



**DESENVOLVIMENTO DAS REDES DE ESGOTO E PLUVIAIS DE UM
EDIFÍCIO ALTO COM APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM**

IMANUEL DE JESUS MONTEIRO FONSECA

a58446

Dissertação submetida para aquisição do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA DA CONSTRUÇÃO

Orientador: Professor Doutor Manuel Teixeira Brás César

Dezembro de 2025



DESENVOLVIMENTO DAS REDES DE ESGOTO E PLUVIAIS DE UM
EDIFÍCIO ALTO COM APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM

IMANUEL DE JESUS MONTEIRO FONSECA

a58446

Dissertação submetida para aquisição do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA DA CONSTRUÇÃO

Orientador: Professor Doutor Manuel Teixeira Brás César

Dezembro de 2025

AGRADECIMENTOS

À minha mãe que já não está em nós.

À minha família que sempre foi o meu suporte.

Ao meu orientador e professor.

“Não basta que a rede funcione. Esta deve comportar, além disso, um custo razoável evitando dentro do possível o seu sobredimensionamento” (CYPECAD_MEP, 2016).

A utilização de metodologias e ferramentas do Building Information Modeling (BIM) tem vindo a assumir um papel importante dentro das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no sector da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). O BIM é uma forma de trabalhar em conjunto, em que todos os intervenientes partilham e utilizam a mesma informação digital ao longo de todo o ciclo de vida da construção, desde o projeto inicial até à demolição e gestão dos resíduos, recorrendo a um modelo digital que permite visualizar, analisar e gerir a construção de forma virtual e integrada.

O BIM é aplicado em projetos de diferentes escalas e permite simular cenários, analisar impactos ambientais, controlar custos e detetar conflitos antecipadamente, reduzindo erros e retrabalhos. O modelo digital integra informação geométrica dos elementos da construção e também os seus atributos físicos, custos e prazos de execução.

A indústria da construção civil requer colaboração multidisciplinar e eficiente entre profissionais de engenharia e arquitetura. O BIM surge como uma solução para integrar essas áreas, usando modelos digitais para otimizar o planeamento e execução de projetos complexos. Softwares como o Revit e o CYPE são usados para diferentes aspetos do projeto, permitindo a integração e identificação de erros. No entanto, a aplicação desses softwares é ineficaz sem uma compreensão adequada das normas vigentes, enfatizando a importância do estudo normativo para análise precisa dos resultados, uma vez que podem existir diferenças no dimensionamento entre as metodologias tradicionais e as metodologias BIM e MEP.

O presente trabalho teve como foco o desenvolvimento dos sistemas de esgoto e drenagem pluvial de um edifício de grande porte no Revit, a partir de um projeto 2D, recorrendo à metodologia BIM (3D). O estudo evidenciou os principais benefícios, desafios e aplicações práticas do BIM na busca por um projeto mais eficiente e sustentável, bem como a classificação do produto final, de acordo com os critérios de classificação do BIM.

Palavras-Chave: BIM, MEP, Esgoto, Pluvial, TIC, AEC, Revit, Edifício alto, Modelagem

The use of Building Information Modeling (BIM) methodologies and tools has been playing an increasingly important role within Information and Communication Technologies (ICT) in the Architecture, Engineering, and Construction (AEC) sector. BIM represents a collaborative way of working in which all stakeholders share and use the same digital information throughout the entire life cycle of a construction project, from initial design to demolition and waste management, based on a digital model that enables virtual, integrated visualization, analysis, and management of the asset.

BIM is applied to projects of different scales and allows scenario simulations, environmental impact analyses, cost control, and early detection of clashes between disciplines, thereby reducing errors and rework. The digital information model includes not only the geometric characteristics of building elements but also their physical properties, costs, and construction schedules.

The construction industry requires efficient multidisciplinary collaboration among engineering and architecture professionals. BIM emerges as a solution to integrate these areas through digital models that optimize the planning and execution of complex projects. Software such as Revit and CYPE are used for different aspects of the project, enabling interoperability and error detection. However, the effective application of these tools depends on a proper understanding of applicable standards, highlighting the importance of normative studies for accurate result analysis, since differences may exist between traditional design methods and BIM and MEP methodologies.

This work focused on the development of the sanitary sewer and stormwater drainage systems of a large-scale building on Revit, based on a 2D project and using the BIM (3D) methodology. The study highlighted the main benefits, challenges, and practical applications of BIM in the pursuit of a more efficient and sustainable project, as well as the classification of the final product according to BIM classification criteria.

Keywords: BIM, MEP Sewer, Stormwater, ICT, AEC, Revit, High-rise building, Modeling

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
AIA	American Institute of Architects
AVAC	Aquecimento, ventilação e ar condicionado
BDS	Building Description System
BIM	Building Information Modeling
CAD	Computer-Aided Design
ENDSC	Estratégia Nacional para a Digitalização do Setor da Construção
IFC	Industry Foundation Classes
LOD	Levels Of Development
ND	Nível de Desenvolvimento
RGSPDADR	Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais
ROI	Retorno sobre investimento
RUCAPS	Really Universal Computer-Aided Production System.
BEP	Plano de Execução BIM
MEP	Mechanical, Electrical & Plumbing
ICT	Information and Communication Technologies
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
USACE	United States Army Corps of Engineers
LEAD	Lead, Engineer, Architect, Designer / Developer
EIR	Employer's Information Requirements (Requisitos de Inform. do Empregador)

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Três pilares da metodologia BIM	7
Figura 2.	BIM – Interoperabilidade entre diferentes disciplinas.....	11
Figura 3.	Interação entre intervenientes de um processo tradicional e integrado.	12
Figura 4.	O BIM no mundo atual.....	14
Figura 5.	Implementação do BIM no Matosinhos, Portugal	17
Figura 6.	Implantação do BIM à um conjunto de municípios e projetos em Portugal.....	17
Figura 7.	Fases do ciclo de vida de um empreendimento	18
Figura 8.	Os 4 níveis de maturidade do BIM.....	21
Figura 9.	As dimensões do BIM.....	23
Figura 10.	Níveis de detalhes / desenvolvimento do BIM	26
Figura 11.	Curva de MacLeamy.....	28
Figura 12.	Logotipos de alguns dos principais softwares do BIM.....	36
Figura 13.	BIM versus MEP	38
Figura 14.	Subconjuntos do BIM.....	38
Figura 15.	MEP de Edifício de Seguros el Sol.....	39
Figura 16.	Software Autodesk Revit, versão 2024.....	43
Figura 17.	Gama de elementos e acessórios hidráulicos.....	43
Figura 18.	Software Autodesk Autocad.....	43
Figura 19.	Softwares especializados em hidráulica	44
Figura 20.	Software Cypecad Mep.....	44
Figura 21.	Software Cypeplumbing	44
Figura 22.	Representação 2D do traçado da rede de esgoto e pluviais	45
Figura 23.	Caso de estudo: Disciplina da arquitetura no Revit.....	46
Figura 24.	Caso de estudo: Disciplina da hidráulica no Revit	47

Figura 25. Modelagem da rede de esgotos no Revit 2024.....	48
Figura 26. Ramais de descarga.....	50
Figura 27. Detalhes do traçado (inc, diâmetros e L das tubulações).....	53
Figura 28. Ilustração de tubos de queda e de ventilação.....	54
Figura 29. Terminais dos tubos de ventilação.....	54
Figura 30. Estação elevatória.....	55
Figura 31. Modelagem da rede pluvial do piso 18 no Revit.....	56
Figura 32. Mapa de regiões pluviométricas de Portugal.....	57

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.	As principais diferenças entre o modelo tradicional e integrado/compartilhado.....	13
Tabela 2.	Fases do ciclo de vida de um empreendimento	18
Tabela 3.	Níveis de exigência BIM de alguns países	19
Tabela 4.	Níveis de maturidade do BIM.....	21
Tabela 5.	As dimensões do BIM.....	24
Tabela 6.	Níveis de desenvolvimento do BIM, LODs (segundo padrão internacional).....	26
Tabela 7.	Exemplo prático: Um tubo de esgoto em diferentes LODs	26
Tabela 8.	Principais softwares BIM por categoria.....	35
Tabela 9.	Caudal mínimo de cada aparelho, regulamentado	49
Tabela 10.	Diâmetro mínimo para cada ramal de descarga, regulamentado	50
Tabela 11.	Diâmetros utilizados na modelagem das redes de esgoto e pluviais	51
Tabela 12.	Dados geométricos dos tubos em função dos diâmetros	52
Tabela 13.	Dados geométricos das reduções dos tubos em função dos diâmetros.....	52
Tabela 14.	Tabela de inclinações por diâmetros da tubulação, regulamentado.....	53
Tabela 15.	Constantes que dependem do período de retorno e da região pluviométrica	58
Tabela 16.	Quantidade das tubulações x diâmetros extraídos automaticamente.....	60
Tabela 17.	Quantidades das conexões das redes de esgotos e pluviais extraídos automaticamente.....	60
Tabela 18.	Resultados obtidos no projeto das redes de esgoto e pluviais	62

AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	iv
ABSTRAT	v
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABELAS	ix
SUMÁRIO	x
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	1
1.2. JUSTIFICATIVA	2
1.3. OBJETIVO GERAL	3
1.3.1. Objetivos específicos	3
1.4. METODOLOGIA	4
1.5. ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO	6
2. ESTADO DA ARTE.....	7
2.1. METODOLOGIA BIM (O QUE É O BIM).....	7
2.1.1. Pilares do BIM	7
2.2. CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA	9
2.3. BIM - INTEROPERABILIDADE.....	11
2.4. O BIM NO MUNDO	14
2.5. O BIM NO CONTEXTO NACIONAL.....	16
2.6. ETAPAS DO BIM.....	18
2.7. NÍVEIS DE EXIGÊNCIAS DO BIM.....	19
2.8. NÍVEIS DE MATURIDADE DO BIM	21
2.9. DIMENSÕES DO BIM	23

2.10.	NÍVEIS DE DETALHE / DESENVOLVIMENTO DO BIM	25
2.11.	VANTAGENS E BENEFÍCIOS DO BIM	27
2.12.	DESAFIOS DO BIM	30
2.12.1.	Desafios técnicos / limitações	30
2.12.2.	Diferenças na qualidade e no detalhamento dos modelos	31
2.12.3.	Desafios organizacionais	31
2.12.4.	Desafios legais e normativas	32
2.12.5.	Barreiras financeiras	32
2.12.6.	Barreiras culturais e falta de treinamentos e conhecimentos	33
2.12.7.	Aproveitamento limitado do BIM	34
2.13.	FERRAMENTAS E TECNOLOGIAS – SOFTWARES DO BIM	35
2.14.	PERSPETIVAS FUTURAS PARA O BIM	37
2.15.	BIM MEP.....	38
2.16.	RECOMENDAÇÕES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO BIM.....	40
3.	ESTUDO DE CASO	42
3.1.	ENQUADRAMENTO	42
3.2.	SOFTWARES UTILIZADOS	43
3.3.	SUGESTÕES DE SOFTWARES:	44
3.4.	DADOS DA ARQUITETURA E HIDRÁULICA DO PROJETO	45
3.5.	REDE DE ESGOTO	48
3.5.1.	Dimensionamento da rede de esgotos.....	49
3.5.1.1.	<i>Caudais de descargas por aparelho</i>	49
3.5.1.2.	<i>Diâmetros mínimos dos ramais de descarga</i>	49
3.5.1.3.	<i>Coletores</i>	51
3.5.1.4.	<i>Tubos de queda (Colunas de queda)</i>	53
3.5.1.5.	<i>Tubos de ventilação (Colunas de ventilação)</i>	54
3.5.1.6.	<i>Estação elevatória</i>	55
3.6.	REDE PLUVIAL.....	56
3.6.1.	Dimensionamento da rede pluvial.....	57
3.6.1.1.	<i>Caudais de descargas por área</i>	57
3.6.1.2.	<i>Ramais de descargas</i>	58
3.6.1.3.	<i>Ponto de descarga final</i>	58

3.6.1.4.	<i>Coletores</i>	58
3.6.1.5.	<i>Tubos de queda (Colunas de queda)</i>	59
3.7.	MAPA DE QUANTIDADES / TABELA DE QUANTIDADES	60
3.8.	RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS NO PROJETO UTILIZANDO A METODOLOGIA BIM	62
3.9.	DESAFIOS E LIMITAÇÕES METODOLÓGICAS ENCONTRADOS NO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	63
4.	CONCLUSÕES	64
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS	66
6.	ANEXOS	69

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

O setor europeu da construção civil está no centro de um conjunto complexo, mas também promissor, de desafios económicos, ambientais e sociais, representando cerca de 9% do PIB da União Europeia e empregando aproximadamente 18 milhões de pessoas (Eu BIM, 2017).

Segundo a mesma fonte, à semelhança de outros setores, a construção assiste atualmente à sua própria «revolução digital», tendo até agora beneficiado apenas de tímidas melhorias de produtividade. É nesse sentido que a Modelação da Informação da Construção (Building Information Modelling (BIM), em inglês) está a ser rapidamente adotada por empresas de construção com o objetivo de otimizar processos, reduzir custos, gerando economia, e aumentar a vantagem competitiva com impacto significativo na produtividade e eficiências operacionais, assim como maior qualidade das infraestruturas e melhor desempenho ambiental.

O avanço tecnológico registado ao longo dos últimos anos tem-se verificado em diferentes formas nas quais se inclui a cada vez maior adoção de ferramentas e processo de trabalho suportados na metodologia BIM (Bernstein, 2014).

Os governos e as entidades públicas adjudicantes na Europa e no mundo reconhecem o valor do BIM enquanto meio estratégico para viabilizar os objetivos em matéria de custos, qualidade e política.

O presente trabalho tem como objetivo principal o desenvolvimento das redes de esgoto e pluviais de um edifício alto utilizando a metodologia BIM.

1.2. JUSTIFICATIVA

O crescimento urbano e a verticalização das cidades impõem desafios significativos ao planejamento e execução das infraestruturas, destacando-se as redes prediais de esgoto sanitário e pluviais, sobretudo em edifícios de grande altura.

Esses sistemas devem ser projetados com precisão para garantir eficiência hidráulica, segurança, durabilidade e conformidade com as normas técnicas. Tradicionalmente, o desenvolvimento desses projetos ocorre de forma fragmentada e bidimensional, o que pode acarretar fragilidades, retrabalhos e dificuldades de compatibilização entre disciplinas: arquitetura, estrutura, hidráulica, elétrica, incêndios e aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC).

A metodologia BIM surge como uma ferramenta inovadora e estratégica para superar essas limitações. Ao integrar informações tridimensionais, dados técnicos e etapas do ciclo de vida da edificação, o BIM permite um planejamento mais eficiente, simulações mais precisas e uma melhor visualização das redes prediais. Diante disso, esta dissertação justifica-se pela necessidade de explorar os benefícios práticos da aplicação do BIM no desenvolvimento dessas redes em edifícios altos, contribuindo para projetos mais sustentáveis, integrados e tecnologicamente atualizados.

1.3. OBJETIVO GERAL

O principal objetivo desta dissertação é desenvolver o projeto das redes de esgotos e pluviais de um edifício de grande porte, aplicando a metodologia BIM como ferramenta de modelação, coordenação e verificação técnica. Busca-se demonstrar as vantagens da aplicação do BIM na conceção destas infraestruturas, com ênfase na precisão do dimensionamento.

1.3.1. Objetivos específicos

Os objetivos específicos incluem:

- ✓ Modelar as redes prediais em ambiente BIM, utilizando softwares especializados como Autodesk Revit e com o auxílio do Autodesk Autocad, dimensionadas com base nas normas técnicas vigentes, nomeadamente o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (RGSPDADR) ao dimensionamento dos sistemas;
- ✓ Identificar e corrigir possíveis interferências com a arquitetura;
- ✓ Analisar os ganhos em eficiência, precisão e qualidade da documentação técnica em relação ao processo convencional;
- ✓ Identificar as limitações da aplicação da metodologia BIM.

Nota: Um dos objetivos específicos que não pôde ser verificado consistiu em identificar e corrigir interferências com outras especialidades do edifício, como estrutura e hidráulica, por indisponibilidade destes elementos, que serão objeto de estudo em outras dissertações.

1.4. METODOLOGIA

Para atingir os objetivos anteriormente referidos, a metodologia desta dissertação adota uma abordagem aplicada e sistemática, com base na modelação e análise de um edifício alto utilizando a tecnologia BIM, tendo como foco o desenvolvimento das redes de drenagem predial de águas residuais (esgotos domésticos) e pluviais.

A presente pesquisa adota uma abordagem exploratória e descritiva, de natureza qualitativa, com o objetivo de analisar os desafios e possibilidades na modelação de redes prediais e urbanas de esgoto e pluviais com recurso ao BIM. A investigação visa compreender as limitações práticas encontradas por utilizadores iniciantes, a ausência de templates padronizados e as dificuldades associadas à parametrização de tubulações e conexões.

A metodologia está organizada, com base, em cinco etapas principais:

✓ 1ª Etapa: Revisão bibliográfica e normativa

Será realizada uma pesquisa teórica com base em normas técnicas (como o RGSPDADR), manuais técnicos, artigos científicos e documentos oficiais sobre o desenvolvimento de redes de drenagem e a implementação do BIM em projetos hidráulicos. Esta etapa fundamenta teoricamente o estudo e contextualiza o uso da modelação digital no setor da construção.

✓ 2ª Etapa: Definição do problema e objetivos

A partir da revisão bibliográfica, serão identificados os principais entraves enfrentados na aplicação do BIM a redes de esgoto e pluviais, especialmente no uso do Revit. Com isso, será delimitado o problema central da investigação e definidos os objetivos gerais e específicos da tese.

✓ 3ª Etapa: Estudo de caso prático

Será atribuído um projeto de edificação (real), no qual será aplicado o processo de modelação da rede de esgoto e pluviais utilizando o Autodesk Revit. O estudo de caso permitirá analisar, na prática, os desafios de configuração dos elementos da rede, como diâmetros, inclinações, materiais e conexões.

✓ 4ª Etapa: Aplicação das ferramentas BIM

Será utilizada a ferramenta Autodesk Revit e o complemento Autocad para a criação e parametrização dos sistemas. Nesta fase, será feita a adaptação de famílias de componentes e a simulação completa da rede hidráulica, respeitando os critérios técnicos e normativos.

✓ 5ª Etapa: Análise dos resultados e discussão

Os dados obtidos no estudo de caso serão analisados com base em critérios técnicos (eficiência, precisão, compatibilidade normativa) e operacionais (facilidade de uso, limitações do software, impacto da falta de templates). A partir dessa análise, serão elaboradas considerações críticas e recomendações para otimização do processo de modelação.

Esta abordagem metodológica permitirá uma compreensão aprofundada dos obstáculos enfrentados no uso do BIM para redes de drenagem e apontará caminhos para a padronização e maior eficiência na concepção de projetos hidráulicos digitais.

1.5. ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO

A dissertação encontra-se organizada e estruturada por quatro capítulos:

✓ 1º Capítulo: Introdução

Nesta fase inicial, é efetuado um enquadramento geral do tema abordada na presente dissertação destacada a sua justificativa, e de seguida define-se os principais objetivos, a metodologia aplicada, bem como a sua estrutura e organização.

✓ 2º Capítulo: Estado da Arte

Nesta fase, realiza-se o levantamento de fundamentos teóricos sobre os fundamentos do Building Information Modeling (BIM) e a sua aplicação prática no desenvolvimento de projetos hidráulicos, destacando-se a história, as etapas, os níveis de detalhe e de maturidade, bem como as dimensões do BIM, com base na análise bibliográfica.

✓ 3º Capítulo: Estudo de caso (Desenvolvimento das redes de esgoto e pluviais de um edifício alto, utilizando a metodologia BIM)

Este é o capítulo central da estrutura da dissertação. A modelação é realizada utilizando o Autodesk Revit e, com base nas informações do edifício e nas exigências normativas, realiza-se a criação do modelo tridimensional do edifício (já disponibilizada a arquitetura), com a inserção dos elementos das redes de esgoto e pluviais com base no dimensionamento prévio, atribuição de propriedades paramétricas (materiais, diâmetros, inclinações, tipos de conexões, etc.), estabelecimento de níveis, cotas e elementos estruturais de referência e a utilização de templates, plugins e famílias adaptadas às normas portuguesas, quando necessário. Ainda nesse capítulo procura-se identificar as dificuldades e limitações encontradas durante a modelação, e não menos importantes algumas recomendações futuras.

✓ 4º Capítulo: Conclusões

Na fase final, em jeito de conclusão, procede-se à análise dos resultados no que toca principalmente as relações dos mapas de quantidades, avaliando a eficiência da distribuição das tubagens e dispositivos hidráulicos, a clareza e precisão da documentação gerada automaticamente (plantas, cortes, quantidades, listas de materiais, etc.), o desempenho do processo BIM em comparação com métodos tradicionais, com base em critérios como tempo de projeto, número de conflitos detetados, capacidade de visualização e nível de coordenação.

2.1. METODOLOGIA BIM (O QUE É O BIM)

O BIM (Modelação da Informação na Construção, segundo o buildingSMART) é uma metodologia de trabalho colaborativa baseada na criação e gestão de modelos digitais tridimensionais contendo informações geométricas e funcionais de uma construção. Esses modelos acompanham todas as fases do ciclo de vida do empreendimento, desde o planeamento, projeto e execução até a manutenção e demolição. O BIM permite uma maior integração entre os profissionais envolvidos, reduz erros, maior eficiência, qualidade e sustentabilidade para o setor (Eastman C. T., 2014).

2.1.1. Pilares do BIM

A presente metodologia assenta em três pilares fundamentais (tecnologia, pessoas e processos) que se encontram mutuamente interligados (AJ - Grupo, 2023). A Figura 1 representa graficamente essa inter-relação, da qual emergem novas terminologias e conceitos resultantes das intersecções entre esses elementos.

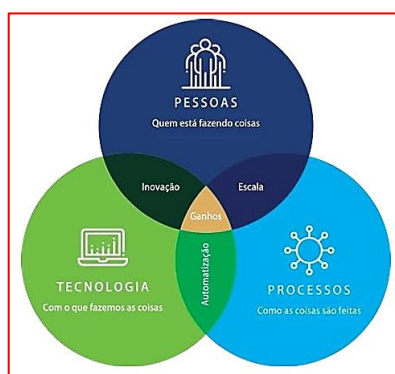


Figura 1. Três pilares da metodologia BIM
Fonte: AJ - Grupo, 2023

Os três pilares (pessoas, processos e tecnologia) sustentam a metodologia. As “pessoas” assumem um papel central na tomada de decisões e na gestão dos demais pilares, promovendo colaboração e cocriação. Os “processos” visam otimizar a eficiência e incentivar a inovação, rompendo com os métodos tradicionais. Já a “tecnologia” impulsiona a transformação digital, permitindo novas formas de conceber, comunicar e partilhar informação de modo global e integrado.

Por outras palavras, a metodologia BIM é uma forma de trabalhar em projetos de arquitetura e engenharia civil que está ganhando espaço em todo o mundo, tornando-se gradualmente o padrão para planeamento, projeto, construção e gerenciamento de edifícios e infraestruturas (ZIGURATE, INSTITUTE OF TECHNOLOGY, 2025).

Segundo Eu BIM, 2017, o BIM constitui um fator estratégico determinante na melhoria da tomada de decisões relativas a edifícios e infraestruturas públicas em todo o ciclo de vida da construção. Aplica-se a novos projetos edificados e, sobretudo, apoia a renovação, reabilitação e manutenção do ambiente construído.

A aplicação do BIM representa a etapa de digitalização do setor da construção. É indiscutível que a utilização mais ampla da tecnologia, de processos digitais, da automatização e de trabalhadores mais qualificados contribui largamente para o nosso futuro económico, social e ambiental.

2.2. CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA

O BIM não é apenas um software, mas uma metodologia de trabalho que revolucionou e transformou a indústria da construção civil. Embora o termo BIM tenha ganhado mais força nas últimas décadas, suas raízes são bem mais antigas. Sua história é fascinante, começando como um conceito e evoluindo com o avanço da tecnologia.

O conceito que hoje conhecemos como BIM começou a ser formulado pelo professor e arquiteto Charles M. Eastman, professor do Instituto de Tecnologia da Geórgia, nos Estados Unidos.

Segundo Eastman C. M (1974) as primeiras ideias sobre essa metodologia surgiram em 1962 através do cientista da computação americana Douglas Engelbart, que apresentou a ideia da representação digital de projetos de construção.

Sensivelmente um ano depois, em 1975, Chuck Eastman desenvolve o Building Description System (BDS), em português: Sistema de descrição de edifícios, considerado o embrião do BIM atual. O BDS defende a ideia de criar modelos digitais que não fossem apenas desenhos geométricos, mas que também contivessem informações sobre materiais, custos e outros dados importantes do projeto. Essa visão foi fundamental para o que o BIM se tornaria. Nessa época, surgiram alguns softwares que tentavam abordar essa ideia, como o Really Universal Computer-Aided Production System (RUCAPS), Sonata, Reflex e Gable 4D Series. No entanto, a tecnologia da época, incluindo o hardware, era cara e limitava a adoção generalizada.

Já entre os anos 1980 e 1990 surgiram os primeiros programas Computer-Aided Design, em português: Desenho Assistido por Computador (CAD) com capacidades paramétricas, onde começa a distinção entre CAD tradicional (desenho 2D) e modelagem orientada a objetos (BIM).

Essa mesma década marcou a transição dos sistemas CAD 2D para o 3D. O ArchiCAD (desenvolvido pela Graphisoft e lançado em 1987) foi um dos pioneiros ao introduzir a modelagem paramétrica, introduzindo assim o conceito de "edifício virtual", onde todos os aspectos do projeto e construção poderiam ser modelados em um único ambiente digital. Muitos consideram o ArchiCAD a primeira implementação comercial do que viria a ser o BIM.

