ø 50
MLL	Ø 50
MLR	Ø 50
BC	Ø 26
Lava Louça	Ø 50

RESIDUAIS DOMÉSTICOS			PLUVIAIS		
Planta	D1, D2, D3, D4		P1, P2, P3, P4		
Sótão			PVC-Ø110		
2.º Andar	PVC-Ø110, 1/6 Ventilação primária		PVC-Ø110		
1.º Andar	PVC-Ø110, 1/6 Ventilação primária		PVC-Ø110		
Rés-do-chão	PVC-Ø110, 1/6 Ventilação primária		PVC-Ø110		
Cave	PVC-Ø110, 1/6 Ventilação primária		PVC-Ø110		