Paralelamente, houve o desenvolvimento do formato Industry Foundation Classes (IFC) que se tornou um padrão fundamental para a interoperabilidade entre diferentes softwares BIM, permitindo a troca de informações de forma mais eficaz. O IFC é um formato de arquivo aberto

e padronizado, desenvolvido pela BuildingSMART, utilizado para intercâmbio de dados BIM entre diferentes softwares (como Revit, ArchiCAD, CYPE, etc.).

Segundo Kymmell (2008), no início dos anos 2000, o termo BIM começou a ser amplamente adotado e padronizado. Empresas como a Autodesk, com a aquisição do Revit (originalmente desenvolvido pela Charles River Software), impulsionaram a popularização e o desenvolvimento da tecnologia BIM.

Nesse período, o BIM deixou de ser apenas uma ferramenta de desenho 3D para se tornar uma metodologia abrangente que integra informações sobre o ciclo de vida completo de um projeto, desde a concepção até a operação e manutenção.

Os países escandinavos estão entre os pioneiros na adoção do BIM, sendo que a Finlândia iniciou a utilização da metodologia em 2002, e em 2007 houve um mandato da confederação da indústria da construção finlandesa que impôs a utilização do IFC (Building Smart, 2025).

Em 2010, dá-se a Difusão e Legislação, onde países como Reino Unido, Finlândia e Noruega exigem BIM em obras públicas, tornando-se o seu uso uma exigência estratégica na União Europeia, como consta no Manual do “Eu BIM” (2017).

2.3. BIM - INTEROPERABILIDADE

“BIM é uma filosofia de trabalho que integra arquitetos, engenheiros e construtores (AEC) na elaboração de um modelo virtual preciso, que gera uma base de dados que contém tanto informações topológicas como os subsídios necessários para orçamento, cálculo energético e previsão de insumos¹ e ações em todas as fases da construção” (Eastman, 2008). O BIM promove uma abordagem colaborativa em que todos os intervenientes (do projeto à operação) trabalham sobre um modelo único e integrado, assegurando maior eficiência, precisão e sustentabilidade no processo construtivo. A Figura 2 demonstra a interoperabilidade entre diferentes disciplinas.



Figura 2. BIM – Interoperabilidade entre diferentes disciplinas
Fonte: (CON, 2020)

É igualmente importante evidenciar como a interoperabilidade difere entre um método convencional e um processo verdadeiramente integrado, sobretudo no que toca aos benefícios deste último, que se refletem na interação entre os intervenientes e na tomada de decisões durante todas as fases do ciclo de vida da obra.

A Figura 3 mostra a comparação da interação entre intervenientes de um processo tradicional e integrado/compartilhado.

¹ Insumos: são todos os recursos necessários para executar a obra ao longo das suas diferentes fases (materiais, mão de obra, equipamentos, serviços, tempo e custos associados).

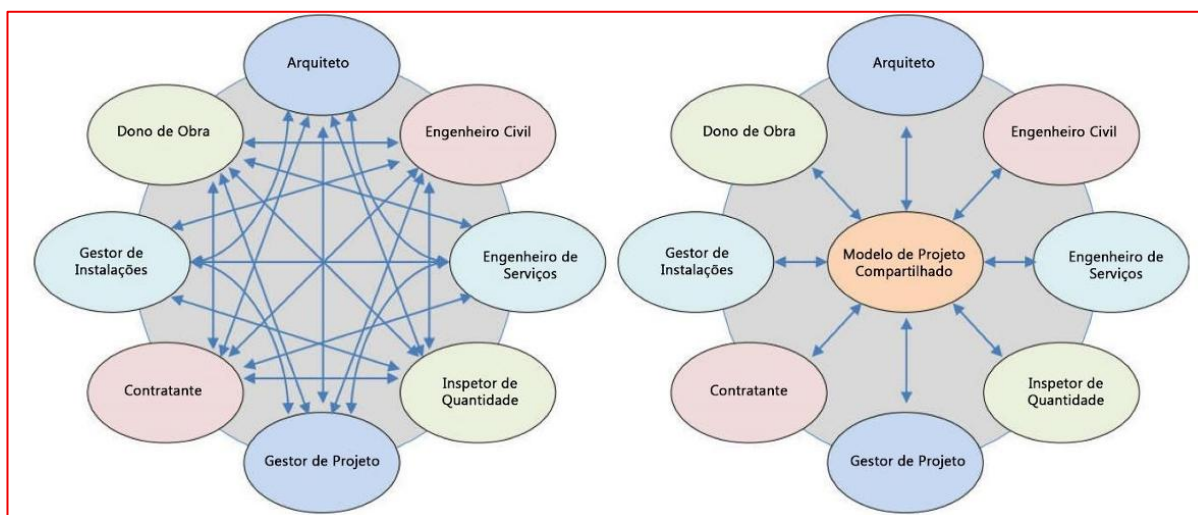


Figura 3. Interação entre intervenientes de um processo tradicional e integrado.
Fonte: (Silva, 2024)

No modelo tradicional, à esquerda da figura, cada interveniente comunica-se de forma fragmentada e muitas vezes redundante. As trocas de informação ocorrem de modo bilateral e isolado, o que resulta em um fluxo de comunicação complexo e suscetível a falhas.

Neste contexto:

- ✓ O arquiteto, engenheiro civil, engenheiro de serviços, gestor de instalações, fiscal de qualidade, contratante e o gestor de projeto trocam informações diretamente entre si;
- ✓ A quantidade de interações cresce de forma desorganizada, aumentando o risco de inconsistências, atrasos, retrabalhos e dificuldades de coordenação;
- ✓ Cada especialidade trabalha com base em documentos próprios, o que dificulta a integração e a atualização simultânea dos dados do projeto.

Já no modelo integrado/compartilhado, à direita da figura, todos os intervenientes estão conectados a um modelo de projeto compartilhado, que centraliza a informação e padroniza o fluxo de comunicação.

Neste modelo:

- ✓ Cada interveniente consulta e atualiza um único repositório de dados, eliminando divergências entre versões do projeto;
- ✓ A comunicação deixa de ser múltipla e redundante e passa a ser organizada, direta e controlada;

- ✓ O gestor de projeto, o arquiteto, engenheiros e demais intervenientes tomam decisões baseadas na mesma informação, o que melhora significativamente a coordenação, precisão técnica e eficiência;
- ✓ Reduz-se o número de erros e retrabalhos, e aumenta-se a transparência e a colaboração ao longo de todas as fases da construção.

A tabela 1 resume as principais diferenças entre os dois modelos.

Tabela 1. As principais diferenças entre o modelo tradicional e integrado/compartilhado

Aspecto	Modelo tradicional	Modelo integrado
Fluxo de comunicação	Fragmentado, redundante	Centralizado e estruturado
Troca de informação	Bilateral e complexa	Através de um modelo único
Risco de erro	Elevado	Reduzido
Colaboração	Limitada	Elevada
Coordenação	Difícil e sujeita a conflitos	Fluida e organizada
Eficiência	Baixa	Alta

Fonte: Elaboração própria com base em pesquisas

2.4. O BIM NO MUNDO

O BIM está cada vez mais presente na indústria da construção em todo o mundo. O Reino Unido tornou-se um líder na normalização BIM, em larga medida graças à iniciativa governamental. Desde 2016, o setor público exige a aplicação da metodologia BIM, sendo definidos requisitos de informação específicos na contratação de obras públicas (Building Smart, 2025).

Prevê-se que o BIM venha a tornar-se a referência mundial para a execução de projetos de infraestruturas (Eu BIM, 2017). Ainda assim, na Figura 4, é possível observar a implementação da metodologia BIM no mundo atual.

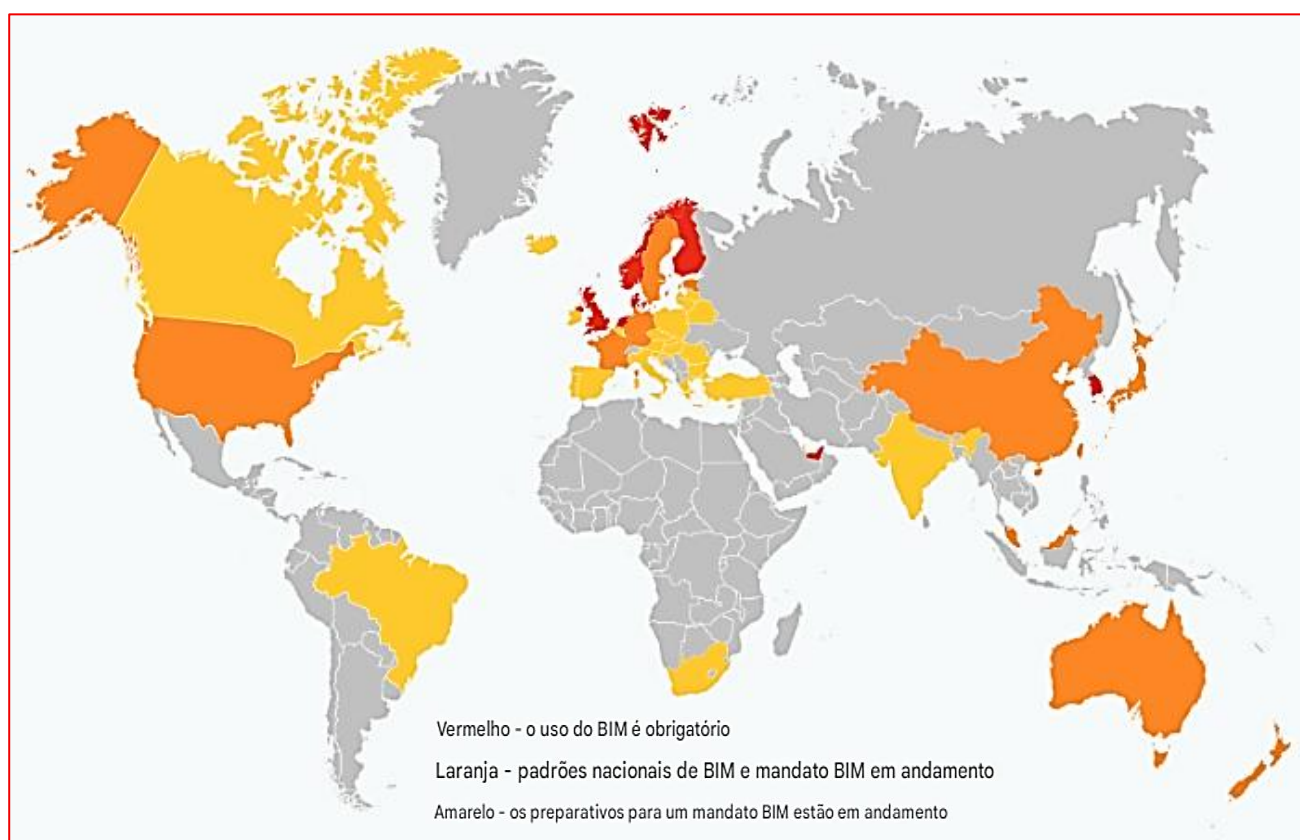


Figura 4. O BIM no mundo atual
 Fonte: (Building Smart, 2025)

Europa:

A Europa é uma das regiões mais avançadas na implementação do BIM.

- ✓ Reino Unido foi pioneiro ao tornar obrigatório o uso de BIM em obras públicas desde 2016, estabelecendo padrões e diretrizes muito influentes mundialmente;

- ✓ Noruega, Dinamarca, Finlândia e Suécia utilizam BIM de forma madura, com forte integração entre empresas, governo e instituições de pesquisa;
- ✓ Portugal, Espanha e França evoluíram significativamente, com a criação de estratégias nacionais e exigência gradual de BIM em obras públicas.

Américas:

- ✓ Estados Unidos têm uma adoção expressiva desde o início dos anos 2000, com grande participação de empresas privadas e agências governamentais como o United States Army Corps of Engineers (USACE) a exigir BIM em projetos militares;
- ✓ Canadá possui diversas iniciativas provinciais e avançou no desenvolvimento de normas nacionais;
- ✓ Na América Latina, países como Chile, Brasil, Peru e México criaram estratégias nacionais para padronizar e acelerar o uso do BIM em obras públicas.

Ásia e Oceânia

- ✓ Singapura, Japão, Coreia do Sul e China investem fortemente na digitalização da construção, usando BIM em grandes infraestruturas e megaprojetos urbanos;
- ✓ Austrália e Nova Zelândia adotam o BIM de forma consistente, com normas próprias e forte colaboração entre os setores público e privado.

África

Embora a adoção esteja ainda em fase inicial, cresce o investimento em digitalização:

- ✓ África do Sul lidera o continente com políticas e capacitação em BIM;
- ✓ Países como Marrocos, Egito e Nigéria vêm incorporando gradualmente o BIM em projetos de infraestrutura;
- ✓ Pequenos Estados insulares e países lusófonos, incluindo Cabo Verde, começam a introduzir BIM em projetos de engenharia, principalmente através de formação técnica e uso de softwares como Revit, ArchiCAD e CYPE.

2.5. O BIM NO CONTEXTO NACIONAL

Em Portugal, a adoção da metodologia BIM tem partido sobretudo de empresas que reconhecem vantagens na adoção da metodologia e de donos de obra que pretendem impor uma forma de trabalhar que minimize erros e incompatibilidades de projeto, sendo visível uma mudança no panorama geral da indústria da construção.

A BuildingSMART Internacional é um organismo mundial que impulsiona a transformação digital da indústria da construção. Identifica-se como uma associação neutra, inovadora, aberta, interoperável, colaborativa e horizontal. O capítulo português BuildingSMART Portugal é composto por todos os agentes do sector da construção: promotores e investidores, empresas de construção, engenharia e arquitetura; desenvolvedores de software; centros de investigação; fabricantes de produtos e materiais; universidades e administrações públicas. A associação tem como visão liderar a transformação digital em Portugal, permitindo uma melhor colaboração e fluxos de trabalho digitais (BuildingSmart, 2025).

Ainda que a Lei n.º 50/2023, de 28 de agosto, autorize o Governo a proceder à reforma e simplificação dos processos de licenciamento no âmbito do urbanismo e do ordenamento do território, pelo disposto na alínea v) do artigo 2.º, surgem posteriormente outras normas complementares, como o Decreto-Lei n.º 10/2024.

“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). Lei n.º 50/2023, de 28 de agosto.

Já o Diário da República, Decreto-Lei n.º 10/2024, de 8 de janeiro (“Simplex Urbanístico”), diz que: *“A partir de 1 de janeiro de 2030 passa a ser obrigatório apresentar os projetos de arquitetura “modelados digital e parametricamente” segundo a metodologia BIM.”*

Segundo o mesmo decreto: *“Haverá um projeto-piloto para validação de projetos BIM que começa em 1 de janeiro de 2027, envolvendo alguns municípios e projetos públicos mais relevantes.”*

Apesar que em Portugal o uso do BIM ainda não é obrigatório por lei, porém, ele tem ganho importância crescente e que a sua implementação está a ser promovida por várias entidades

públicas e privadas, através de diversas iniciativas e projetos. A Câmara Municipal de Matosinhos (Figura 5) foi pioneira ao adotar o BIM em seus projetos de novas obras e na manutenção de edifícios e vias públicas (Figuras 5 e 6).



Figura 5. Implementação do BIM no Matosinhos, Portugal

Fonte: Extraído do site da Câmara Municipal de Matosinhos, publicado como notícia em 29 de março de 2023 :

www.cm-matosinhos.pt



Figura 6. Implantação do BIM à um conjunto de municípios e projetos em Portugal

Fonte: (Decreto Lei nº10/2024, 2024), de 8 de janeiro

2.6. ETAPAS DO BIM

As etapas do BIM englobam um processo que vai desde a concepção e planeamento até a operação e manutenção de um edifício, incluindo a renovação ou demolição, tudo isso de forma colaborativa e com a utilização de um modelo digital que contém informações detalhadas sobre o projeto. Por outras palavras as etapas do BIM, de certa forma espelham nas fases do ciclo de vida de qualquer empreendimento.

A BIMMDA (2025) nos fornece a Figura 7 e a Tabela 2 que explicam claramente as fases de vida de um empreendimento e consequentemente as fases do BIM, que vai desde do estudo preliminar (01) até reabilitação ou demolição (09).



Figura 7. Fases do ciclo de vida de um empreendimento
 Fonte: (BIMMDA, 2025)

Tabela 2. Fases do ciclo de vida de um empreendimento

Fase	Sub-fases
Desenho e Construção	1 Estudo prévio
	2 Projeto de execução
	3 Detalhes construtivos
Construção	4 Documentação de projeto
	5 Cronograma (4D) e Orçamentação (5D)
	6 Construção
Operação	7 Modelo "As Built" - Telas Finais
	8 Operação e Manutenção
	9 Reabilitação ou Demolição

Fonte: (BIMMDA, 2025)

2.7. NÍVEIS DE EXIGÊNCIAS DO BIM

A adoção de metodologias e ferramentas BIM tem ganho destaque no setor AEC, integrando-se cada vez mais nas Tecnologias de Informação e Comunicação. Em vários países, como os nórdicos e o Reino Unido, já existem normas definidas e a utilização do BIM tornou-se obrigatória, ou tornar-se-á em breve, especialmente em projetos de obras públicas, (Pinho, 2015).

A Tabela 3 apresenta o resumo da exigência BIM de alguns países.

Tabela 3. Níveis de exigência BIM de alguns países

País	Exigência BIM	Ano de obrigatoriedade de obras públicas	Observações
Reino Unido	Obrigatório	Desde 2016	Um dos países pioneiros. Exige BIM Nível 2 em contratos públicos.
Finlândia	Obrigatório	Desde 2007	Uso muito avançado, com forte apoio governamental.
Noruega	Obrigatório	Desde 2010 (parcial)	Aplicado em projetos de infraestruturas públicas.
Alemanha	Obrigatoriedade parcial	Desde 2020 (progressivo até 2025)	Iniciado por grandes obras públicas e infraestruturas.
França	Recomendado	Estratégia nacional com apoio governamental	O uso é promovido, mas não é totalmente obrigatório.
Espanha	Progressivo	A partir de 2019 em infraestruturas	Obrigatoriedade gradual no setor público.
Itália	Obrigatório	Desde 2019 (progressivo por valor da obra)	BIM é exigido para obras públicas acima de certos valores.

Fonte: (Pinho, 2015).

Em Portugal, apesar da crescente utilização destes processos, ainda não é obrigatório por lei, mas tem ganho importância crescente. A sua implementação está a ser promovida por várias entidades públicas e privadas.

Estado atual:

- ✓ Não obrigatório em contratos públicos (até 2024), mas:
 - Recomendado em projetos financiados por fundos europeus;
 - Presente em grandes obras de infraestrutura (ferrovias, aeroportos, hospitais).
- ✓ O Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e a Ordem dos Engenheiros têm incentivado a padronização do BIM;

- ✓ A Estratégia Nacional para a Digitalização do Setor da Construção (ENDSC) (em desenvolvimento) poderá trazer diretrizes formais para o uso do BIM;
- ✓ Algumas entidades públicas (como Infraestruturas de Portugal e Metropolitano de Lisboa) já exigem BIM em projetos específicos.

Perspetivas:

- ✓ Portugal poderá seguir a tendência europeia de tornar o BIM obrigatório até 2030, especialmente em projetos financiados pela UE. O Decreto-Lei n.º 10/2024 (Simplex Urbanístico), que entrou em vigor, estabelece a obrigatoriedade da apresentação de projetos de arquitetura modelados digital e parametricamente (BIM) a partir de 1 de janeiro de 2030 nos processos de licenciamento. Além disso, a partir de 1 de janeiro de 2027, terá início um projeto-piloto para utilização e validação desses modelos, tal como foi mencionado no ítem 2.5, referente BIM no contexto nacional;
- ✓ O país participará em iniciativas como o EU BIM Task Group, que promove a uniformização das práticas BIM na Europa.

2.8. NÍVEIS DE MATURIDADE DO BIM

Os Níveis de maturidade BIM indicam o grau de adoção/evolução e integração da metodologia BIM em uma organização ou em um projeto. Eles descrevem a progressão desde o uso de ferramentas CAD 2D até a colaboração totalmente integrada. Por outras palavras eles indicam o grau de evolução e integração tecnológica que uma equipa ou organização conseguiu atingir no uso do BIM, mostrando como a informação é criada, partilhada e gerida durante o projeto.

Esses níveis servem como um roteiro para as organizações avaliarem sua capacidade atual e definirem metas claras para a implementação do BIM. Eles ajudam a:

- Diagnosticar: Entender onde a empresa se encontra na jornada de adoção do BIM;
- Planear: Desenvolver uma estratégia de implementação faseada, identificando as tecnologias, processos e treinamentos necessários para avançar;
- Melhorar a Colaboração: Promover a integração e o trabalho conjunto entre as equipas.
- Otimizar Processos: Reduzir erros, retrabalhos e custos, e aumentar a produtividade;
- Competitividade: Posicionar a empresa de forma mais forte no mercado.

Os modelos mais comuns dividem a maturidade em 4 níveis, como se pode ver na Figura 8.



Figura 8. Os 4 níveis de maturidade do BIM
Fonte: (Biblus, 2025)

A Tabela 4 mostra uma síntese dos 4 níveis de maturidade do BIM.

Tabela 4. Níveis de maturidade do BIM

Nível de maturidade	Observações
Nível 0	Prática tradicional
	Desenhos e detalhes 2D
	Falta de interoperabilidade
	fluxo de trabalho baseado em documentação
Nível 1	Modelagem 3D baseado em objetos
	Modelagem 3D, automação de detalhes de quantidades

Nível 2	Modelo baseado em colaboração
	Modelagem 3D, automação de detalhes de quantidades
Nível 3	Integração baseada em rede
	Modelo multidimensional
	Análise completa em etapas iniciais envolvendo custos, processo Lean ² , comunicação etc.

Fonte: (Martins, 2024)

O nível mais avançado de maturidade BIM, o nível 3, é marcado pela integração total dos sistemas e equipes por meio de uma rede digital. Nesse estágio, o BIM se torna uma plataforma completa que abrange todas as fases do ciclo de vida do projeto, desde o design até a operação e manutenção da edificação. A troca de informações é contínua e ocorre em tempo real, permitindo uma gestão extremamente precisa dos recursos, custos e prazos. A integração baseada em rede permite que todos os participantes tenham acesso a dados atualizados simultaneamente, o que facilita a tomada de decisões e a coordenação do projeto (Martins, 2024).

Entender os níveis de maturidade BIM em diferentes países é complexo, pois não existe uma classificação única e universalmente aceita. Muitos países adotam os níveis de maturidade do Reino Unido (Níveis 0, 1, 2 e 3), que foram formalizados pelas normas PAS 1192 e, mais recentemente, pela norma ISO³ (19650).

Portugal tem demonstrado um progresso notável na adoção do BIM, especialmente nos últimos anos, impulsionado tanto por iniciativas governamentais quanto pelo setor privado. Embora não haja um mandato BIM abrangente para todos os projetos públicos como no Reino Unido, o país tem estabelecido um roteiro claro para a sua implementação.

Portugal pode ser posicionado entre o Nível 1 e o Nível 2 de maturidade BIM na escala geralmente aceita (baseada nos modelos britânico e ISO 19650), com uma clara tendência de avançar para o Nível 2 e, em alguns setores e empresas, já operar nesse patamar ou além.

² O processo Lean (também conhecido como Lean Construction no setor da construção civil) que busca melhorar os fluxos de trabalho, reduzir custos e prazos, e aumentar a qualidade da entrega final.

³ A ISO 19650 é uma norma internacional que fornece diretrizes para a gestão da informação em projetos de construção utilizando BIM (Building Information Modeling). Ela é baseada no padrão britânico BS 1192 e na norma PAS 1192, e aplica-se a todos os tipos de projetos, independentemente da dimensão ou complexidade.

2.9. DIMENSÕES DO BIM

As dimensões do BIM são diferentes dos níveis de maturidade. Elas se referem à forma pela qual os tipos específicos de dados são vinculados a um modelo de informação. Assim, ao criar dimensões adicionais aos dados, você pode começar a entender melhor seu projeto de construção: quais as principais etapas de trabalho, como ele será entregue, quanto será seu orçamento e como deverá ser mantido (ANFACER, s.d.).

Cada uma das dimensões dos processos BIM recebe uma definição de acordo com a sua aplicação nas diferentes etapas de projeto, execução e operação, no entanto, estas nomenclaturas e duas definições podem apresentar variações de acordo com a literatura ou organização de procedência (Gabriel da Silva, 2021). Por outras palavras as chamadas dimensões BIM referem-se à agregação de dados e inteligência ao modelo tridimensional.

A Figura 9 e a Tabela 5 mostram tecnicamente as dimensões do processo BIM pode começar no 1D, mas as "dimensões do BIM" reconhecidas como parte do conceito de BIM começam no 3D.



Figura 9. As dimensões do BIM
Fonte: JC-BIM: Dimensões do BIM

- 1D - Protocolos
- 2D - Colaboração
- 3D - Modelagem Paramétrica
- 4D - Planejamento
- 5D - Estimativas de Custo
- 6D - Sustentabilidade
- 7D - Operação e Manutenção
- 8D - Segurança
- 9D - Construção Enxuta
- 10D - Construção Industrializada

Tabela 5. As dimensões do BIM

Dimensão	Nível	Explicação
1D	-----	Implantação de protocolos BIM a nível organizacional ou governamental
2D	Pré-BIM	Desenhos em CAD (DWG), sem integração de dados.
3D	1ª dimensão BIM	Modelagem tridimensional com objetos inteligentes (ex.: tubos com parâmetros).
4D	2ª	Integração do tempo (cronograma).
5D	3ª	Custo e orçamento.
6D	4ª	Sustentabilidade e desempenho / Eficiência energética
7D	-----	Operação e manutenção (ciclo de vida).
8D	-----	Busca da segurança e saúde durante o ciclo de vida da construção, relacionado ao conceito de Acidente Zero.
9D	-----	Introdução da filosofia de gestão enxuta no setor da construção, chamada de Construção Enxuta ou Lean Construction
10D	-----	Industrialização do setor da construção civil, visando torna-lo mais produtivo através da integração de novas tecnologias e sua digitalização. É o objetivo comum das outras dimensões do BIM.

Fonte: JC-BIM: Dimensões do BIM / Elaboração própria

2.10. NÍVEIS DE DETALHE / DESENVOLVIMENTO DO BIM

A definição de Levels of development - Níveis de desenvolvimento (LOD) foi desenvolvida pelo AIA (American Institute of Architects) e está descrita no documento do FORUM (2016).

Segundo Pinho (2015) o LOD é a quantidade de informação geométrica fornecida pelo autor do conteúdo ou por outro participante do projeto. O LOD para um modelo BIM deve corresponder às necessidades do modelador, do engenheiro projetista, e dos orçamentistas. Por outras termos eles indicam o quanto um elemento do modelo está desenvolvido, tanto na sua geometria quanto na informação que contém. Quanto maior o LOD, mais real, completo e preciso é o elemento.

Um ponto importante é diferenciar Nível de detalhe de Nível de desenvolvimento. O primeiro refere-se principalmente à representação geométrica do modelo, ou seja, quão detalhado está o elemento do modelo em termos de forma, dimensões e aparência. Já o segundo indica o quanto um elemento do modelo está completo e confiável, incluindo geometria e informações (tipo de material, resistência, custos, datas de entregas), para suportar decisões de projeto, construção e operação.

BIM LEAD⁴, 2025 diz que, quando o BIM é usado na construção, o nível de detalhe pode variar de uma ampla representação geométrica a um modelo preciso do tipo “as-built”. No entanto, alguns elementos do modelo de construção são desenvolvidos em um ritmo mais rápido e os componentes personalizados necessitam de detalhes adicionais de fabricação.

Em outras palavras, O LOD indica o quanto um elemento está desenvolvido, tanto em sua representação visual quanto nas informações associadas, servindo como referência para uso, responsabilidade e confiabilidade do modelo em cada fase do projeto (Figura 10).

⁴ O termo BIM Lead refere-se ao profissional responsável por coordenar, gerir e supervisionar todo o processo BIM em um projeto de construção. É um papel estratégico dentro da implementação do BIM. As suas funções são: coordenar equipas, gerir informação, preservar a qualidade e a conformidade, ser o suporte técnico e estratégico, comunicar e fazer relatórios.

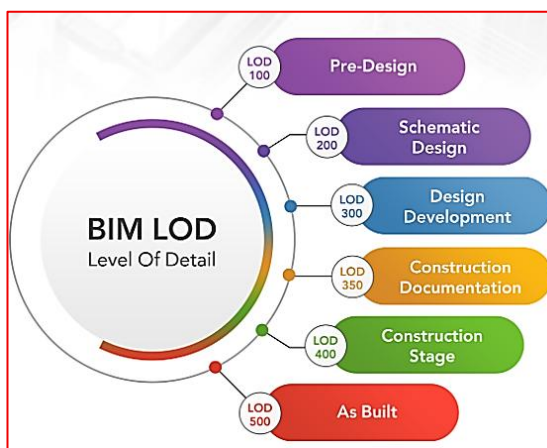


Figura 10. Níveis de detalhes / desenvolvimento do BIM
 Fonte: (BIM LEAD, 2025)

Segundo bimforum.org (2013) a Tabela 6 resume os níveis de detalhe/desenvolvimento do BIM.

Tabela 6. Níveis de desenvolvimento do BIM, LODs (segundo padrão internacional)

LOD	Nome	Descrição Geral	Aplicação típica
LOD 100	Conceitual	Representação gráfica genérica, sem dimensões reais. Elemento é simbólico.	Estudo de viabilidade, anteprojeto
LOD 200	Aproximado	Forma, dimensão e localização aproximadas. Identificável como tipo genérico.	Projeto prévio, estimativas iniciais
LOD 300	Preciso (Design)	Representação precisa em geometria, localização e orientação. Pode extrair quantidades.	Projeto executivo, coordenação
LOD 350	Detalhado	Inclui elementos de interface com outros sistemas (fixações, suportes, conexões).	Compatibilização e documentação técnica
LOD 400	Construtivo	Geometria e dados prontos para fabricação e montagem. Elemento está conforme será executado.	Fase de obra, pré-fabricação
LOD 500	As Built	Reflete a condição real do que foi construído, com verificação em campo.	Operação, manutenção e gestão do ativo

Fonte: (bimforum.org, 2013) / Elaboração própria

A Tabela 7 faz a representação e uso de um tubo de esgoto nos diferentes níveis de detalhe.

Tabela 7. Exemplo prático: Um tubo de esgoto em diferentes LODs

LOD	Representação e uso
LOD 100	Linha genérica indicando onde o tubo pode passar.
LOD 200	Volume com dimensões aproximadas, posição provisória.
LOD 300	Tubo com dimensões corretas, inclinação e pontos de ligação.
LOD 350	Inclui suportes, conexões e interferências com outros sistemas.
LOD 400	Modelo pronto para fabricação: fabricante, código, material.
LOD 500	Modelo final como foi instalado, com número de série e documentação de manutenção.

Fonte: Elaboração própria

2.11. VANTAGENS E BENEFÍCIOS DO BIM

Uma das principais vantagens do BIM é a coordenação e colaboração entre as equipas. Ao trabalhar em um modelo digital integrado, arquitetos, engenheiros e empreiteiros podem atuar de forma simultânea e coordenada, reduzindo significativamente os conflitos entre disciplinas e evitando retrabalhos. Um exemplo prático em Portugal ocorreu na *Estação do Metro do Porto*, onde a colaboração digital permitiu otimizar o trabalho conjunto das várias equipas envolvidas no projeto.

O BIM também contribui para uma maior precisão e redução de erros, garantindo consistência entre plantas, cortes e detalhes construtivos. Durante a construção do *Hospital de Gaia*, o uso de modelos BIM permitiu minimizar erros na compatibilização das instalações elétricas e hidráulicas, evitando atrasos e custos adicionais.

Outra vantagem importante é a eficiência no planeamento e gestão de projetos. Com a simulação de cronogramas (4D) e orçamentos (5D), o BIM permite prever etapas da obra, custos associados e otimizar a utilização de recursos e logística. Um exemplo foi o *Complexo de Escritórios do ISCTE-IUL, em Lisboa*, onde a modelação digital ajudou a planejar melhor as etapas da obra e controlar o orçamento com maior precisão.

A redução de custos é um benefício direto da utilização do BIM. Ao minimizar retrabalhos e desperdício de materiais, bem como prevenir atrasos, a metodologia contribui para maior rentabilidade. *Em obras públicas de reabilitação em Lisboa*, o BIM ajudou a reduzir significativamente o desperdício de materiais.

Além disso, o BIM promove qualidade e sustentabilidade nos projetos. Com análises de desempenho energético e ambiental, é possível otimizar sistemas prediais e garantir cumprimento de normas e certificações. No *Edifício da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto*, o BIM foi utilizado para simular eficiência energética e otimizar os sistemas HVAC.

O BIM também facilita a gestão do ciclo de vida do edifício, permitindo acesso a informações sobre equipamentos, materiais e histórico de intervenções, o que auxilia na manutenção e gestão de ativos. Um exemplo, também em Portugal é o *Hospital de São João*, onde o modelo digital serviu como base para a gestão de manutenção de equipamentos médicos e infraestruturas prediais.

Por fim, o BIM melhora a transparência e comunicação entre todos os stakeholders⁵, incluindo clientes, investidores e entidades reguladoras. A visualização do projeto em 3D permite decisões mais informadas. Em concursos públicos municipais, o uso do BIM possibilitou que os decisores compreendessem melhor os projetos antes da aprovação final.

A Curva de MacLeamy⁶ (Figura 11) é um ótimo exemplo de como funciona o fluxo de trabalho em BIM, em virtude das suas vantagens e em contraste com o fluxo de trabalho tradicional.

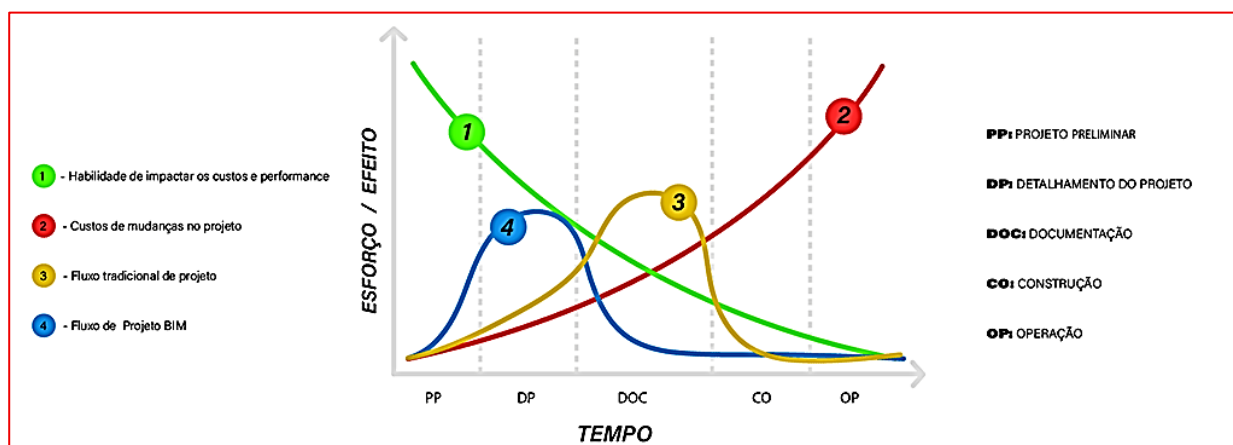


Figura 11. Curva de MacLeamy

Fonte: grupoarcis.com.br/curva-de-macleamy/

O gráfico ilustra o custo crescente de modificações de projeto e como uma equipe de projeto progride no processo. Suas curvas analisam a distribuição de tempo-esforço ao longo dos processos do projeto e construção. A Curva de MacLeamy além de demonstrar o funcionamento do fluxo de trabalho no BIM também compara com o fluxo de trabalho em CAD.

O eixo Y demonstra a causalidade entre esforço e efeito. Ao passo que o eixo X demonstra os processos e ciclo de vida do projeto. Ao analisar as curvas, notamos que há quatro curvas:

- ✓ **Curva 1** – (*Habilidade de impactar os custos e performance/desempenho*) - Investir tempo e esforço nas fases iniciais de um projeto, especialmente nos estágios de concepção e elaboração tem um efeito positivo e significativo sobre os custos de construção e o desempenho global da edificação. Quanto mais cedo as decisões críticas forem tomadas,

⁵ Stakeholders são todas as pessoas, grupos ou organizações que têm interesse, influência ou são afetados por um projeto, decisão ou atividade.

⁶ Patrick MacLeamy é um arquiteto e executivo americano. Atualmente é presidente da BuildingSMART International. Anteriormente, ele atuou como presidente e CEO da HOK, uma empresa global de arquitetura e projetos.

maior será a capacidade de influenciar positivamente os resultados econômicos e técnicos do projeto;

- ✓ **Curva 2** – (*Custos de mudança no projeto*) - As alterações realizadas nas fases iniciais são consideravelmente menos custosas do que aquelas feitas nas fases posteriores. Esse comportamento está relacionado ao maior grau de liberdade existente durante o desenvolvimento inicial, permitindo a avaliação de alternativas com menor impacto financeiro. A aplicação do método BIM reforça essa vantagem, uma vez que a modelação 3D facilita a análise de soluções e a previsão de desafios antes da execução;
- ✓ **Curva 3** – (*Fluxo tradicional de projeto*) - No processo tradicional, o esforço de trabalho tende a aumentar progressivamente ao longo das fases do projeto, atingindo o ponto máximo durante a preparação dos documentos finais, como plantas, cortes, cronogramas e listas de materiais. Após essa etapa, o esforço diminui, acompanhando a fase de execução e operação, quando já existem menos possibilidades de alteração;
- ✓ **Curva 4** – (*Fluxo do projeto BIM*) - O fluxo de trabalho baseado em BIM (workflow BIM⁷) redistribui o esforço ao longo do processo, concentrando uma maior dedicação nas fases iniciais. Essa antecipação permite explorar soluções de forma integrada, reduzir retrabalhos e minimizar custos de alteração. Assim, o BIM maximiza os benefícios de planejar detalhadamente desde o início, quando as mudanças ainda são pouco dispendiosas e altamente eficazes.

⁷ Workflow BIM - É o fluxo de trabalho que organiza como a informação é criada, usada, compartilhada e atualizada ao longo de um projeto usando a metodologia BIM. Em vez de cada disciplina trabalhar isolada, o BIM cria um processo colaborativo, baseado em modelos digitais integrados.

2.12. DESAFIOS DO BIM

Apesar das inúmeras vantagens que o BIM proporciona as construções, a sua implementação acarreta alguns desafios, nomeadamente técnicos, organizacionais, normativas, financeiras e até culturais.

Por exemplo, quando empresas em diferentes estágios de maturidade BIM colaboram em um projeto, surgem desafios que podem comprometer a eficiência e a qualidade dos trabalhos. Esses desafios incluem:

2.12.1. Desafios técnicos / limitações

A interoperabilidade entre softwares é um dos principais desafios técnicos que a implementação do BIM enfrenta, já que o mercado oferece uma variedade de ferramentas com diferentes formatos e padrões de arquivos. Essa falta de compatibilidade pode criar conflitos/confusões na comunicação e na troca de informações entre as diversas equipas envolvidas no projeto (arquitetos, engenheiros e construtores), gerando retrabalhos e atrasos na execução, além de comprometer o término das obras, por exemplo, por exceder o orçamento inicial face esses retrabalhos e atrasos.

Além disso, a incompatibilidade de ferramentas e protocolos torna também um desafio, na medida em que empresas em níveis mais baixos de maturidade ainda operam com fluxos de trabalho baseados em documentação 2D e ferramentas isoladas, enquanto aquelas em níveis mais avançados já utilizam modelagem 3D colaborativa e ambientes de dados integrados. Essa disparidade gera incompatibilidade entre sistemas, o que dificulta a integração dos modelos e dados entre as empresas. Isso frequentemente resulta em retrabalho e perda de informações, além de exigir conversões constantes de arquivos, o que pode comprometer a qualidade dos dados.

Outro desafio importante é a capacitação de profissionais, que requer um investimento contínuo em treinamentos uma vez que o BIM não é apenas uma ferramenta, mas novo método de trabalho que exige uma mudança na forma como os projetos são concebidos e geridos.

A falta de mão de obra qualificada nesse contexto representa também uma barreira significativa, uma vez que muitas instituições de ensino não incorporam o BIM em seus currículos. É nesse

sentido, que se torna necessário, promover a educação e a capacitação, não só, para formar novos profissionais, mas também para atualizar aqueles que já estão no mercado.

2.12.2. Diferenças na qualidade e no detalhamento dos modelos

A diferença no nível de detalhamento entre as empresas é outro grande desafio. Empresas mais maduras entregam modelos ricos em dados e altamente detalhados, enquanto aquelas que ainda estão no nível 1 ou 2 podem fornecer modelos mais simples e desatualizados. Isso impacta a capacidade de realizar análises completas, como a detecção de interferências e a geração precisa de quantitativos. Projetos colaborativos exigem que todos os envolvidos estejam no mesmo nível de precisão, o que nem sempre é possível quando há diferentes maturidades BIM.

2.12.3. Desafios organizacionais

A implementação do BIM enfrenta diversos desafios organizacionais, que se revelam críticos para sua adoção e eficácia dentro das empresas do setor da construção.

Um dos principais obstáculos é a mudança de cultura organizacional, que exige uma transformação profunda na maneira como as equipes trabalham e se comunicam. Muitas vezes, as empresas estão enraizadas em práticas tradicionais e têm uma certa resistência em adotar novas metodologias devido ao medo do desconhecido e à resistência natural à mudança. Isso requer uma liderança forte e uma estratégia clara que incentive a aceitação do BIM como uma ferramenta benéfica, promovendo workshops, treinamentos e um plano de implementação gradual que garanta que todos os membros da equipe compreendam seus papéis dentro desse novo paradigma.

Outro desafio significativo é a gestão de projetos, que deve ser reavaliada e adaptada para integrar o BIM de forma eficiente. Isso inclui a revisão de processos, cronogramas e responsabilidades, assegurando que todos os indivíduos envolventes estejam alinhados e que a informação flua de maneira eficaz entre as várias partes envolvidas. A gestão de projetos também deve incorporar uma abordagem colaborativa, onde diferentes disciplinas interagem e compartilham dados em tempo real, minimizando erros e otimizando o uso dos recursos.

Para que os benefícios do BIM sejam plenamente alcançados, é fundamental que as organizações reconheçam e abordem esses desafios organizacionais com um planejamento estratégico claro, investindo na capacitação e engajamento de suas equipes e na adaptação dos processos de gerenciamento, criando assim um ambiente de trabalho que favoreça a inovação e a eficiência.

2.12.4. Desafios legais e normativas

Além dos desafios mencionados anteriormente para com a implementação do BIM, o setor da construção civil depara também um conjunto de desafios legais e normativos que dificultam sua adoção plena. Um dos principais obstáculos é a carência de uma legislação específica que regulamente o uso do BIM, o que gera insegurança jurídica tanto para os profissionais quanto para as empresas envolvidas em projetos de construção.

A responsabilidade civil é outro aspecto crítico, pois a atribuição de culpa em casos de falhas ou problemas decorrentes de projetos realizados com o uso do BIM é complexa. As implicações legais podem variar de acordo com a interpretação das normas existentes, levando a um cenário em que profissionais e empresas precisam estar extremamente cuidadosos e bem informados sobre suas obrigações e direitos.

Assim, a integração entre as entidades reguladoras, os profissionais do setor e as instituições educacionais é essencial para desenvolver diretrizes claras que orientem a prática do BIM, promovendo uma cultura de conformidade que minimiza riscos legais e maximiza a eficiência dos processos construtivos.

2.12.5. Barreiras financeiras

A implementação do BIM pode ser significativamente impactada por barreiras financeiras que podem inibir seu avanço nas organizações. O custo de implementação é um dos principais obstáculos enfrentados pelas empresas, visto que a adoção do BIM requer investimento em tecnologias, softwares especializados, infraestrutura e treinamento de pessoal.

Esses custos iniciais podem ser um fator desmotivador para pequenas e médias empresas, que muitas vezes operam com orçamentos mais restritos. Além disso, a transição para o BIM

demanda tempo e recursos, o que pode gerar preocupação em relação à alocação financeira e à viabilidade do investimento em um momento em que a competitividade do mercado é intensa.

Por outro lado, a questão do retorno sobre investimento (ROI) é igualmente complexa. Muitas empresas hesitam em adotar o BIM devido à dificuldade em quantificar benefícios a longo prazo em comparação com os custos imediatos. Enquanto o BIM pode levar a economias significativas em projetos de grande escala, como redução de desperdícios e melhorias na eficiência, esses benefícios podem não ser claramente percebidos em prazos curtos.

2.12.6. Barreiras culturais e falta de treinamentos e conhecimentos

A adoção do BIM não é apenas uma questão tecnológica, mas também cultural. Empresas menos maduras podem enfrentar resistência interna para adotar novas metodologias e ferramentas digitais, especialmente se as equipes não tiverem o treinamento adequado. Essa resistência pode retardar a colaboração e a implementação de processos eficientes, forçando as empresas mais maduras a investirem tempo e recursos adicionais para auxiliar as demais a se adaptarem.

Para superar essas barreiras culturais, é fundamental promover uma mudança gradual na mentalidade organizacional, por meio de treinamentos eficazes e campanhas de conscientização que destaquem os benefícios reais e tangíveis da adoção do BIM.

A promoção de casos de sucesso, como o projeto de revitalização do terminal projeto de revitalização do terminal de passageiros do *Aeroporto de Fiumicino*⁸, em Roma, construção do *Novo hospital em Karlsruhe*⁹, na Alemanha, o do projeto de um edifício comercial em Londres, e o incentivo à troca de experiências entre operadores que já implementaram essa tecnologia com êxito são estratégias que podem ajudar a suavizar a resistência e incentivar a adoção dessa metodologia inovadora.

⁸ O Aeroporto de Fiumicino, oficialmente chamado “Leonardo da Vinci”, é o principal aeroporto internacional da cidade de Roma, na Itália. Inaugurado oficialmente em 15 de janeiro de 1961, substituindo o aeroporto mais antigo (Ciampino - G. B. Pastine Airport) como principal porta de entrada aérea de Roma.

⁹ O Karlsruhe Municipal Hospital é o hospital público e maior hospital da região Médio-Alto Reno. Funciona como hospital-escola da University Medical Center Freiburg

2.12.7. Aproveitamento limitado do BIM

As empresas mais avançadas, que já trabalham com BIM em um nível colaborativo ou totalmente integrado, frequentemente não conseguem explorar todo o potencial da metodologia quando outras empresas no projeto ainda estão em níveis mais baixos. Isso significa que ferramentas poderosas como a detecção automatizada de conflitos, simulação 4D (tempo) e 5D (custo), ou a gestão do ciclo de vida do ativo, podem não ser completamente aplicáveis, pois nem todas as empresas envolvidas possuem a capacidade técnica para contribuir com o nível de detalhamento exigido.

2.13. FERRAMENTAS E TECNOLOGIAS – SOFTWARES DO BIM

Os softwares BIM são ferramentas digitais fundamentais para a criação, gestão e visualização de modelos inteligentes em projetos de construção. Eles permitem integrar informações geométricas e não geométricas, promovendo maior precisão, colaboração e eficiência ao longo de todo o ciclo de vida da edificação.

Por exemplo no dimensionamento das redes de esgotos existem ferramentas que desempenham um papel fundamental na modelagem, coordenação e gestão das infraestruturas hidráulicas. Essas ferramentas permitem representar com precisão os sistemas de esgotamento sanitário, incluindo tubulações, caixas de visita, declividades, conexões e interferências com outras redes, que consiste de fato, o objetivo da presente dissertação. A Tabela 8 patenteia os principais softwares BIM por categoria, segundo a UNITED_BIM (2025).

Tabela 8. Principais softwares BIM por categoria

Categoria	Software	Descrição
Software para Modelagem 3D e projeto	Autodesk Revit	Um dos mais usados. Permite modelagem arquitetônica, estrutural e de instalações (MEP).
	ArchiCAD	Muito utilizado por arquitetos. Interface amigável, trabalha com objetos paramétricos.
	Allplan	Forte na modelagem arquitetônica e estrutural, com precisão para documentação.
	SketchUp + Plugins BIM	Simples e intuitivo, pode ser adaptado ao BIM com plugins como Trimble Connect.
Coordenação e Compatibilidade	Autodesk Navisworks	Usado para detectar conflitos entre modelos (arquitetura, estrutura, MEP). Excelente para obra.
	Solibri Model Checker	Focado na verificação de qualidade do modelo e conformidade com normas.
	BIMcollab	Plataforma de gestão de conflitos e comunicação integrada com softwares de modelagem.
Orçamentação e 5D BIM	Navisworks	Permite extração de quantidades e vinculação a custos.
	Vico Office	Avançado para 5D BIM (custo) e planejamento.
	TCQi	Usado em Portugal e Espanha, permite orçamento e gestão de obra com base em modelos BIM.
Planeamento e 4D BIM (Cronograma)	Synchro 4D	Ligação entre modelo BIM e cronograma de obra (tempo). Usado em grandes empreendimentos.
	Navisworks Simulate	Animações de construção e simulações temporais.
	Microsoft Project + BIM	Pode ser integrado por meio de plugins para controle de prazos.
Operação e Manutenção (6D / 7D BIM)	Archibus	Gestão de facilities e ativos com base em modelos BIM.
	Maximo (IBM)	Plataforma robusta de manutenção industrial, integrável com BIM.
	Planon	Software de gestão de ciclo de vida de edifícios.
Colaboração e CDE (Common Cloud)	Autodesk BIM 360 / Autodesk Construction Cloud	Plataforma online de colaboração, controle de revisões e gestão de projetos.

Data Environment)	Trimble Connect	Ambiente comum de dados (CDE) para gestão integrada de modelos e equipes.
	Dalux	Permite visualização de modelos no canteiro e comunicação com equipas.
	Civil 3D	Modelagem de infraestruturas e redes (estradas, esgotos, pluviais).
Outros Softwares	CYPE	Cálculo e modelagem de instalações (água, gás, AVAC, elétrica). Muito usado na Península Ibérica.
Complementares	IFC Viewer (ex: BIMVision)	Visualização de modelos em formato aberto IFC. Gratuito e leve.

Fonte: (UNITED_BIM, 2025)

A escolha dos softwares varia conforme a fase do projeto e as necessidades específicas, sendo essencial para garantir a interoperabilidade, a gestão eficiente dos dados e a entrega de empreendimentos mais sustentáveis e bem coordenados. Para o caso de estudo, o software utilizado foi Revit.

A Figura 12 mostra os logotipos de alguns dos principais softwares que fazem parte do trabalho com a metodologia BIM, tal como podem constatar na tabela anterior.



Figura 12. Logotipos de alguns dos principais softwares do BIM
 Fonte: Elaboração própria

2.14. PERSPETIVAS FUTURAS PARA O BIM

O BIM caminha para se tornar um sistema digital completo, integrando tecnologias como IoT (internet das coisas), inteligência artificial, gêmeos digitais e realidade aumentada, permitindo monitoramento em tempo real, previsão de falhas e gestão inteligente de ativos ao longo do ciclo de vida das construções.

As perspectivas futuras indicam um papel central do BIM na sustentabilidade urbana, com simulações e análises que ajudam a reduzir impactos ambientais e melhorar a eficiência energética. Além disso, a tendência global é de maior exigência na sua adoção por parte de governos e instituições públicas.

Para atingir todo o seu potencial, o BIM deve promover uma colaboração mais estreita entre diferentes disciplinas, garantir a interoperabilidade entre os diversos softwares utilizados e investir na formação e qualificação dos profissionais. Dessa forma, o BIM consolidar-se-á como uma ferramenta fundamental para projetar e gerir infraestruturas de forma mais eficiente, sustentável e inteligente.

Portanto, o BIM deixa de ser apenas um recurso técnico para se tornar um instrumento essencial na transformação digital da construção civil, monitoramento em tempo real, previsão de falhas, automação de operações e gestão mais eficiente de recursos ao longo de todo o ciclo de vida das construções, promovendo assim maior eficiência, colaboração e sustentabilidade no setor.

2.15. BIM MEP

Nos últimos anos, o projeto integrado BIM MEP (Mechanical, Electrical & Plumbing) tem sido alvo de evolução e procura, sendo uma mais-valia para a avaliação da coerência de todos os elementos de construção (Miranda, 2024).

Enquanto que o BIM trata-se de uma metodologia que integra e gere digitalmente todas as informações de um projeto de construção, promovendo a colaboração entre as diversas especialidades desde a fase de conceção até à operação do edifício, o MEP refere-se às disciplinas de engenharia responsáveis pelos sistemas mecânicos, elétricos e hidrossanitários de uma edificação. Enquanto o BIM representa um processo tecnológico e colaborativo de modelação e gestão de dados, o MEP corresponde às áreas técnicas que garantem o funcionamento e o conforto do edifício.

Assim, o BIM fornece a plataforma e as ferramentas para desenvolver e coordenar os projetos MEP (Figura 13), permitindo uma integração tridimensional mais precisa, a deteção de interferências e a otimização do desempenho global da construção.



Figura 13. BIM versus MEP

Fonte: [Conheça as diferenças entre BIM e MEP - BibLus](#)

Também se pode dizer que a MEP é um subconjunto da BIM. Cada componente isolado: MEP Model (vermelho), STR Model (azul) e ARCH Model (verde), corresponde, respetivamente, aos projetos de instalações (mecânicas, elétricas e hidráulicas), estrutural e arquitetónico (Figura 14). Quando integrados, esses modelos originam o BIM Model, que reúne todas as informações e geometrias em um único ambiente digital colaborativo (Biblus, 2025).

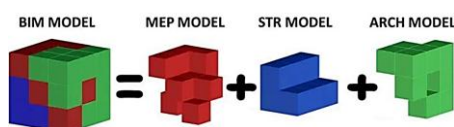


Figura 14. Subconjuntos do BIM

Fonte: [Conheça as diferenças entre BIM e MEP - BibLus](#)

O Edifício de Seguros El Sol¹⁰ é um exemplo notável de integração de instalações MEP com a metodologia BIM. Este edifício, localizado no Peru, destaca-se pela aplicação de tecnologias avançadas no planejamento e execução de suas instalações. A Figura 15 evidencia alguns aspectos/detalhes do edifício.

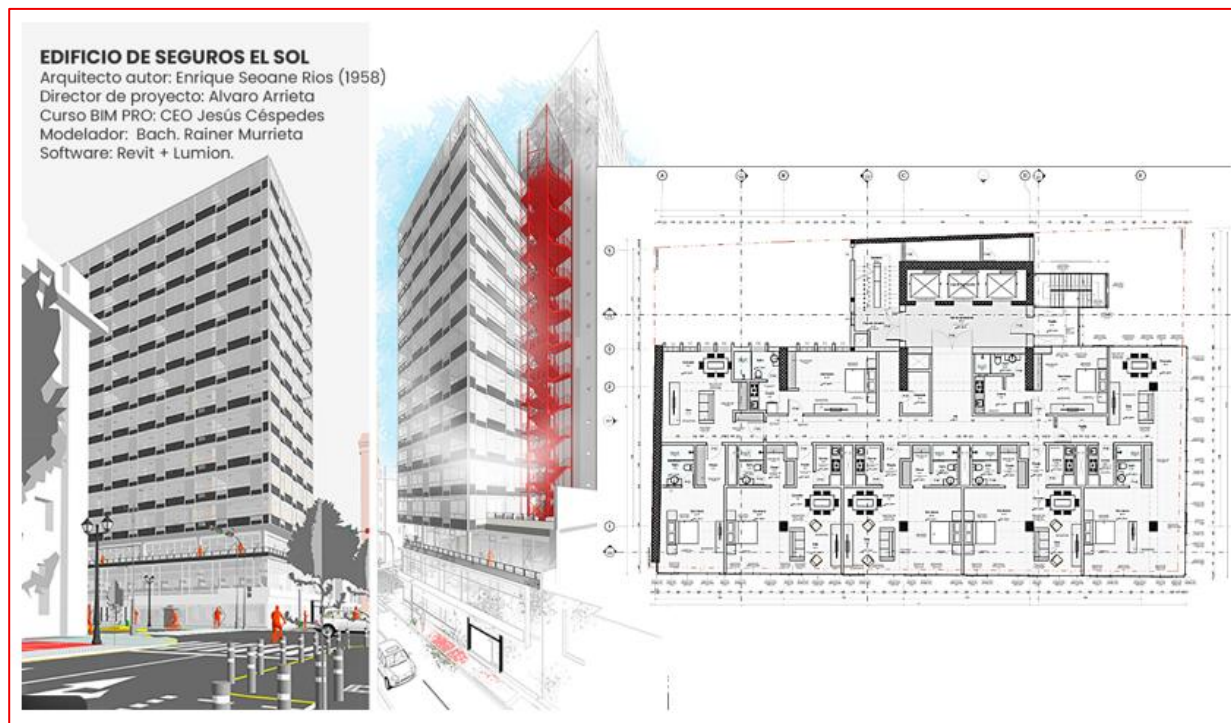


Figura 15. MEP de Edifício de Seguros el Sol
Fonte: [gridstudio - Mep de Edifício de Seguros el sol](#)

¹⁰ O edifício foi projetado pelo arquiteto peruano Enrique Seoane Ros entre 1956-1958. Localiza-se em Lima, no distrito de Cercado de Lima, na esquina da Avenida Nicolás de Piérola com a Calle Camaná. Originariamente o prédio foi concebido para uso misto: comércio, escritórios e departamentos residenciais. Atualmente, seu uso principal é como edifício de escritórios.

2.16. RECOMENDAÇÕES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO BIM

O processo de implementação do BIM requer uma abordagem planejada e gradual. Primeiramente, é essencial definir objetivos claros e avaliar o nível de maturidade BIM da organização. Em seguida, deve-se elaborar um plano de implementação com fases bem estruturadas e iniciar por um projeto-piloto, garantindo aprendizagem e ajustes. A formação das equipas e a promoção da colaboração interdisciplinar são fundamentais, assim como a escolha de ferramentas interoperáveis que facilitem o trabalho conjunto entre arquitetura, estruturas e MEP. É indispensável a criação de um Plano de Execução BIM (BEP), seja em um projeto específico ou na adoção do BIM dentro de um gabinete/atelier, para padronizar procedimentos, além do acompanhamento e avaliação contínua dos resultados. Por fim, o apoio da liderança e a gestão eficaz da mudança organizacional são fatores determinantes para o sucesso da adoção do BIM.

A implementação do BIM, especialmente redes de esgoto e pluviais, exige um enfoque estratégico e técnico que considere as especificidades dessas infraestruturas. As recomendações práticas para uma adoção eficaz consistem em definir objetivos específicos para saneamento, estabelecendo metas alinhadas às necessidades da rede (como por exemplo o cálculo hidráulico preciso e o planeamento de fases construtivas e melhoria da manutenção futura), em capacitar o pessoal em ferramentas e normas especializadas, em selecionar softwares adequados à infraestrutura.

Consiste também em elaborar um plano de execução BIM, um BEP, onde se prevê, por exemplo, pontos de inspeção (caixas de visita), LODs adequados e responsabilidades entre projetistas civis, hidráulicos e responsáveis pela topografia.

Uma das recomendações de suma importância compreende em criar famílias e objetos BIM bem como a conceção de bibliotecas para a modelagem hidrossanitária, juntamente com caixas de visita, poços de inspeção, ramais, conexões, ventosas e válvulas em conformidade com normas estabelecidas, de acordo, por exemplo com a norma ISO16950 ou EIR¹¹ de modo a simulação e

¹¹ O EIR é um documento fundamental no BIM, que especifica as necessidades de informação do cliente para um projeto de construção. Ele detalha quais dados são necessários, quando, por que motivo e como devem ser entregues (formato, normas, software) para apoiar os objetivos do projeto e a gestão do ativo, garantindo que a equipe do projeto forneça informações úteis e utilizáveis para uma execução e entrega eficazes. O EIR abrange aspetos técnicos, de gestão e comerciais, orientando o Plano de Execução BIM (BEP) do fornecedor e alinhando todos os stakeholders quanto às expectativas desde o início do projeto.

o orçamento, de modo a conter a informação necessária para a extração automática de quantidades.

Além desses, associar o modelo BIM às fases de execução e manutenção (4D - execução, 5D - dados do custo e 6D - planos de operação e manutenção) permite uma gestão mais inteligente das redes ao longo de seu ciclo de vida.

3

ESTUDO DE CASO**DESENVOLVIMENTO DAS REDES DE ESGOTO E PLUVIAIS DE UM EDIFÍCIO ALTO COM APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM****3.1. ENQUADRAMENTO**

Os projetos tradicionais de redes prediais, elaborados predominantemente em representação 2D, fornecem apenas uma visão limitada do sistema. Estes desenhos geralmente apresentam o traçado da rede e alguns elementos complementares, mas carecem de informações detalhadas sobre os componentes, materiais, dimensões e capacidades dos equipamentos a serem utilizados. Esta escassez de dados técnicos compromete uma avaliação rigorosa do desempenho da rede, dificultando a identificação de potenciais problemas, a otimização do funcionamento e a garantia de compatibilidade entre os diferentes elementos do sistema.

Dessa forma, torna-se essencial adotar um modelo otimizado que permita diferentes níveis de representação gráfica, de modo que a leitura e a interpretação do projeto se ajustem às necessidades específicas de cada fase, seja durante a concepção ou na execução. Em outras palavras, o modelo deve possibilitar uma visualização flexível, adaptando-se facilmente ao grau de detalhe exigido em cada etapa do projeto.

3.2. SOFTWARES UTILIZADOS

Atualmente, há uma grande variedade de softwares compatíveis com a metodologia BIM. Entre os mais utilizados em Portugal destacam-se o Autodesk Revit (Figura 16) e o Archicad, voltados para a modelação arquitetónica, e o Cype, que além de permitir a criação de modelos 3D, também realiza o cálculo hidráulico.



Figura 16. Software Autodesk Revit, versão 2024
Fonte: Revit: O Software Essencial para Engenheiros

Embora o Revit possa ser utilizado tanto para a modelação arquitetónica como para o traçado das redes de abastecimento e esgotos, através da função *Plumbing*, que inclui uma ampla gama de elementos hidráulicos, acessórios e equipamentos sanitários, tal como se pode constatar na Figura 17, apresenta algumas limitações. A principal é o facto de não integrar o cálculo hidráulico segundo o regulamento português, oferecendo apenas o método *Fixture Units*, baseado nos critérios do *International Plumbing Code (IPC)*.

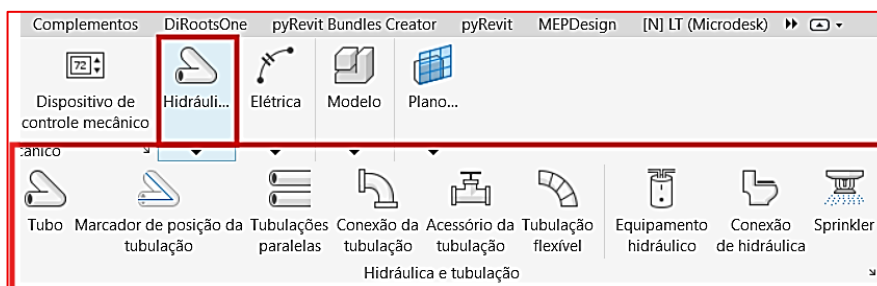


Figura 17. Gama de elementos e acessórios hidráulicos
Fonte: Revit na versão 2024

Na modelação do projeto em estudo recorreu-se, como se percebe, ao Revit, na versão 2024, integrando as disciplinas de arquitetura e hidráulica. A representação das redes foi disponibilizada pelo orientador no formato Dwg, no AUTODESK AutoCAD (Figura 18), onde se procedeu à elaboração do traçado técnico, definindo os diâmetros, inclinações das tubagens e os acessórios correspondentes.



Figura 18. Software Autodesk Autocad
Fonte: AutoCAD: 2D and 3D CAD (IST) – Infinity Solutions | Autodesk & Delcam product Training Center

3.3. SUGESTÕES DE SOFTWARES:

Embora o Revit tenha sido a plataforma principal, recomenda-se a utilização de outros softwares especializados em hidráulica, como o HydroBIM ou o Bentley OpenBuildings Designer (Figura 19), que oferecem bibliotecas mais completas de componentes e maior flexibilidade na parametrização.



Figura 19. Softwares especializados em hidráulica

Fonte: [HYDROBIM | CENACE](#) e [OpenBuildings - OpenBuildings Designer 2023 - Communities](#)

Estas alternativas podem também contribuir para superar algumas limitações identificadas, nomeadamente a ausência de templates padronizados e a dificuldade de adaptação às normas portuguesas, as seguintes plataformas:

- ✓ CYPECAD MEP (Figura 20) é um programa para a modelação e dimensionamento da envolvente, exterior e interior, e das instalações do edifício, sobre um modelo 3D integrado com os diferentes elementos. A aplicação integra num único modelo todas as instalações para todos os tipos de edifícios (habitação, escritórios, hospitais, escolas, comércio, etc.);



Figura 20. Software Cypecad Mep

Fonte: CYPECAD MEP - CYPE

- ✓ O CYPEPLUMBING (Figura 21) é um programa criado para ajudar os profissionais na modelação e cálculo de instalações de abastecimento de água, de drenagem de águas residuais e pluviais e de energia solar térmica, em qualquer tipo de edifício.



Figura 21. Software Cypeplumbing

Fonte: CYPEPLUMBING - CYPE

3.4. DADOS DA ARQUITETURA E HIDRÁULICA DO PROJETO

A Figura 22 indica um trecho da representação 2D no formato DWG do edifício em estudo. O projeto é constituído por 22 pisos desde o piso -1, R/C, 0 ao 18 até a cobertura.

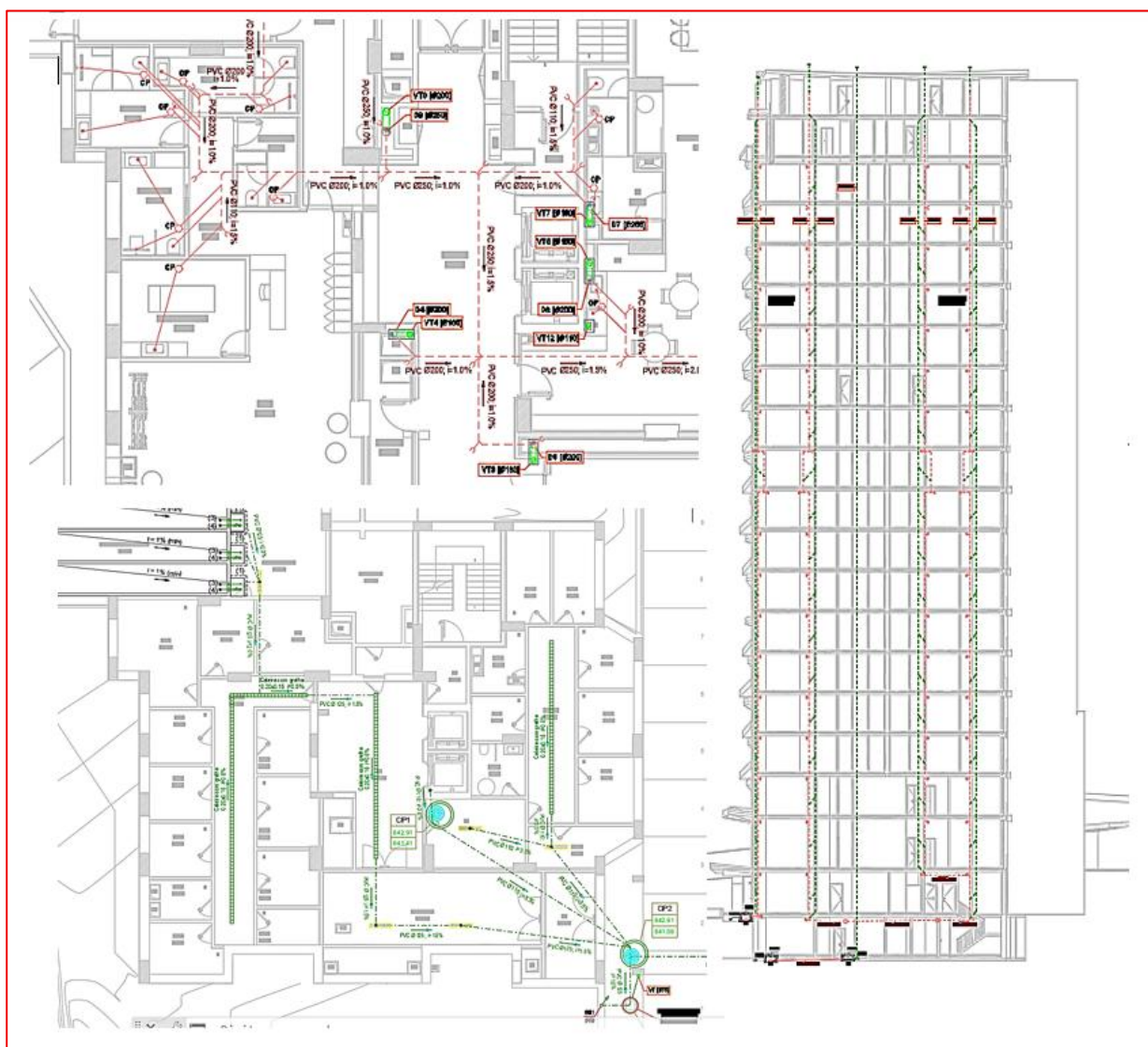


Figura 22. Representação 2D do traçado da rede de esgoto e pluviais
Fonte: Arquivos do projeto tradicional 2D disponibilizados pelo orientador

O caso de estudo consiste no desenvolvimento das redes de esgoto e pluviais de um edifício alto, utilizando a metodologia BIM. A conceção dessas redes é fundamental para garantir a salubridade, o conforto e a segurança das populações, bem como a preservação do meio ambiente.

Este caso de estudo tem como objetivo analisar e dimensionar uma rede de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais do edifício, com as características mencionadas anteriormente, numa área urbana, considerando critérios técnicos, ambientais e normativos. As Figuras 23 e 24 representam as disciplinas de arquitetura e hidráulica do projeto de estudo, respetivamente, no formato RVT (Revit), disponibilizados pelo orientador.

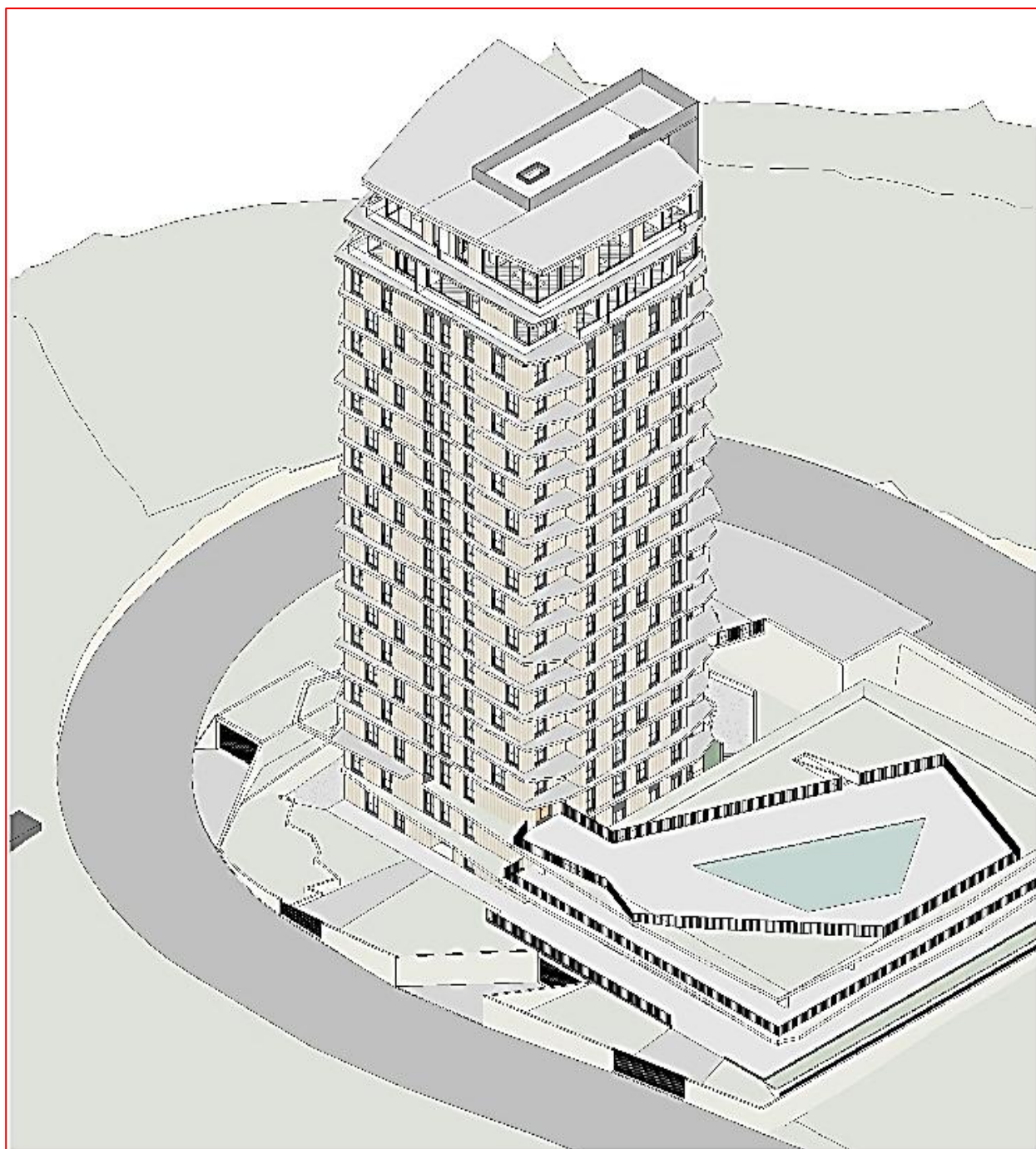


Figura 23. Caso de estudo: Disciplina da arquitetura no Revit
Fonte: Disponibilizado pelo Orientador

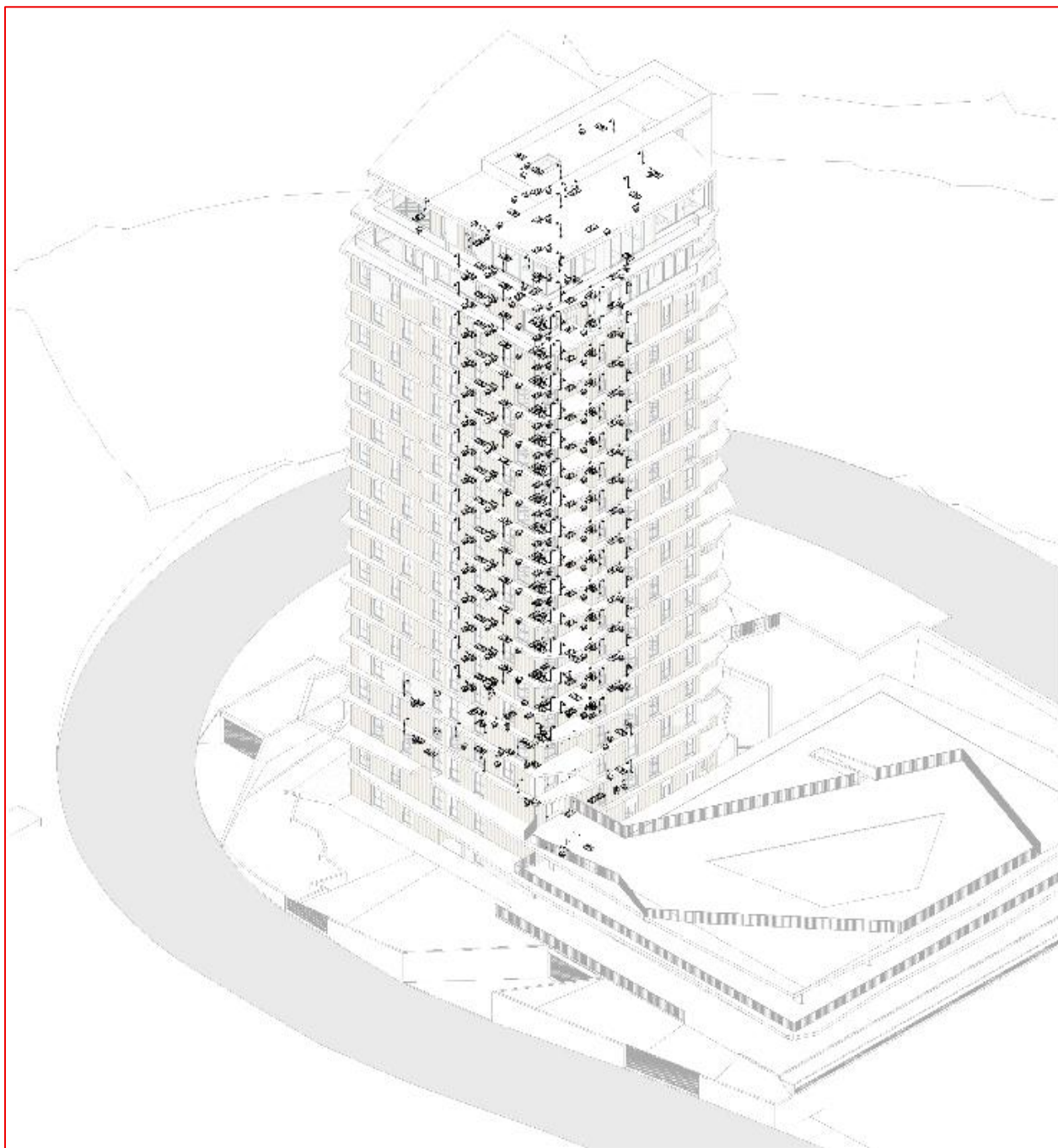


Figura 24. Caso de estudo: Disciplina da hidráulica no Revit
Fonte: Disponibilizado pelo Orientador

3.5. REDE DE ESGOTO

O objetivo fundamental no dimensionamento de uma rede de drenagem de águas residuais domésticas é evacuar a água desde os aparelhos de descarga, até à rede de saneamento da urbanização (CYPECAD_MEP, 2016). A Figura 25 faz a uma pequena representação da modelação da rede de esgotos.

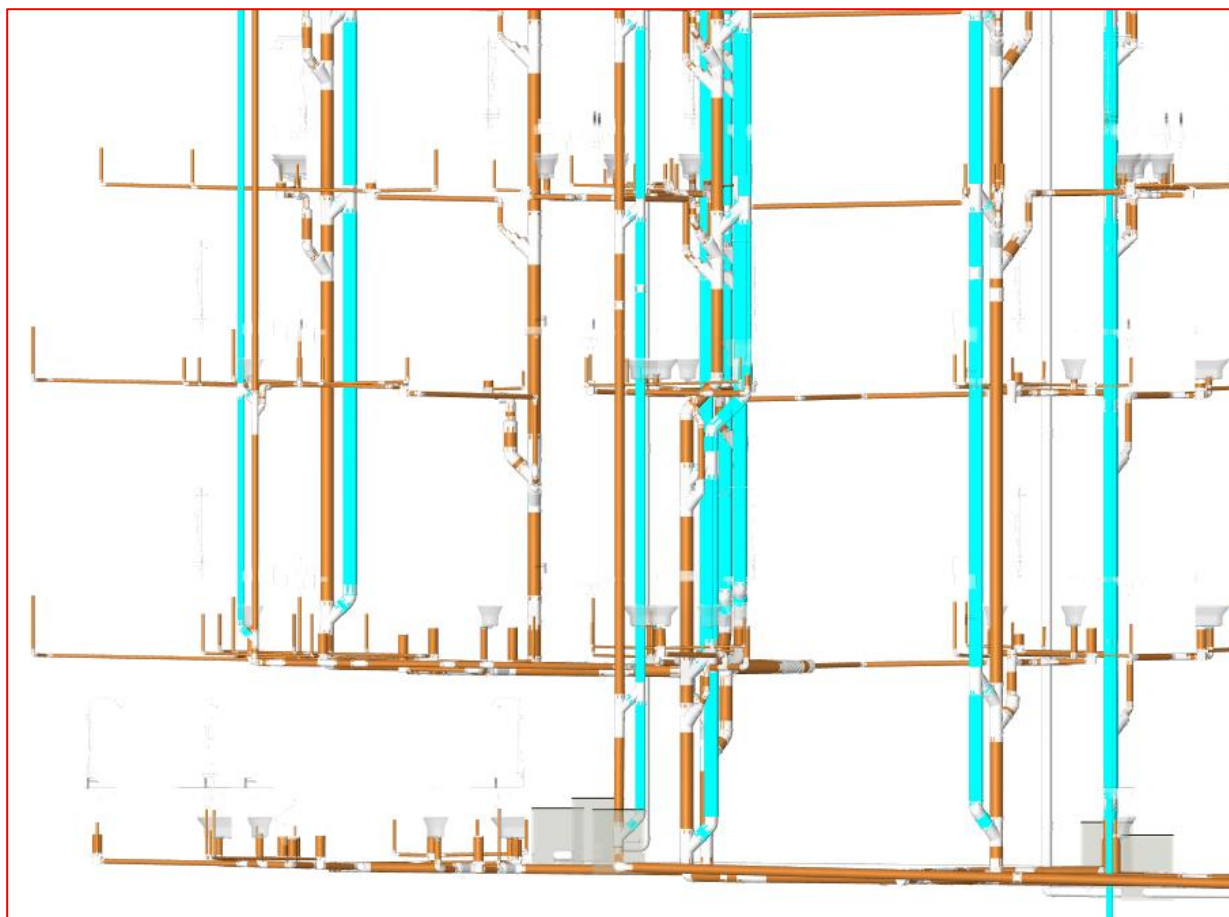


Figura 25. Modelagem da rede de esgotos no Revit 2024
Fonte: Elaboração própria

O projeto de sistemas de esgoto em edifícios envolve uma série de considerações técnicas que visam garantir a eficiência e a segurança do saneamento. Por outras palavras, para o dimensionamento é necessário ter em conta os seguintes aspetos, como as exigências de caudal a evacuar, (respeitando uma série de condicionantes na recolha de águas residuais), a facilidade de construção, (a utilização de materiais, diâmetros e outros elementos facilmente disponíveis no mercado), a manutenção (conseguir um bom funcionamento da rede para evitar uma excessiva e custosa manutenção corretiva) e a economia referente à um custo razoável evitando dentro do possível o seu sobredimensionamento.

Em primeiro lugar, é essencial realizar um estudo detalhado do fluxo de águas residuais geradas, levando em conta o tipo de uso do edifício, o número de usuários e a quantidade provável de água utilizada. Com base nesses dados, procede-se ao dimensionamento das tubulações, que deve aderir às normas técnicas vigentes do RGSPDADR (194/1995) que trata, em particular, do dimensionamento de redes de esgoto.

3.5.1. Dimensionamento da rede de esgotos

3.5.1.1. Caudais de descargas por aparelho

Geralmente, esta é a principal condicionante no funcionamento da rede. Os caudais de descarga a atribuir aos aparelhos e equipamentos sanitários devem estar de acordo com o fim específico a que se destinam. Os caudais dos aparelhos estão estabelecidos na Tabela 9.

Tabela 9. Caudal mínimo de cada aparelho, regulamentado

Aparelho	Caudal mínimo (l/min)
Lavatório	30
Bidé	30
Chuveiro	30
Banheira (com ou sem chuveiro)	60
Autoclismo de bacia de retrete	90
Bacia de retrete com fluxómetro	90
Urinol com torneira temporizada	90
Urinol com cisterna	30
Lava-louça doméstica	30
Lava-louça industrial	60
Tanque de lavar roupa	60
Pia hospitalar	30
Fonte para beber	60
Máquina de lavar louça doméstica	60
Máquina de lavar roupa doméstica	

Fonte: RGSPDADR (194/1995)

3.5.1.2. Diâmetros mínimos dos ramais de descarga

Os ramais de descarga das águas residuais domésticas têm por finalidade a condução destas aos respetivos tubos de queda ou, quando estes não existam, aos coletores prediais.

No dimensionamento hidráulico-sanitário dos ramais de descarga de águas residuais domésticas deve ter-se em atenção, além dos caudais de cálculos, a rugosidade do material, o risco de perda

do fecho hídrico, a inclinação dos ramais, de forma a permitir e facilitar o escoamento das águas residuais até o destino. A Figura 26 ilustra o esquema de alguns ramais de descarga.

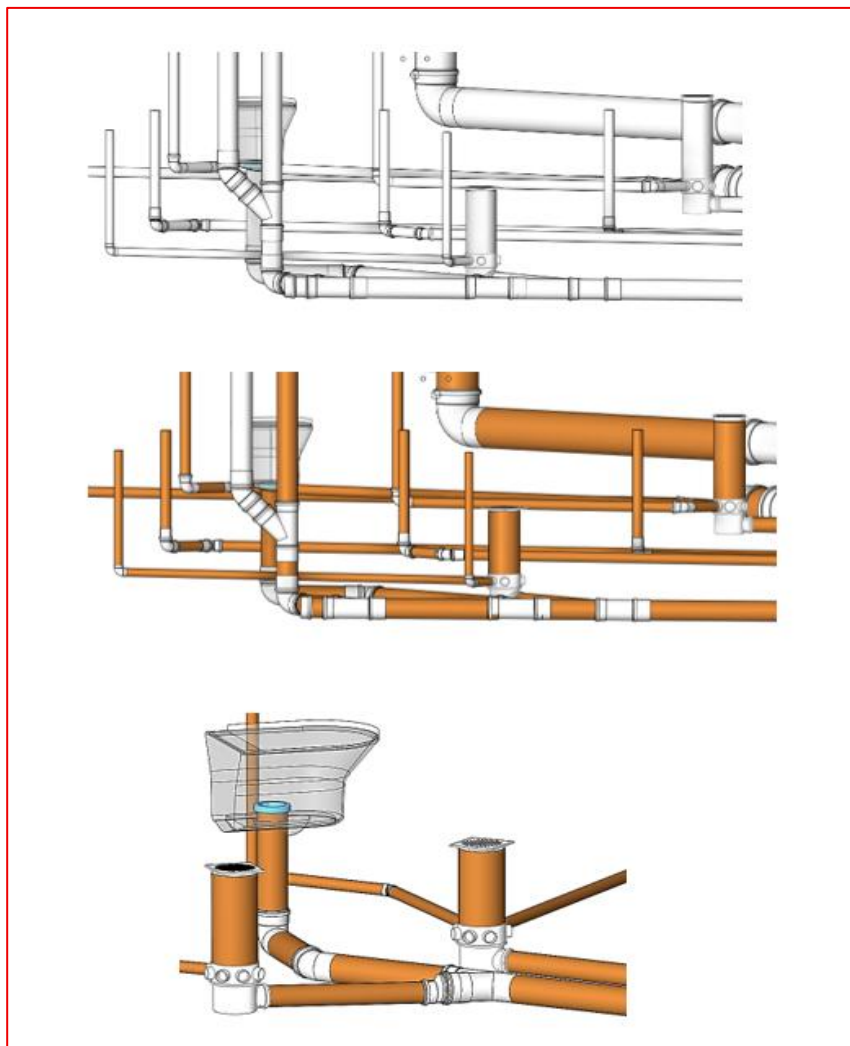


Figura 26. Ramais de descarga
Fonte: Elaboração própria

Existem também diâmetros mínimos por aparelho que os ramais individuais de descarga deverão cumprir, como se pode ver na Tabela 10:

Tabela 10. Diâmetro mínimo para cada ramal de descarga, regulamentado

Aparelho	Diâmetro mínimo para cada ramal de descarga (mm)
Lavatório	40
Bidé	40
Chuveiro	40
Banheira (com ou sem chuveiro)	40
Autoclismo de bacia de retrete	90

Bacia de retrete com fluxómetro	90
Urinol com torneira temporizada	75
Urinol com cisterna	75
Lava-louça doméstica	50
Lava-louça industrial	50
Tanque de lavar roupa	50
Pia hospitalar	100
Fonte para beber	25
Máquina de lavar louça doméstica	50
Máquina de lavar roupa doméstica	50

Fonte: RGSPDADR (194/1995)

3.5.1.3. Coletores

As tubulações/coletores podem variar em diâmetro e inclinação, dependendo da distância e da configuração do edifício, sendo necessário garantir uma inclinação mínima para o escoamento adequado da água. Além disso, o uso de softwares de modelagem BIM facilita o planeamento e a visualização do sistema em um ambiente tridimensional, permitindo simulações de fluxo e análise de pontos críticos, o que é fundamental para evitar problemas de obstrução e refluxo.

a) Diâmetros e dimensões dos coletores

Para o dimensionamento da rede de esgoto foi utilizado os itens da linha de esgotos série normal da Tigre¹² (2025) – designado de PVC Branco - Esgoto, Série Normal, de 6 m de comprimento. Os dados dos diâmetros e da geometria das tubulações estão apresentados nas Tabelas 11 e 12.

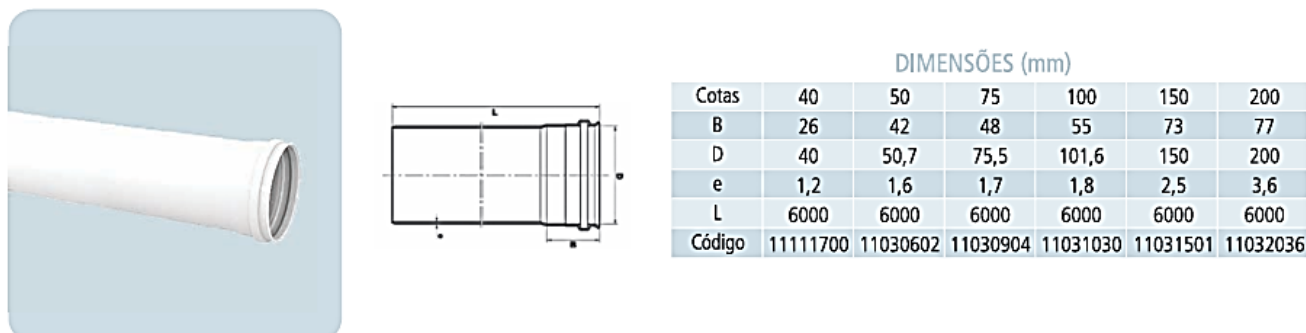
Tabela 11. Diâmetros utilizados na modelagem das redes de esgoto e pluviais

Nominal	ID	OD
40,000	37,600	40,000
50,000	46,800	50,000
75,000	71,600	75,000
100,000	96,400	100,000
150,000	145,000	150,000
200,000	192,800	200,000

Fonte: Template hidrossanitário da Tigre (2025)

¹² A “Série Normal” é uma linha de produtos de tubos e conexões em PVC da Tigre voltada para sistemas de esgoto, drenagem e saneamento. Essa linha inclui produtos como tubos (em diferentes diâmetros, por exemplo 100 mm), curvas (joelhos), junções, luvas, etc., todos destinados à instalação hidráulica doméstica e de esgoto. A Tigre é uma empresa brasileira fundada em 1941, em Joinville (Santa Catarina, Brasil), e tornou-se uma das maiores fabricantes de tubos e conexões da América Latina.

Tabela 12. Dados geométricos dos tubos em função dos diâmetros

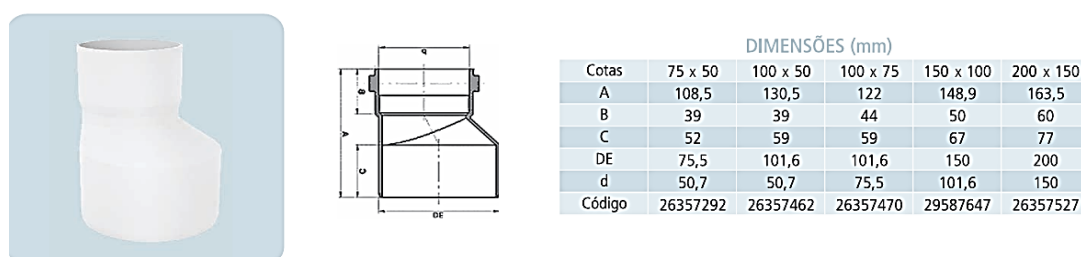


Fonte: Catálogo das tubulações e acessórios da Tigre (2025)

A escolha dos materiais utilizados nas tubulações e acessórios também é um fator crucial. Os tubos de PVC são amplamente utilizados devido à sua resistência à corrosão, leveza, baixa rugosidade e facilidade de instalação devido a sua elasticidade e flexibilidade.

A redução (excêntrica) dos coletores é um elemento técnico importante e que deve ser feita de forma cuidada e com justificativa técnica. A Tabela 13 apresenta a linha de reduções utilizados no projeto de dimensionamento.

Tabela 13. Dados geométricos das reduções dos tubos em função dos diâmetros



Fonte: Catálogo das tubulações e acessórios da Tigre (2025)

O uso de software BIM permite simulações detalhadas que auxiliam na visualização do sistema inteiro, identificando possíveis interferências e otimizando o projeto. O dimensionamento também deve considerar o desnível entre os pontos de coleta e o ponto de descarga, já que a gravidade desempenha papel fundamental na eficiência do escoamento. É importante seguir as recomendações de disposição dos tubos, com inclinações adequadas, para evitar entupimentos e facilitar a manutenção.

b) Inclinações mínima dos coletores

De acordo com o RGSPDADR (194/1995), as inclinações devem situar-se entre 10 mm/m e 20 mm/m. Em resumo, foi adotado a seguinte tabela (Tabela 14) e pode-se observar na Figura 27, que se segue.

Tabela 14. Tabela de inclinações por diâmetros da tubulação, regulamentado

Diâmetro da tubagem	Inclinação mínima (%)	Equivalente (cm/m)
≤ 75 mm	2 %	2 cm/m
≥ 100 mm	1 %	1 cm/m

Fonte: RGSPDADR (194/1995)

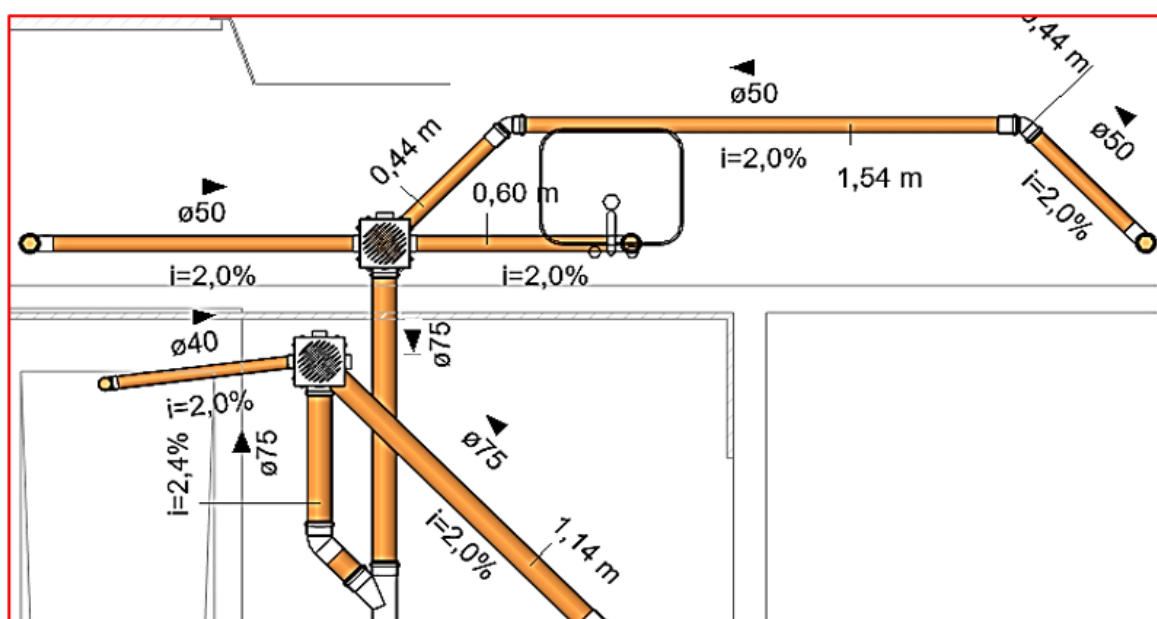


Figura 27. Detalhes do traçado (inc, diâmetros e L das tubulações)

Fonte: Elaboração própria

3.5.1.4. Tubos de queda (Colunas de queda)

Os tubos de queda de águas residuais domésticas (Figura 28) têm por finalidade a condução destas, desde os ramais de descarga até aos coletores prediais, servindo, simultaneamente, para ventilação das redes predial e pública. O diâmetro dos tubos de queda na drenagem de águas residuais não poderá ser inferior ao maior dos diâmetros dos ramais que conflua nele, com um mínimo de 50 mm.

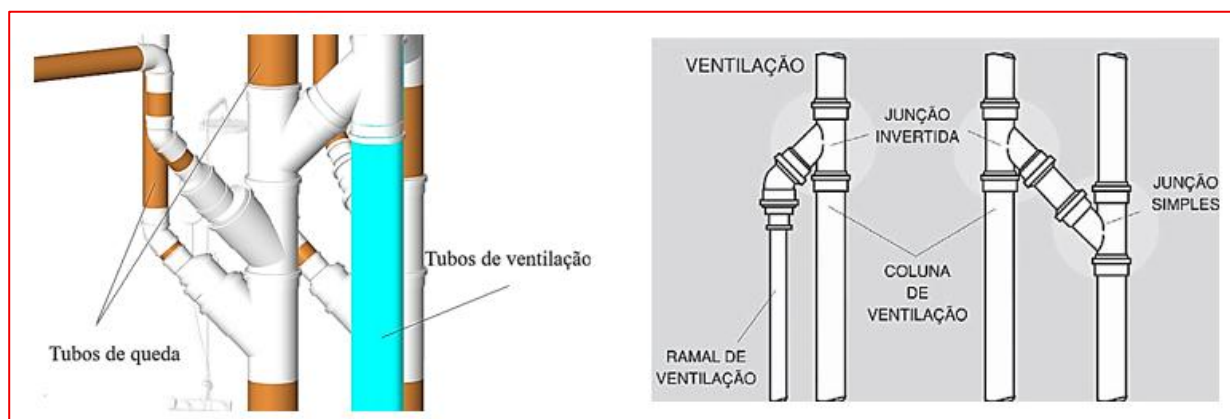


Figura 28. Ilustração de tubos de queda e de ventilação
Fonte: Elaboração própria

3.5.1.5. Tubos de ventilação (Colunas de ventilação)

O tubo de ventilação é uma tubagem (normalmente vertical), com prolongamento acima da cobertura dos edifícios para uma ventilação primária, associado a um terminal de ventilação, e que permite a circulação de ar na rede de esgotos, equilibrando pressões e evitando problemas como maus odores, ruídos ou a sucção de sifões, com se pode ver na Figura 29. O seu diâmetro não pode ser inferior ao maior dos diâmetros das tubagens que cheguem ao mesmo, com um mínimo de 100 mm.

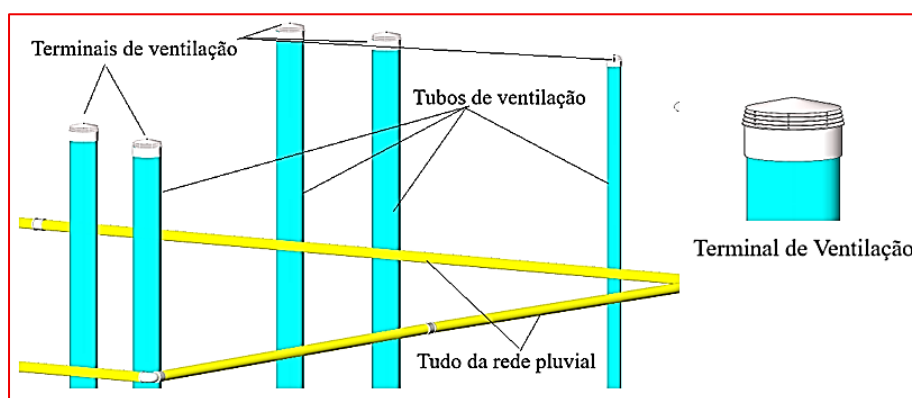


Figura 29. Terminais dos tubos de ventilação
Fonte: Elaboração própria

3.5.1.6. Estação elevatória

Além da drenagem das águas residuais por gravidade, o projeto em estudo exigiu a implementação de uma solução complementar devido à existência de dois pisos enterrados. Nestas zonas, a cota das tubagens encontra-se abaixo do nível da rede geral de esgoto, impossibilitando o escoamento natural das águas. Assim, foi necessária a instalação de uma estação elevatória, responsável por recolher e bombear as águas residuais até um ponto da rede onde o escoamento por gravidade pudesse ser restabelecido. Esta solução garante o adequado funcionamento do sistema de drenagem, evitando o risco de refluxos e assegurando a eficiência e segurança da infraestrutura hidráulica do edifício, tal como se pode ver na Figura 30.

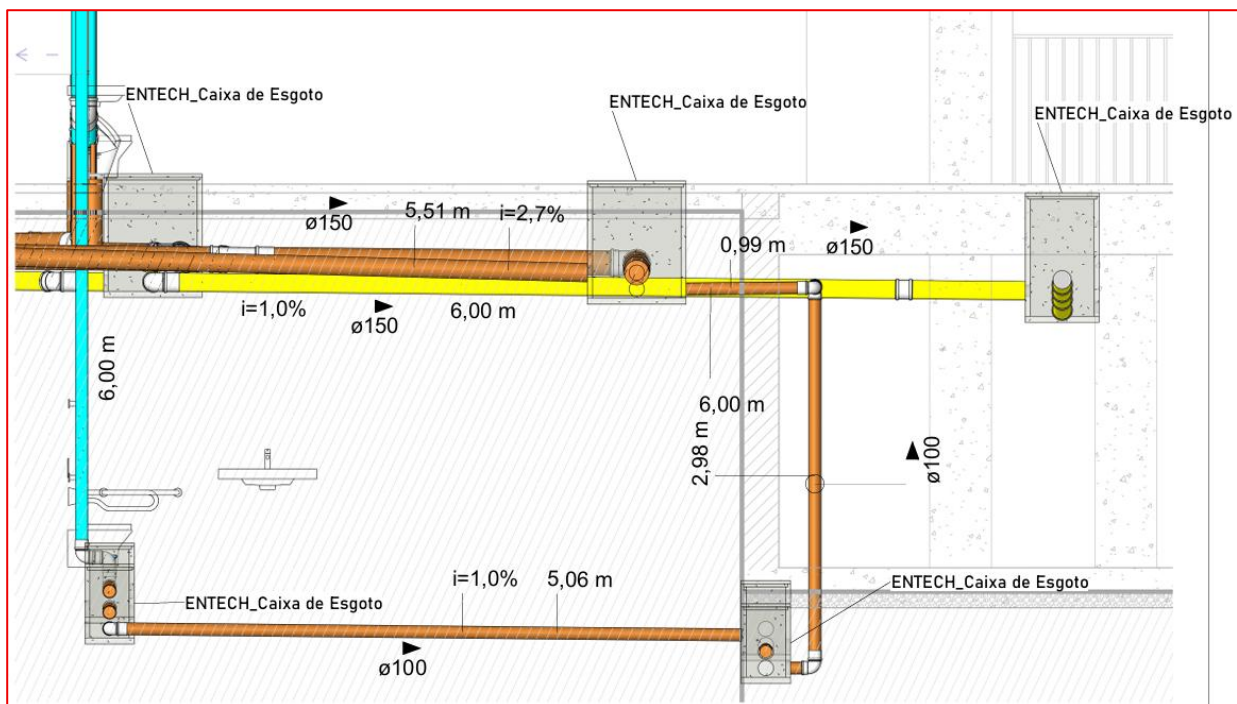


Figura 30. Estação elevatória
Fonte: Elaboração própria

3.6. REDE PLUVIAL

O objetivo fundamental no dimensionamento de uma rede de drenagem pluvial num edifício é evacuar a água da chuva desde os pontos de descarga, geralmente coberturas até à rede de saneamento da urbanização (CYPECAD_MEP, 2016). A Figura 31 representa a modelação da rede pluvial do piso 18.

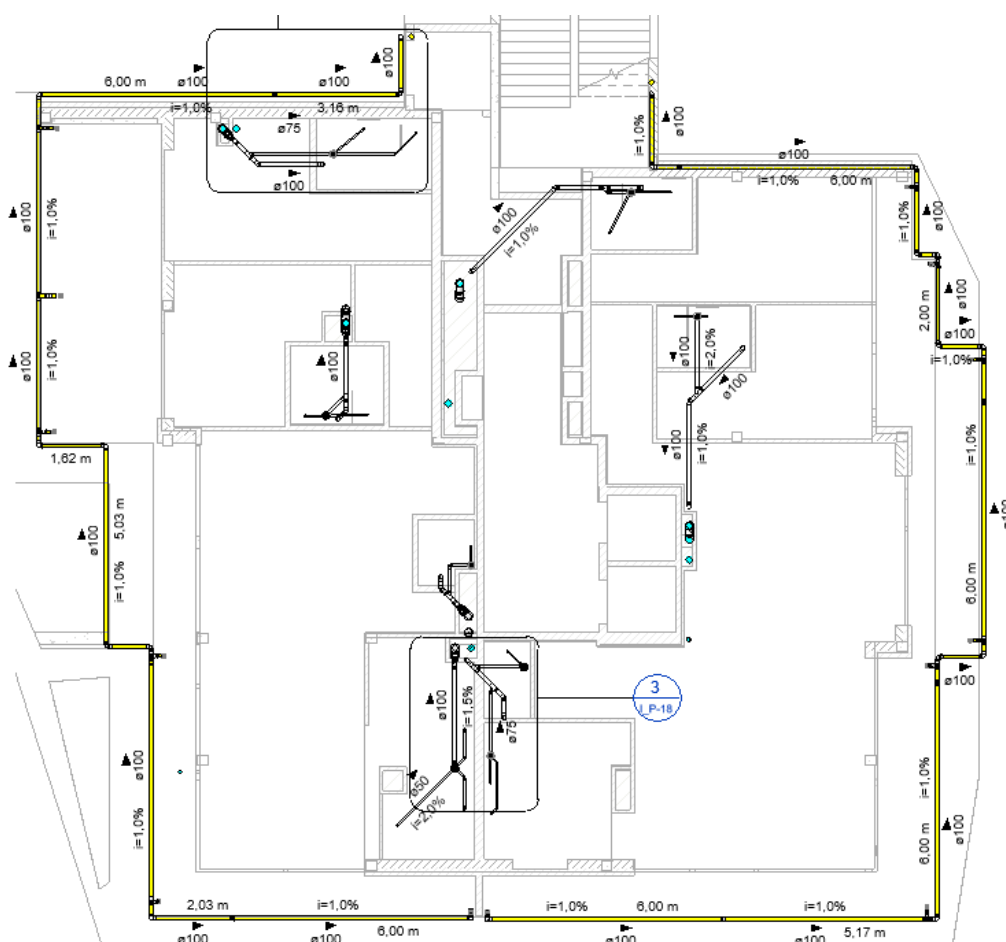


Figura 31. Modelagem da rede pluvial do piso 18 no Revit
Fonte: Elaboração própria

Quer se deseje dimensionar, quer se deseje verificar, é necessário ter em conta os seguintes aspetos: facilidade de construção, manutenção e economia, ou seja, segue-se a mesma linha do dimensionamento da rede de drenagem das águas residuais. Outro aspeto crucial no projeto são as técnicas de drenagem, que devem levar em conta a permeabilidade do solo, o volume esperado de precipitação e a capacidade dos sistemas existentes, como sarjetas e drenos, de absorver a água sem comprometer o desempenho das vias de acesso e da infraestrutura circundante.

O dimensionamento inicia-se pela recolha das águas das chuvas, o que implica determinar as áreas que contribuem para essa captação, como coberturas e lajes, cuja eficiência pode ser melhorada com o uso de calhas ou dispositivos de recolha de água. Para o cálculo da rede de drenagem pluvial, considerou-se que o edifício está implantado na cidade de Bragança, em Portugal.

3.6.1. Dimensionamento da rede pluvial

3.6.1.1. Caudais de descargas por área

O caudal de cálculo obter-se-á através da seguinte fórmula:

$$Q=C \cdot I \cdot A$$

Q - Caudal de cálculo (l/min);

C - Coeficiente de escoamento, que geralmente é igual a 1;

I - Intensidade de precipitação (l/min·m²);

A - Área de drenagem, em projeção horizontal.

A intensidade de precipitação calcular-se-á segundo o previsto no RGSPDADR (194/1995).

$$I=a \cdot t^b$$

I - Intensidade média máxima de precipitação (mm/h) para a duração t;

t, duração da precipitação (min);

a, b - Constantes que dependem do período de retorno e da região pluviométrica (Figura 32 e Tabela 15).

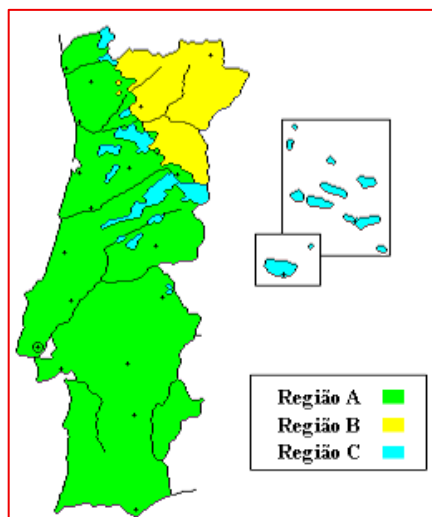


Figura 32. Mapa de regiões pluviométricas de Portugal

Fonte: [IEF-intensidade-de-precipitacao-possibilidade-de-diferenciar.pdf](#)

Tabela 15. Constantes que dependem do período de retorno e da região pluviométrica

Período de retorno (anos)	Regiões pluviométricas					
	A		B		C	
	a	b	a	b	a	b
5	259.26	-0.562	207.41	-0.562	311.11	-0.562
10	290.58	-0.549	232.21	-0.549	348.42	-0.549
20	317.74	-0.538	254.19	-0.538	381.29	-0.538

Fonte: [IEF-intensidade-de-precipitacao-possibilidade-de-diferenciar.pdf](#)

3.6.1.2. Ramais de descargas

Os ramais de descarga serão dimensionados a secção cheia de acordo com a fórmula de Manning-Strickler¹³. As inclinações dos ramais de descarga terão de estar compreendidas entre 5 e 40 mm/m.

3.6.1.3. Ponto de descarga final

O ponto de descarga é o ponto final onde chega toda a água evacuada pela rede pluvial. Esses pontos podem ser de vários tipos, mas no caso de edifícios, a situação mais usual é que a rede do edifício desemboque numa rede de saneamento de urbanização.

3.6.1.4. Coletores

a) Diâmetros dos coletores

O seu diâmetro não pode ser inferior ao maior dos diâmetros das tubagens que cheguem ao mesmo, com um mínimo de 100 mm.

b) Inclinações mínima dos coletores

As inclinações dos coletores devem estar compreendidas entre 1 e 4% para coletores suspensos e serem maiores ou iguais a 2% para coletores enterrados.

¹³ A fórmula de Manning-Strickler estima a velocidade ou caudal da água em canais/tubagens com base na rugosidade, inclinação e forma da secção. O nome junta as contribuições de Robert Manning (1816 - 1897) e Albert Strickler (1887 -1963), que trabalharam em épocas distintas e cujos estudos deram origem à fórmula usada hoje em hidráulica.

c) *Fórmula de Manning-Strickler*

Utiliza-se para o cálculo das tubagens horizontais. Possivelmente é a fórmula mais utilizada para o cálculo hidráulico em saneamento, e expressa-se como:

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

Q - Caudal (m³/s);

n - Coeficiente de rugosidade de Manning (tubos de concreto e PVC – 0,010 ≤ n ≤ 0,012);

A - Área da tubagem ocupada pelo fluido (m²);

R_h - Raio hidráulico (m);

I - Inclinação da tubagem (m/m).

3.6.1.5. *Tubos de queda (Colunas de queda)*

O diâmetro dos tubos de queda na drenagem da rede não poderá ser inferior ao maior dos diâmetros dos ramais que confluam nele, com um mínimo de 50 mm.

O dimensionamento dos tubos de drenagem deve ser realizado com base em cálculos hidráulicos que consideram as intensas chuvas típicas da região, assegurando que a água seja escoada eficientemente para os sistemas de drenagem pública ou para reservatórios específicos.

A utilização de softwares de modelagem 3D, integrados ao BIM, pode facilitar a visualização e análises, permitindo simulações de fluxo e otimização das interações entre os sistemas pluviais e o restante das instalações do edifício. Dessa forma, o projeto de sistemas pluviais não apenas evita danos e riscos maiores, mas também pode contribuir para a sustentabilidade do prédio, promovendo a reutilização de água e a gestão eficiente dos recursos hídricos.

3.7. MAPA DE QUANTIDADES / TABELA DE QUANTIDADES

No Revit, o mapa de quantidades (também chamado de tabela de quantitativos) tem a função principal de extrair, organizar e quantificar automaticamente os elementos do modelo BIM

Para extrair dados automaticamente do mapa de quantidades, é preciso que os elementos estejam corretamente modelados e parametrizados. Em seguida, cria-se o mapa, selecionando os campos desejados e aplicando filtros ou agrupamentos. O mapa se atualiza automaticamente com alterações no modelo e pode ser exportado para orçamento, planejamento e gestão de materiais.

As Tabelas 16 e 17 apresentam alguns resultados das quantidades das tubulações (comprimento, modelo, rugosidade e diâmetro) e das quantidades das conexões no que tange aos parâmetros quantidade e descrição, das redes de esgoto e pluviais, respectivamente.

Tabela 16. Quantidade das tubulações x diâmetros extraídos automaticamente

Comprimento	Modelo	Rugosidade	Diâmetro (mm)
418,06 m	PVC N	0,01500 mm	40
522,03 m	PVC N	0,01500 mm	50
345,17 m	PVC N	0,01500 mm	75
770,52 m	PVC N	0,01500 mm	100
310,47 m	PVC N	0,01500 mm	150
890,51 m	PVC N	0,01500 mm	200

Fonte: Dados extraídos automaticamente no mapa de quantidades.

Tabela 17. Quantidades das conexões das redes de esgotos e pluviais extraídos automaticamente

Quantidade	Descrição
7	Cap 100mm, Esgoto Série Normal – TIGRE
3	Cap 150mm, Esgoto Série Normal – TIGRE
15	Cap 200mm, Esgoto Série Normal – TIGRE
67	Joelho 45° 40mm, Esgoto Série Normal – TIGRE
158	Joelho 45° 50mm, Esgoto Série Normal – TIGRE
140	Joelho 45° 75mm, Esgoto Série Normal – TIGRE
285	Joelho 45° 100mm, Esgoto Série Normal – TIGRE
21	Joelho 45° 150mm, Esgoto Série Normal – TIGRE
31	Joelho 45° 200mm, Esgoto Série Normal – TIGRE
268	Joelho 90° 40mm, Esgoto Série Normal – TIGRE

246	Joelho 90° 50mm, Esgoto Série Normal – TIGRE
97	Joelho 90° 75mm, Esgoto Série Normal – TIGRE
387	Joelho 90° 100mm, Esgoto Série Normal – TIGRE
17	Joelho 90° 150mm, Esgoto Série Normal – TIGRE
12	Joelho 90° 200mm, Esgoto Série Normal – TIGRE
2	Junção Simples 75 x 75mm, Esgoto Série Normal – TIGRE
167	Junção Simples 100 x 75mm, Esgoto Série Normal – TIGRE

Fonte: Dados extraídos automaticamente no mapa de quantidades.

3.8. RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS NO PROJETO UTILIZANDO A METODOLOGIA BIM

Considerando a complexidade do projeto em estudo e as limitações verificadas durante o processo de modelação no software Revit, a Tabela 18 sintetiza os principais parâmetros - destacados em negrito - relativos aos níveis de desenvolvimento (LOD), às dimensões do BIM e ao respetivo nível de maturidade da metodologia.

Tabela 18. Resultados obtidos no projeto das redes de esgoto e pluviais

Etapa do projeto	LOD	Dimensões BIM	Ferramentas BIM utilizadas	Nível BIM	Descrição da aplicação
Conceção inicial (estudo preliminar)	LOD 200¹⁴	3D	Revit, AutoCAD	Nível 1¹⁵	Representação volumétrica básica da rede, com localização e orientação, diâmetros e inclinações
Projeto básico	LOD 200	3D, 4D	Revit, Navisworks	Nível 2	Elementos modelados com dimensões, análises de interferência e cronograma inicial.
Projeto executivo	LOD 300	3D, 4D, 5D	Revit, Navisworks, Excel	Nível 2	Elementos com informações detalhadas e quantificação para orçamento.
Execução e acompanhamento da obra	LOD 350	3D, 4D, 5D, 6D	Navisworks, Synchro, Power BI	Nível 2/3	Monitoramento de execução, custos e integração com cronograma e manutenção.
Operação e manutenção	LOD 400	6D	BIM 360, Archibus, Dynamo	Nível 3	Modelo usado para gestão de manutenção preventiva e corretiva.
Fim do ciclo/retroalimentação	LOD 500	6D, 7D	BIM 360, plataformas GIS	Nível 3	Modelo como construído ('as built') e dados usados para sustentabilidade.

Fonte: Elaboração própria

¹⁴ LOD 200 (Nível de desenvolvimento/detalhe) – Forma, dimensões e localização aproximada/ posição provisória - estimativas iniciais.

¹⁵ Nível 1 (Nível e maturidade) - Modelagem 3D baseada em objetos, com automação de detalhes de quantidades.

3.9. DESAFIOS E LIMITAÇÕES METODOLÓGICAS ENCONTRADOS NO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Durante o desenvolvimento das redes de esgoto e pluviais em ambiente BIM, foi possível identificar um conjunto de dificuldades metodológicas que impactaram diretamente o processo de modelação, análise e validação dos resultados obtidos.

A primeira e mais evidente dificuldade esteve relacionada à utilização do software Autodesk Revit. Sendo o autor iniciante na modelagem em ambiente BIM, a curva de aprendizagem revelou-se acentuada e desafiante, exigindo um investimento significativo de tempo para compreender a lógica de funcionamento do programa, a criação de famílias e, a configuração dos sistemas de tubulação e a navegação entre vistas e modelos 3D.

Para além das dificuldades iniciais, destacou-se a falta de templates padronizados que contemplassem as especificidades das redes de drenagem doméstica e pluviais, especialmente no que se refere às características técnicas das tubulações e conexões, como diâmetros, materiais, inclinações mínimas e simbologias de representação. As bibliotecas nativas do software, geralmente baseadas na norma brasileira, mostraram-se pouco compatíveis com os requisitos técnicos da realidade portuguesa, obrigando à criação ou adaptação manual de componentes.

Outro entrave metodológico envolveu o uso de plugins complementares, os quais, apesar de prometerem ampliar as capacidades do Revit, apresentaram limitações operacionais. Muitos deles exigem licenciamento específico, ou seja, exigem licenças pagas, não são compatíveis com todas as versões do software ou demandam conhecimentos avançados de interoperabilidade. Essa realidade traduziu-se em instabilidades, atrasos no processo de modelação e, por vezes, em perda de informação no modelo desenvolvido.

Adicionalmente, verificou-se uma escassez de referências técnicas e académicas que abordem, de forma prática, a modelação de redes de esgoto e pluviais em ambiente BIM. Tal lacuna obrigou a uma abordagem exploratória, sem grandes números de estudos, com consulta frequente a fóruns técnicos, manuais estrangeiros e bases normativas diversas.

Essas dificuldades destacam as limitações atuais das ferramentas digitais e a necessidade de conteúdos técnicos adaptados à realidade local, reforçando a importância de investir em bibliotecas, templates e guias específicos para facilitar a adoção eficaz do BIM em infraestruturas hidráulicas.

4

CONCLUSÕES

A aplicação da metodologia Building Information Modeling (BIM) no desenvolvimento das redes prediais de esgoto e águas pluviais demonstrou ganhos significativos face aos métodos tradicionais de projeto. A modelação tridimensional integrada permitiu uma maior eficiência na distribuição das tubagens, possibilitando o ajuste preciso de inclinações, cotas, trajetos, conexões e acessórios, o que contribuiu para a redução de erros geométricos e para uma verificação mais eficaz do cumprimento das normas técnicas aplicáveis.

Para além da otimização do traçado das tubagens, o ambiente BIM revelou-se fundamental na seleção, disposição e compatibilização das conexões e acessórios, garantindo um melhor desempenho hidráulico dos sistemas e reduzindo a probabilidade de erros de montagem em fase de execução. Esta eficiência global refletiu-se também na diminuição do retrabalho, frequentemente associado a inconsistências entre plantas, cortes e pormenores em projetos desenvolvidos em ambiente bidimensional.

Outro aspeto de elevada relevância foi a precisão da documentação técnica gerada automaticamente. A produção de plantas, cortes, mapas de quantidades e listas de materiais a partir do modelo BIM assegurou maior coerência entre os diferentes elementos do projeto, eliminando discrepâncias comuns nos processos manuais. Esta precisão contribuiu diretamente para orçamentos mais fiáveis, melhor planeamento da obra e menor ocorrência de erros durante a fase construtiva.

A comparação entre o desempenho da metodologia BIM e os métodos convencionais evidenciou melhorias claras em várias dimensões do processo de projeto. No que se refere ao tempo, embora a fase inicial de modelação exija maior rigor e configuração, o BIM demonstrou maior eficiência

global, especialmente nas revisões de soluções e na atualização automática da documentação. Relativamente à deteção de conflitos, a interoperabilidade e a visualização tridimensional permitiram identificar antecipadamente incompatibilidades que dificilmente seriam percebidas em desenhos 2D, reduzindo significativamente problemas que normalmente só seriam detetados em obra.

No domínio da visualização e coordenação, o BIM apresentou uma clara superioridade, proporcionando uma compreensão global do sistema, facilitando a comunicação entre os diferentes intervenientes e permitindo uma coordenação mais eficaz entre as disciplinas envolvidas no projeto. Apesar de terem sido identificadas algumas limitações, nomeadamente a ausência de bibliotecas paramétricas completas, a falta de templates adaptados às normas nacionais e o desafio associado à curva de aprendizagem de utilizadores iniciantes, os benefícios observados superaram amplamente estes constrangimentos.

Importa ainda destacar que o Autodesk Revit se revelou uma ferramenta eficaz para a análise de conflitos diretamente no ambiente de modelação. A utilização da funcionalidade Interference Check permitiu a identificação antecipada de interferências geométricas entre elementos arquitetónicos, como paredes e lajes, e componentes das redes hidráulicas e sanitárias, incluindo tubagens, conexões e acessórios. Esta capacidade reforça a coordenação entre Arquitetura e os sistemas de Plumbing (redes hidrossanitárias), reduzindo o risco de erros em obra e evidenciando uma das principais vantagens da metodologia BIM.

Conclui-se, assim, que a aplicação da metodologia BIM ao projeto de redes prediais de esgoto e águas pluviais apresenta um elevado potencial de inovação, proporcionando ganhos significativos em termos de precisão, visualização, redução de retrabalhos, eficiência económica e compatibilização entre disciplinas. Contudo, para que a sua implementação seja verdadeiramente eficaz e sustentável, torna-se essencial a integração progressiva das normas nacionais nos softwares utilizados, bem como o investimento contínuo em formação técnica e no desenvolvimento de bibliotecas e templates adaptados à realidade local.

Recorda-se:

“Não basta que a rede funcione. Esta deve comportar, além disso, um custo razoável evitando dentro do possível o seu sobredimensionamento” CYPECAD_MEP, 2016).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS

- ANFACER. (s.d.). *Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres*. Obtido de <https://www.anfacer.org.br/noticias/do-3d-ao-7d-entenda-todas-as-dimensoes-do-bim#:~:text=As%20dimens%C3%B5es%20da%20metodologia%20BIM,%207D%20%E2%80%93%20gest%C3%A3o%20de%20instala%C3%A7%C3%B5es>.
- Bernstein, H. M. (2014). *The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets*, SmartsMarket Report, McGraw Hill Construction. pp. 8-15.
- Biblus. (2025). Obtido de <https://biblus.accasoftware.com/ptb/conheca-as-diferencas-entre-bim-e-mep/>
- Biblus. (2025). *biblus.accasoftware.com*. Obtido de <https://biblus.accasoftware.com/ptb/level-bim-nivel-de-maturidade-de-0-a-3/>
- BIM LEAD, A. E. (2025). Obtido de <https://www.bim-lead.com/services/bim-lod/>
- bimforum.org*. (2013). Obtido de BIMForum – LOD Specification: <https://bimforum.org/resource/lolevel-of-development-lod-specification/>
- BIMMDA. (2025). *BIMMDA*. Obtido de [bimmda.com: https://bimmda.com/pt/o-que-e-o-bim?utm_source=chatgpt.com](https://bimmda.com/pt/o-que-e-o-bim?utm_source=chatgpt.com)
- BSI-PAS1192-2. (s.d.). *Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information Modelling*.
- Building Smart, P. (2025). Obtido de Building Information Modelling: <https://buildingsmart.pt/o-que-e/>
- CON, T. (11 de 2020). *Será que você realmente entende de BIM? (parte I)*. Obtido de <https://contreinamentos.com.br/sera-que-voce-realmente-entende-de-bim-parte-i/>
- CYPECAD_MEP. (2016). *Águas, Residuais, Pluviais, Gás, Contra incêndios, Climatização, ITED (2ª Edição) e Electricidade – Memória de cálculo, Manual do utilizador*.
- Decreto Lei nº10/2024, d. 8. (2024). *Decreto Lei nº10/2024, de 8 de janeiro*. Diário da Republica.
- Eastman. (2008). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors (1st ed.)*. John Wiley & Sons.

- Eastman, C. M. (1974). *An Outline of the Building Description System*. USA: Institute of Physical Planning, Carnegie-Mellon University.
- Eastman, C. T. (2014). *BIM: Modelagem da Informação da Construção* (2ª ed.), Porto Alegre, Bookman.
- Eu BIM, T. G. (06 de 2017). Manual relativo à Aplicação da Modelação da Informação da Construção no Setor Público Europeu. *Ação Estratégica para o desempenho do setor da Construção: promover valor, inovação e crescimento, Luxemburgo, Comissão europeia*.
- FORUM, B. (2016). *Level Of Development Specification for Building*. Obtido de www.bimforum.org/lod.
- Gabriel da Silva, A. B. (2021). *Eficiência Das Dimensões Dos Processos Building Information Modeling No Ciclo de Vida das Edificações*. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), Santa Rosa, RS, Brasil.
- Grupo, A. (11 de 11 de 2023). *BIM: ebooks para você entender tudo sobre a metodologia*. Obtido de <https://grupoajbim.com/bim-ebooks/>.
- ISO. (19650). *International Organization for Standardization (ISO)*. series (ex: ISO 19650-1, ISO 19650-2, etc.).
- João. (2018). *Metodologia BIM aplicada à gestão de ativos*. Lisboa: ISEL.
- Kymmell, W. (2008). *Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations*. McGraw-Hill.
- Martini, L. (2018). *BIM per l'architettura: Il modello BIM come strumento per il controllo del progetto architettonico*. Hoepli. 7ª Edição.
- Martins, T. (10 de 2024). *Os 4 níveis de maturidade BIM e os desafios de projetos colaborativos com empresas em diferentes estágios*. Obtido de <https://www.linkedin.com/pulse/os-4-n%C3%ADveis-de-maturidade-bim-e-desafios-projetos-com-martins-um6sf/>
- McKinsey, C. P. (2016). *BCG, Digital in Engineering and Construction*.
- Miranda, I. R. (2024). *SCAN TO BIM ARQUITETURA E INSTALAÇÕES MEP*. 5º Congresso Português de Building Information Modelling .
- Pinho, F. A. (2015). *Norma BIM Portuguesa, Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na . Coimbra*.
- Politejo. (2025). *Tubos PVC, Manual Técnico*. Obtido de https://www.canalcentro.pt/wp-content/uploads/2015/05/tubos_PVC.pdf
- RGSPDADR. (194/1995). *Decreto Regulamentar n°23/95. Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais. Diário da República n°194/1995- I Série B, Ministério das Obras Pública, Transportes e Comunicações*. Lisboa.
- Roberto, L. (2025). *Modelagem da Informação da Construção BIM. A importância do BIM na Gestão de Ativos para o Sucesso da Políticas Públicas, VIII Fórum Nacional das Transferências e Parcerias da União" com o subtítulo "Parcerias e diálogos para melhoria da governança e da gestão das políticas públicas"*.

Silva, W. V. (2024). *APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM EM PROJETOS DE REDES PREDIAIS DE ÁGUA E ESGOTOS, DESAFIOS E LIMITAÇÕES DA SUA IMPLEMENTAÇÃO*. Escola Superior Politécnico Setúbal - Tecnologia Barreiro.

Tigre. (2025). *Orientações técnicas sobre instalação de esgotos - catálogo técnico*. Obtido de <https://tigresite.s3.amazonaws.com/2021/12/ct-esgoto.pdf>

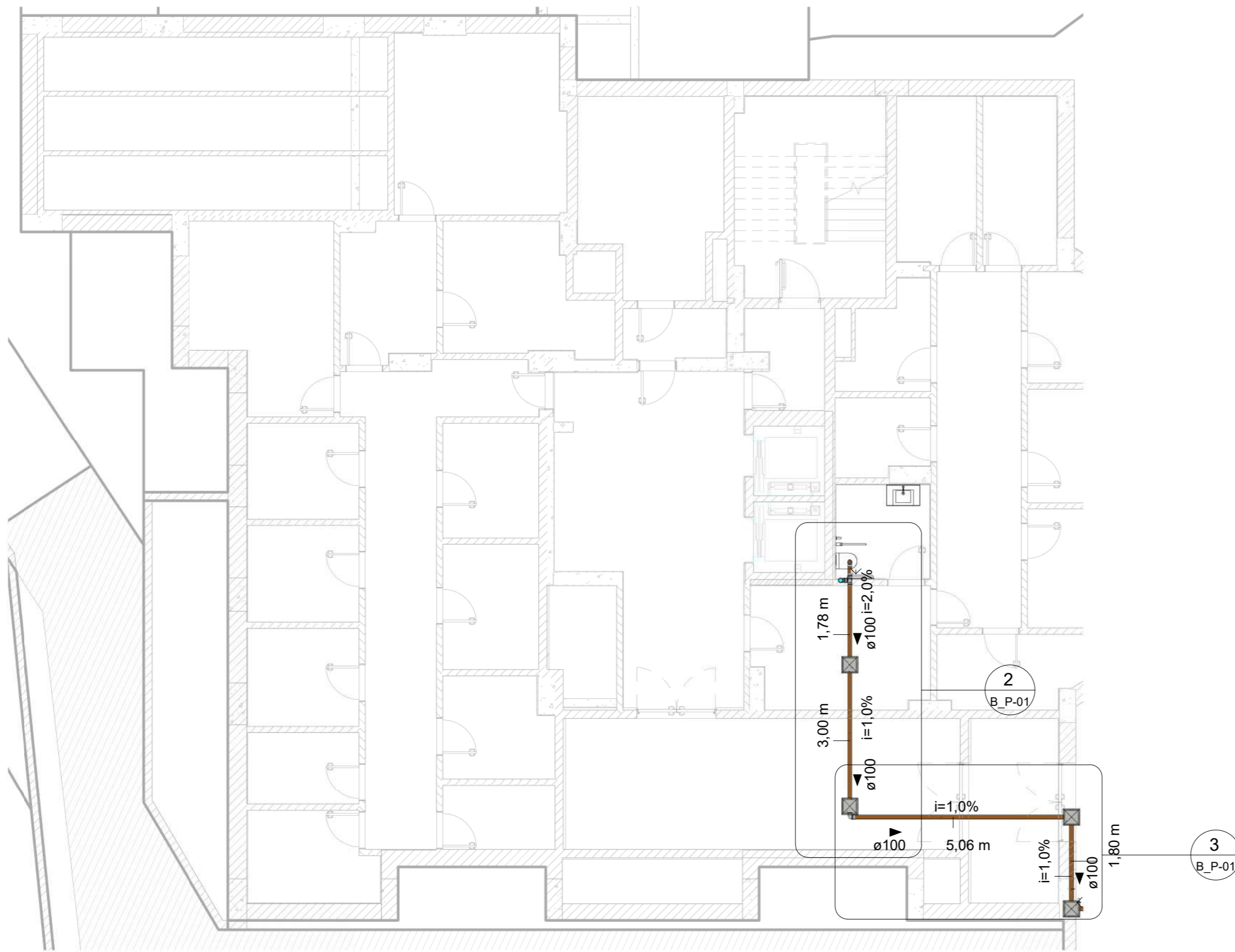
UNITED_BIM. (2025). *The Top 10 BIM Software You Need to Know in 2025*. Obtido de <https://www.united-bim.com/top-10-bim-sofware-in-2025/>

World Economic Forum WEF, *Shaping the Future of Construction*. (2016).

ZIGURATE, *INSTITUTE OF TECHNOLOGY*. (2025). Obtido de https://www.e-zigurat.com/pt-br/cursos/bim-management/?utm_campaign=CASAPTArticulosBlog&utm_medium=Blog&utm_source=Web&utm_content=ImportanciaBIMsaneamento

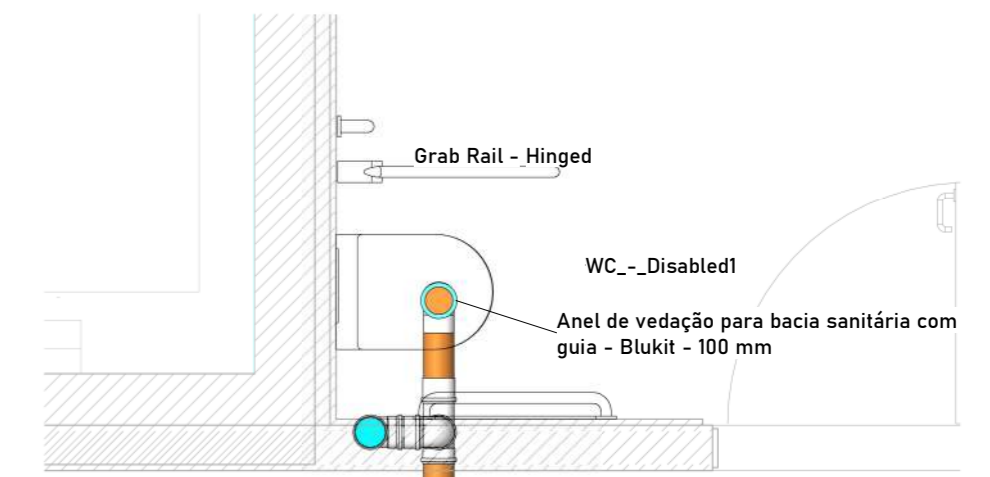
6

ANEXOS

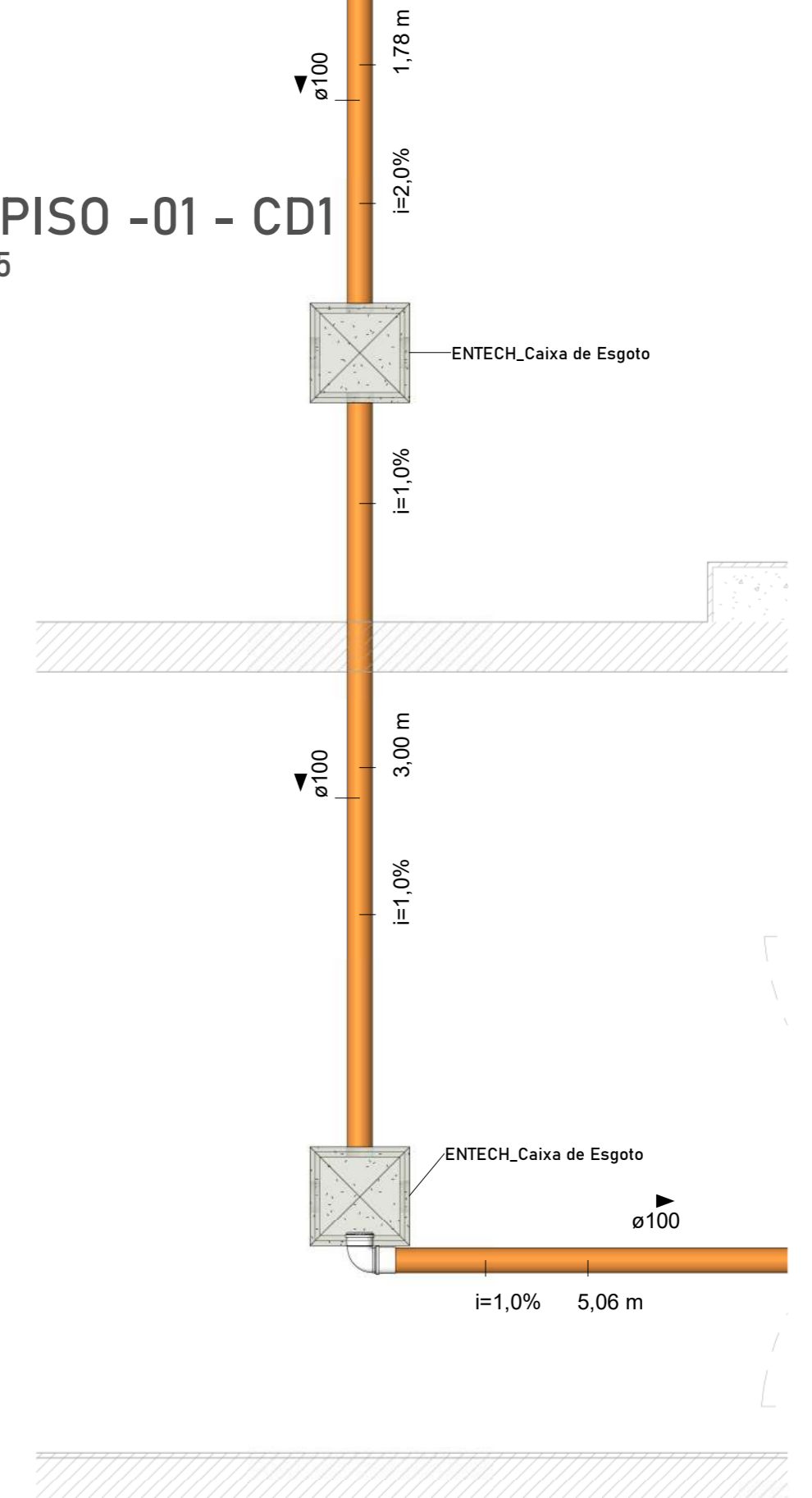


CD - Chamada de detalhe

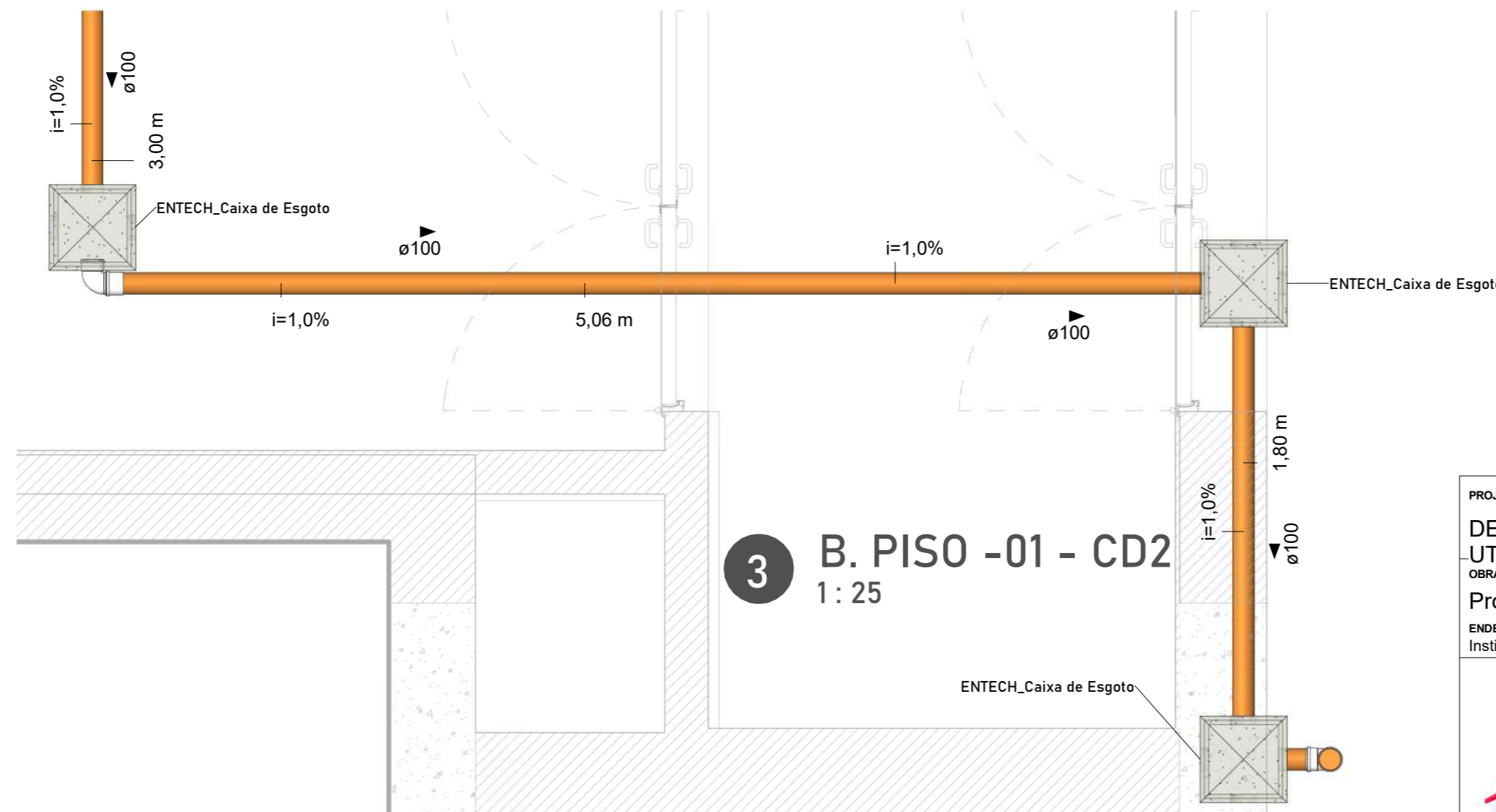
CE - Chamada de elevação



2 B. PISO -01 - CD1
1:25



1 B. PISO -01
1:100



3 B. PISO -01 - CD2
1:25

LEGENDA DE TUBOS

- ÁGUA PLUVIAL
- ESGOTO SANITÁRIO
- VENTILAÇÃO
- ESGOTO GORDURA

INDICAÇÃO

- AP ÁGUA PLUVIAL
- ES ESGOTO SANITÁRIO
- TV VENTILAÇÃO

Legenda de tubos
1:1

PROJETO
DESENVOLVIMENTO DAS REDES ESGOTO E PLUVIAL DE UM EDIFÍCIO ALTO
UTILIZANDO A METODOLOGIA BIM

OBRA
Projeto como dissertação de mestrado em Engenharia da Construção

ENDEREÇO
Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

RESPONSÁVEL TÉCNICO
Gabinete de Engenharia Civil - IPB

CLIENTE
Não definido

CREA: Não definido
CPF/CNPJ: 000-000-000-00

CONTEÚDO
Piso -1

DATA
29-07-2025

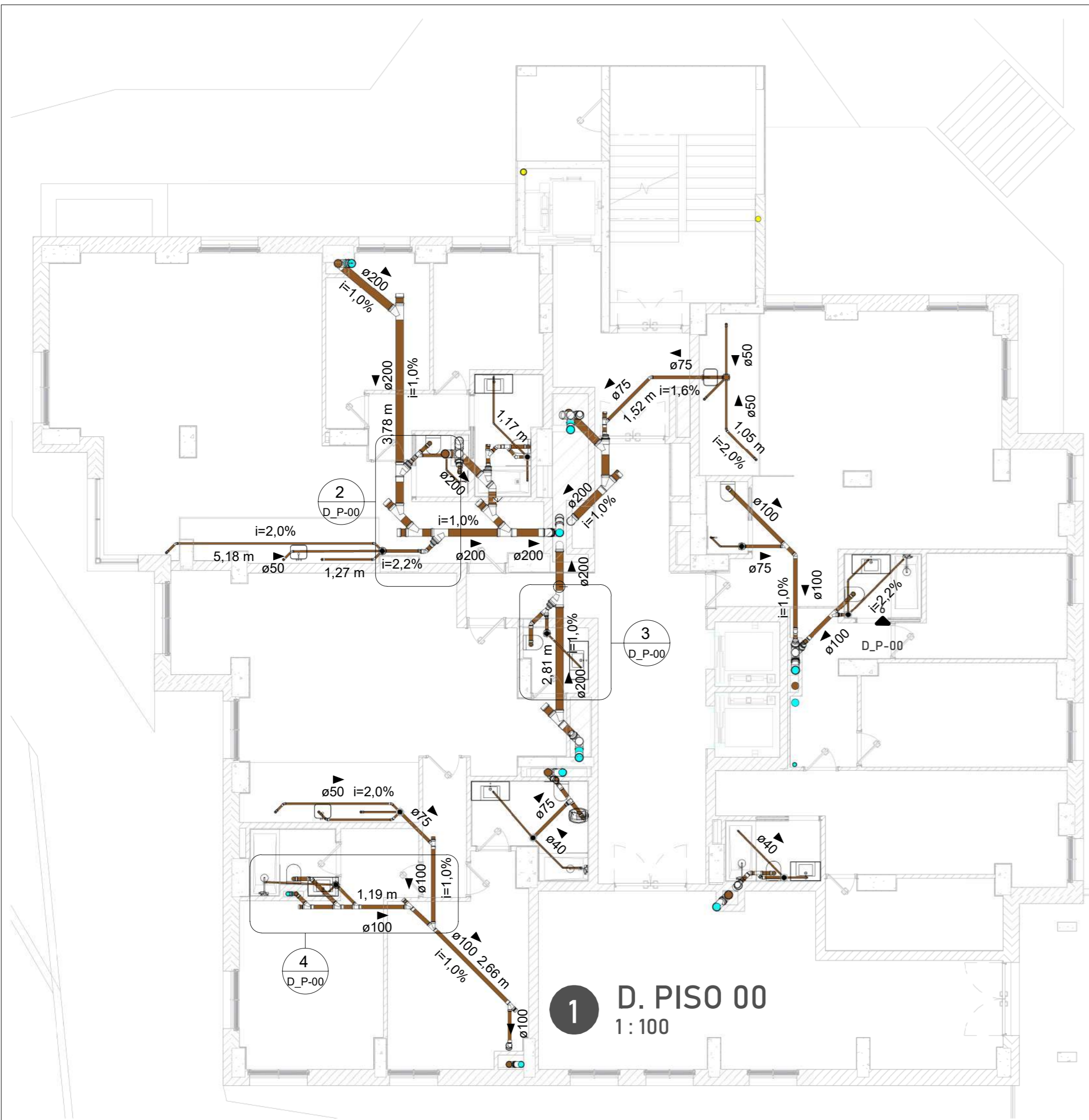
ESCALA
INDICADA

DESENHO
Immanuel de Jesus Monteiro Fonseca

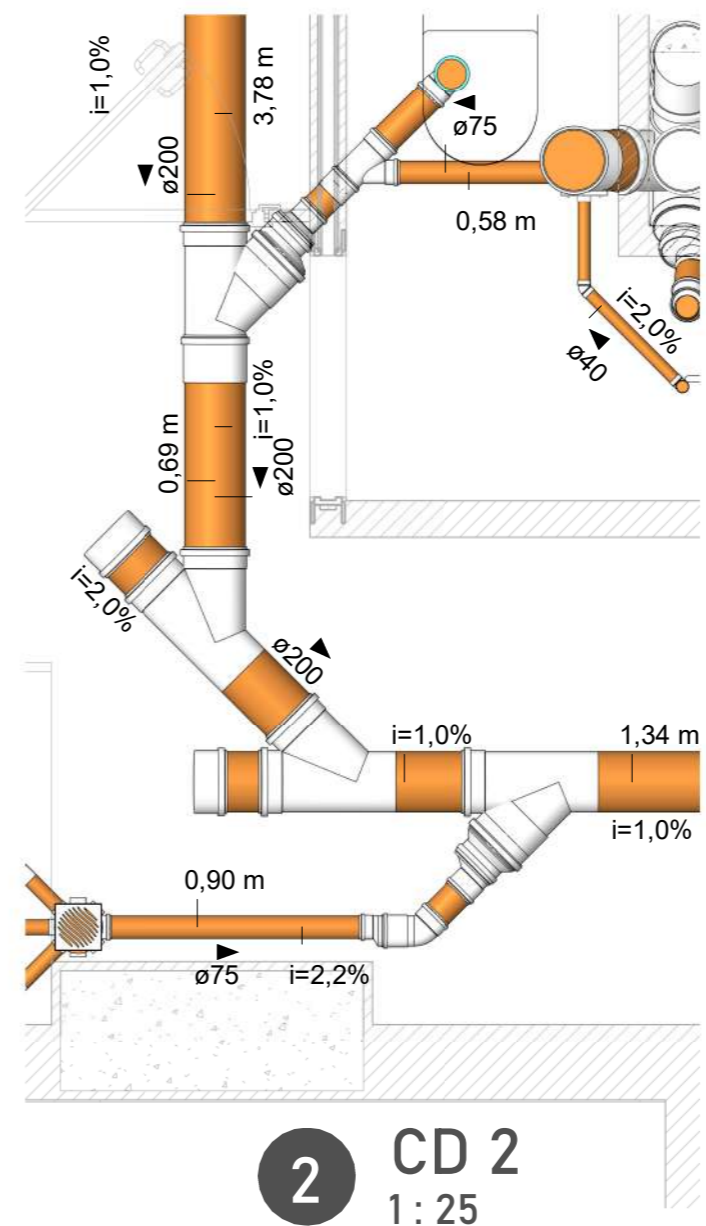
REVISÃO



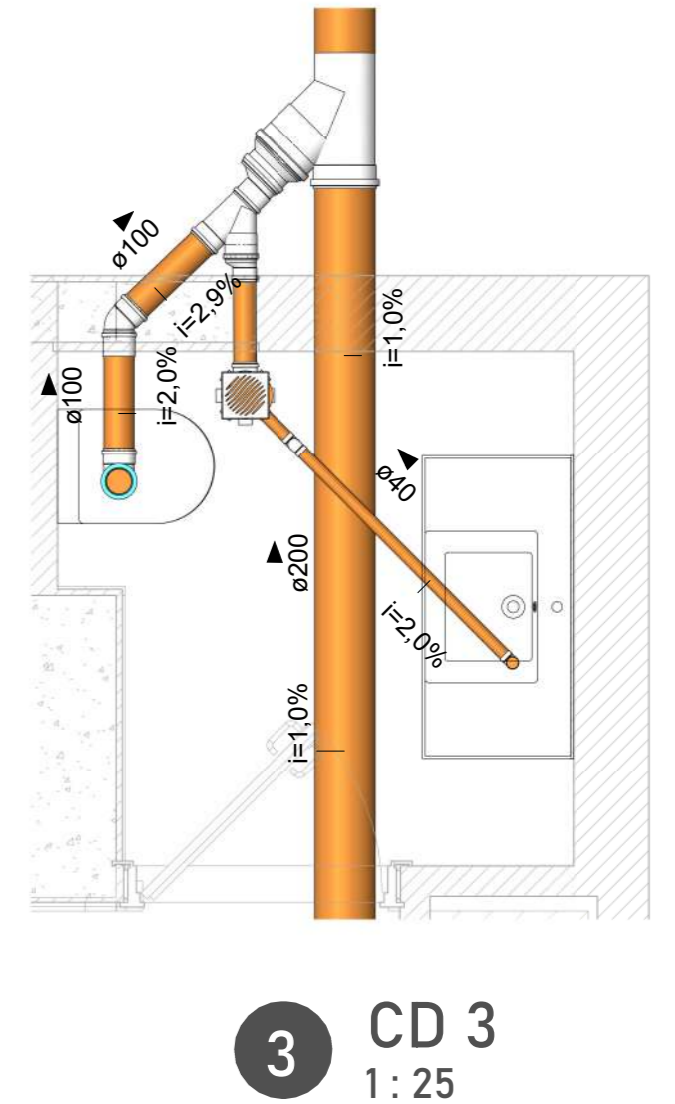
FOLHA
B_P-01



1 D. PISO 00
1: 100



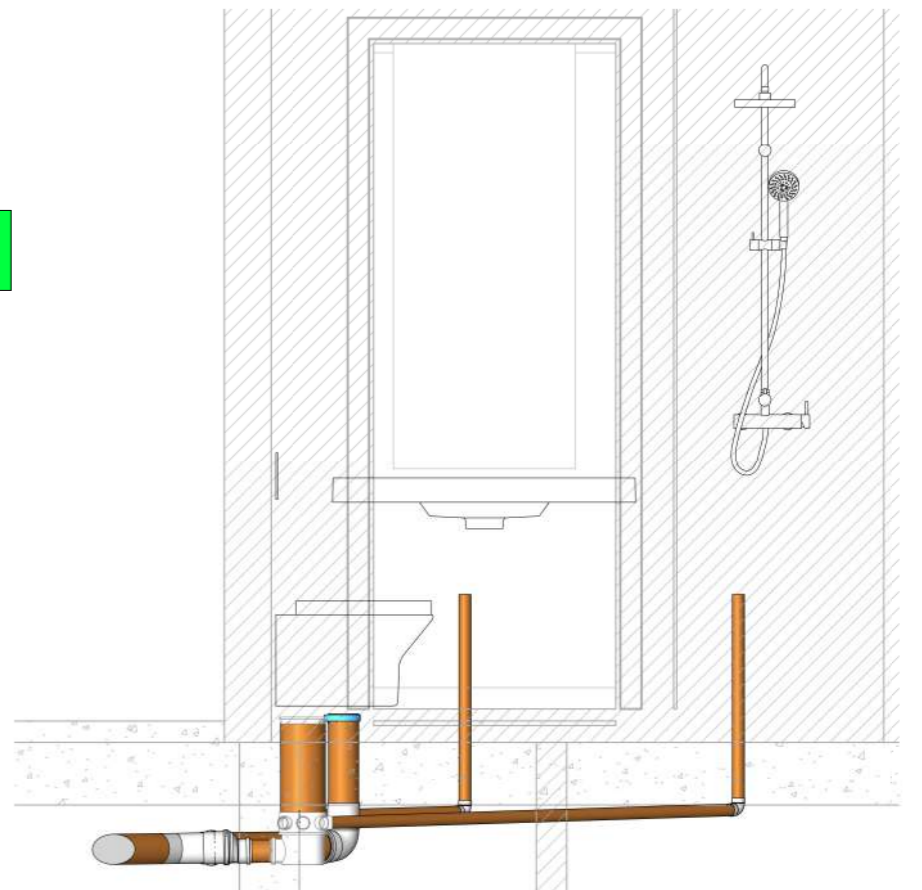
2 CD 2
1: 25



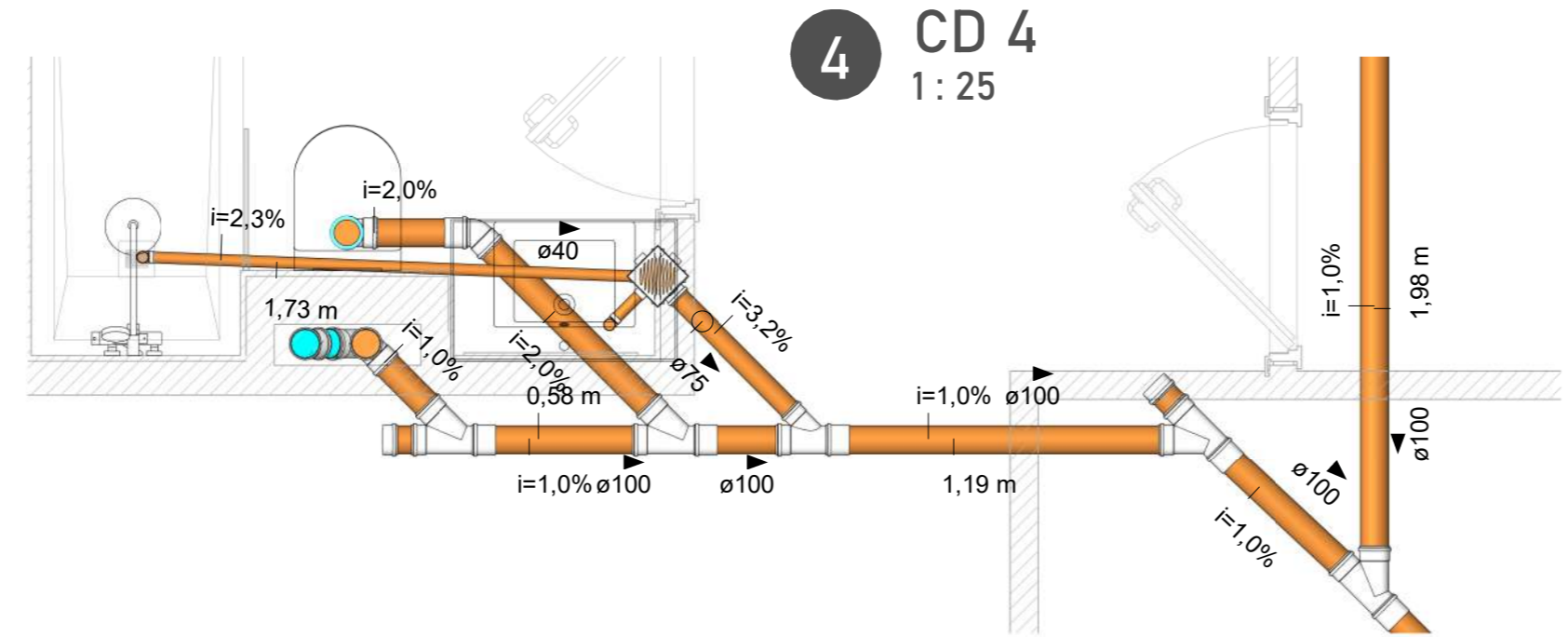
3 CD 3
1: 25

QUANTITATIVO DE TUBULAÇÃO (ESGOTO E PLUVIAL)

Comprimento	Modelo	Rugosidade	Diâmetro
23,54 m	PVC N	0,01500 mm	40,00
26,39 m	PVC N	0,01500 mm	50,00
11,04 m	PVC N	0,01500 mm	75,00
46,53 m	PVC N	0,01500 mm	100,00
34,40 m	PVC N	0,01500 mm	150,00
97,05 m	PVC N	0,01500 mm	200,00



6 DE CD - Chamada de detalhe
1: 25
CE - Chamada de elevação



4 CD 4
1: 25


- LEGENDA DE TUBOS**
- ÁGUA PLUVIAL
 - ESGOTO SANITÁRIO
 - VENTILAÇÃO
 - ESGOTO GORDURA
- INDICAÇÃO**
- AP / Ø ÁGUA PLUVIAL
 - AP / Ø ESGOTO SANITÁRIO
 - TV / Ø VENTILAÇÃO

Legenda de tubos
1:1

PROJETO
DESENVOLVIMENTO DAS REDES ESGOTO E PLUVIAL DE UM EDIFÍCIO ALTO UTILIZANDO A METODOLOGIA BIM

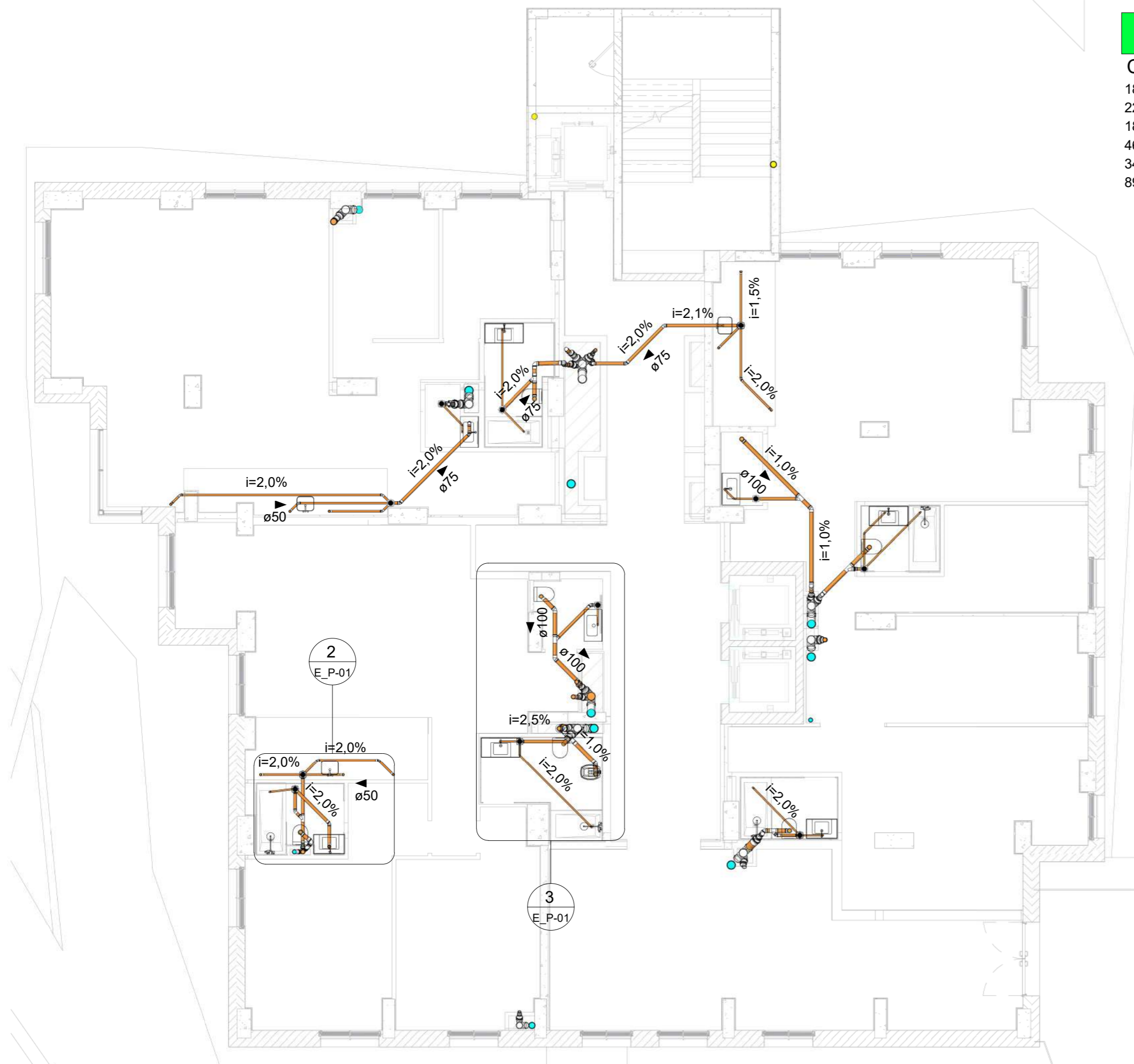
OBRA
Projeto como dissertação de mestrado em Engenharia da Construção

ENDEREÇO
Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

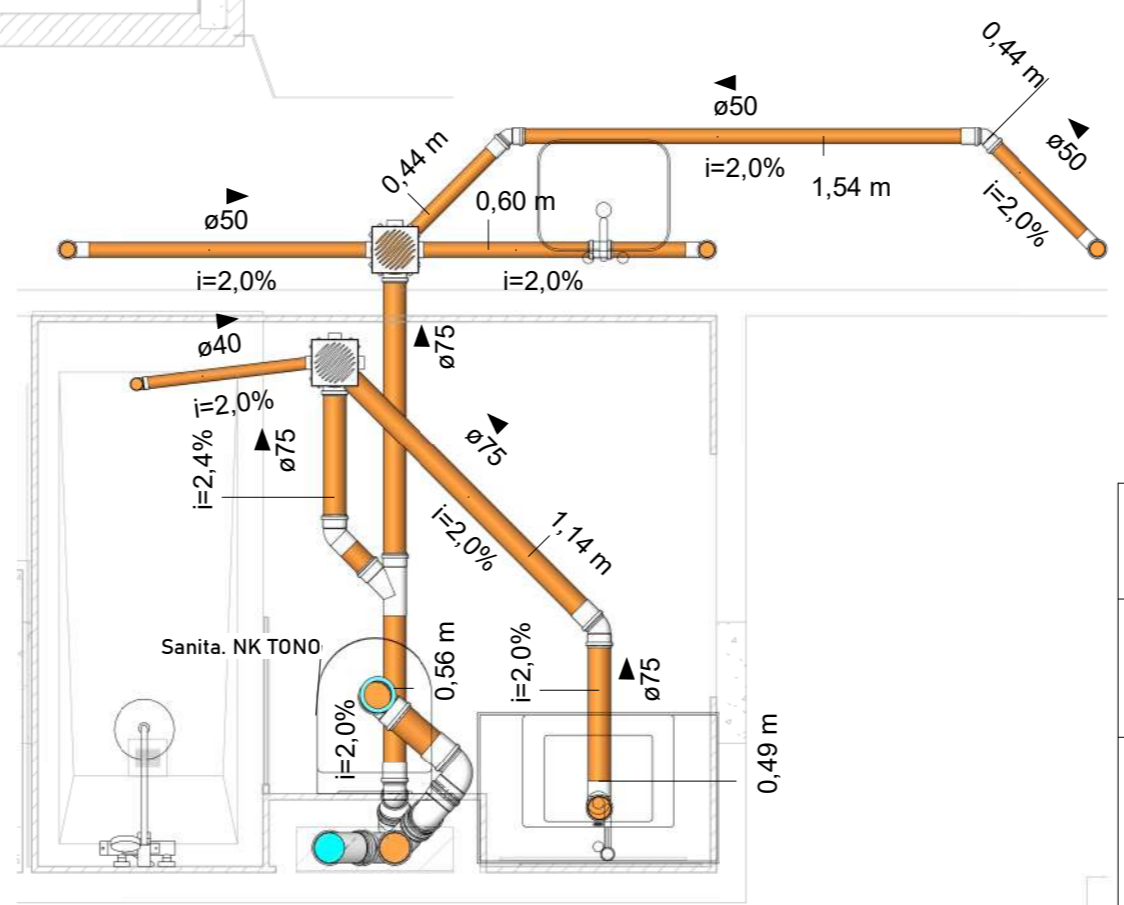
 RESPONSÁVEL TÉCNICO Gabinete de Engenharia Civil - IPB CREA: Não definido	CLIENTE Não definido CPF/CNPJ: 000-000-000-00		FOLHA D_P-00
	CONTEÚDO Piso 00	DATA 29-07-2025	

QUANTITATIVO DE TUBULAÇÃO (ESGOTO E PLUVIAL)

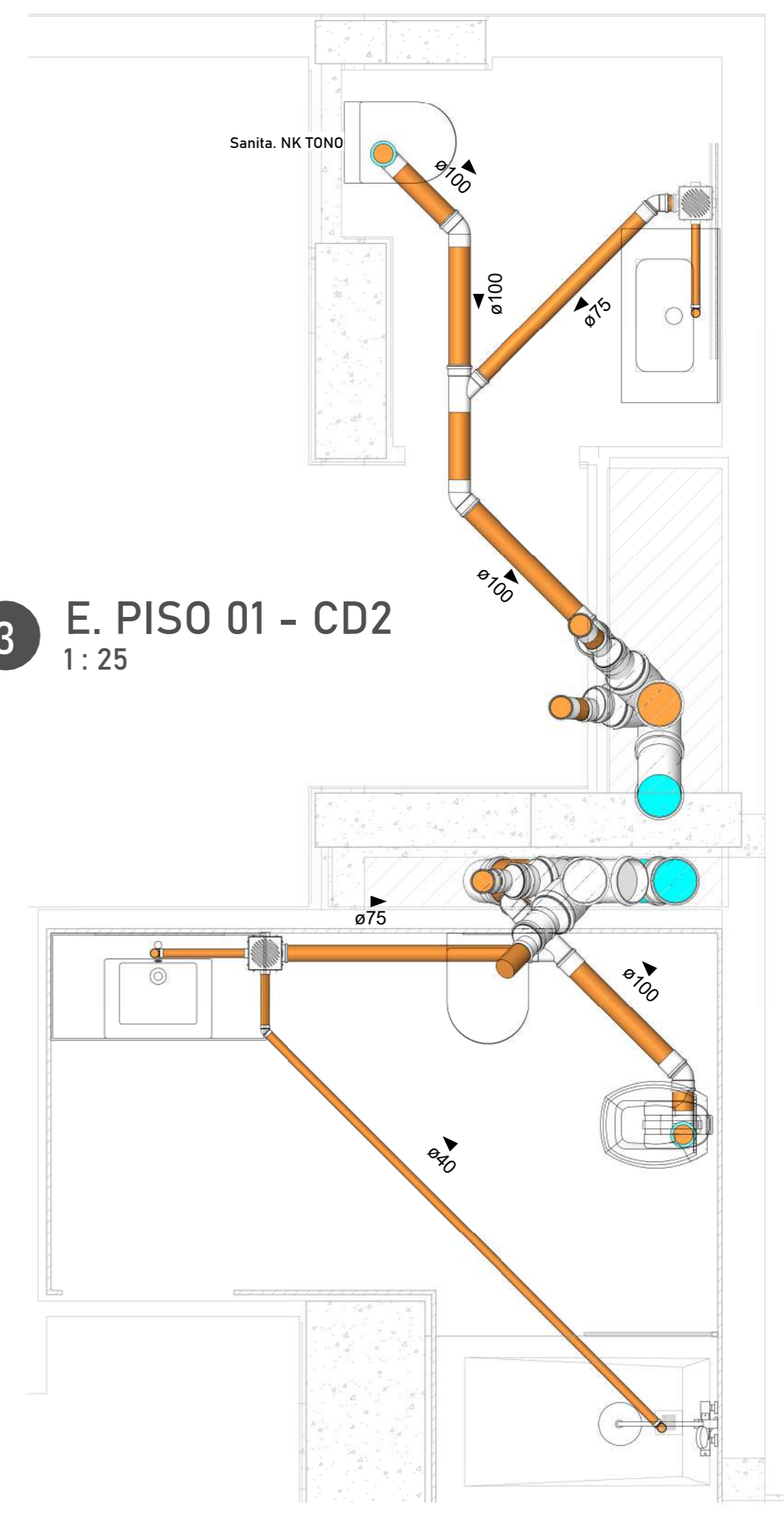
Comprimento	Modelo	Rugosidade	Diâmetro
18,47 m	PVC N	0,01500 mm	40,00
22,64 m	PVC N	0,01500 mm	50,00
18,18 m	PVC N	0,01500 mm	75,00
46,58 m	PVC N	0,01500 mm	100,00
34,10 m	PVC N	0,01500 mm	150,00
89,39 m	PVC N	0,01500 mm	200,00



1 E. PISO 01
1 : 100



2 E. PISO 01 - CD1
1 : 25



3 E. PISO 01 - CD2
1 : 25

CD - Chamada de detalhe
CE - Chamada de elevação

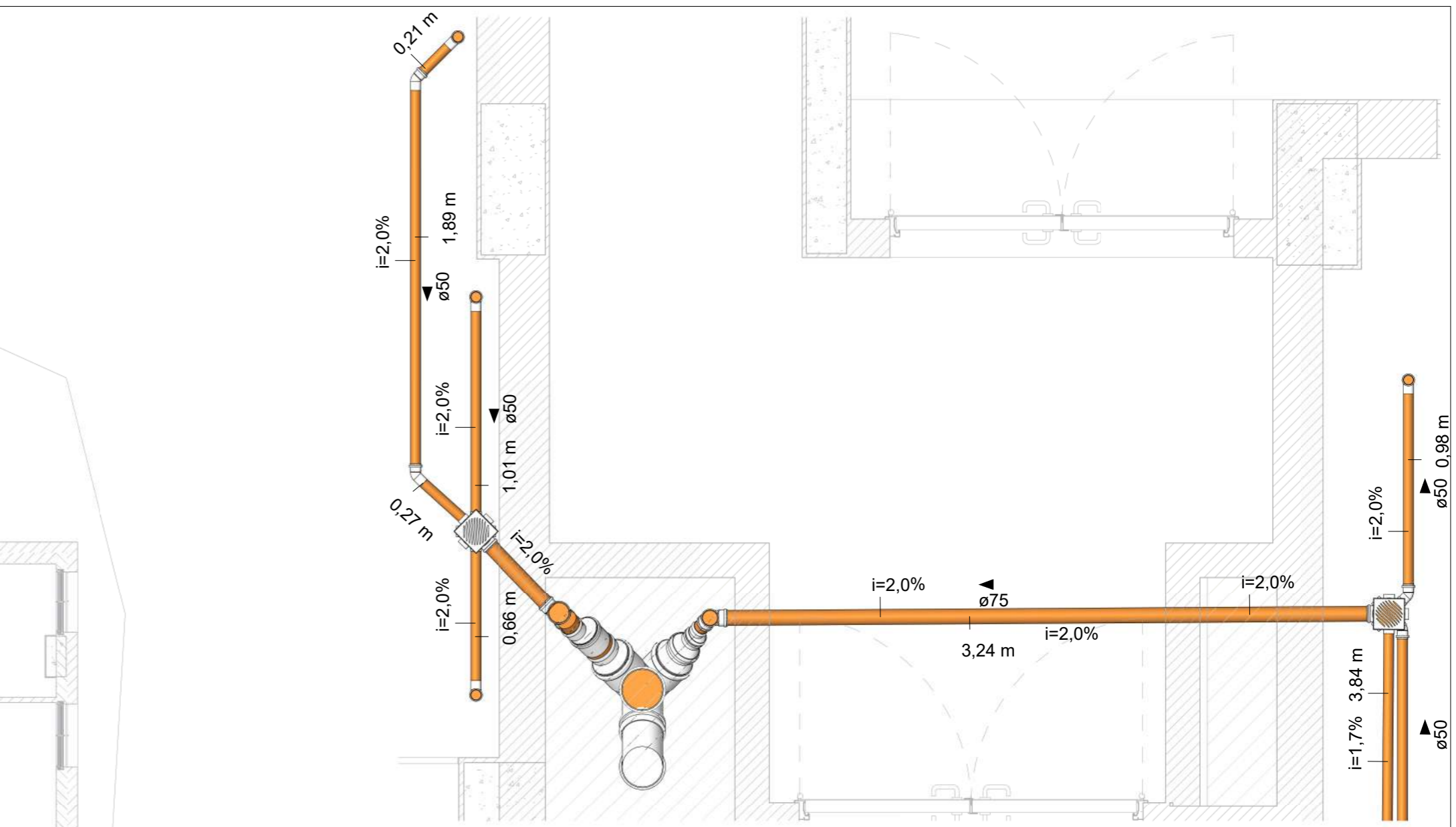
LEGENDA DE TUBOS	INDICAÇÃO
ÁGUA PLUVIAL	ÁGUA PLUVIAL
ESGOTO SANITÁRIO	ESGOTO SANITÁRIO
VENTILAÇÃO	VENTILAÇÃO
ESGOTO GORDURA	

Legenda de tubos
1 : 1

PROJETO			
DESENVOLVIMENTO DAS REDES ESGOTO E PLUVIAL DE UM EDIFÍCIO ALTO UTILIZANDO A METODOLOGIA BIM			
OBRA			
Projeto como dissertação de mestrado em Engenharia da Construção			
ENDEREÇO			
Instituto Politécnico de Bragança, Portugal			
	RESPONSÁVEL TÉCNICO		CLIENTE
	Gabinete de Engenharia Civil - IPB		Não definido
CREA: Não definido		CPF/CNPJ: 000-000-000-00	
CONTEÚDO			
Piso 01			
DATA	ESCALA	DESENHO	REVISÃO
29-07-2025	INDICADA	Immanuel de Jesus Monteiro Fonseca	
			FOLHA
			E_P-01



1 F. PISO 02
1:100



2 F. PISO 02 CD1
1:25



3 F. PISO 02 CD2
1:25

CD - Chamada de detalhe
CE - Chamada de elevação

LEGENDA DE TUBOS

- ÁGUA PLUVIAL
- ESGOTO SANITÁRIO
- VENTILAÇÃO
- ESGOTO GORDURA

INDICAÇÃO

- ÁGUA PLUVIAL
- ESGOTO SANITÁRIO
- VENTILAÇÃO

QUANTITATIVO DE TUBULAÇÃO (ESGOTO E PLUVIAL)

Comprimento	Modelo	Rugosidade	Diâmetro
20,59 m	PVC N	0,01500 mm	40,00
28,54 m	PVC N	0,01500 mm	50,00
16,36 m	PVC N	0,01500 mm	75,00
42,50 m	PVC N	0,01500 mm	100,00
32,71 m	PVC N	0,01500 mm	150,00
69,45 m	PVC N	0,01500 mm	200,00

Legenda de tubos
1:1

PROJETO
DESENVOLVIMENTO DAS REDES ESGOTO E PLUVIAL DE UM EDIFÍCIO ALTO UTILIZANDO A METODOLOGIA BIM

OBRA
Projeto como dissertação de mestrado em Engenharia da Construção

ENDEREÇO
Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

RESPONSÁVEL TÉCNICO Gabinete de Engenharia Civil - IPB		CLIENTE Não definido	
CREA: Não definido		CPF/CNPJ: 000-000-000-00	
CONTEÚDO Piso 02-15	DATA 29-07-2025	ESCALA INDICADA	DESENHO Immanuel de Jesus Monteiro Fonseca
		REVISÃO	FOLHA F_P-02

QUANTITATIVO DE TUBULAÇÃO (ESGOTO E PLUVIAL)

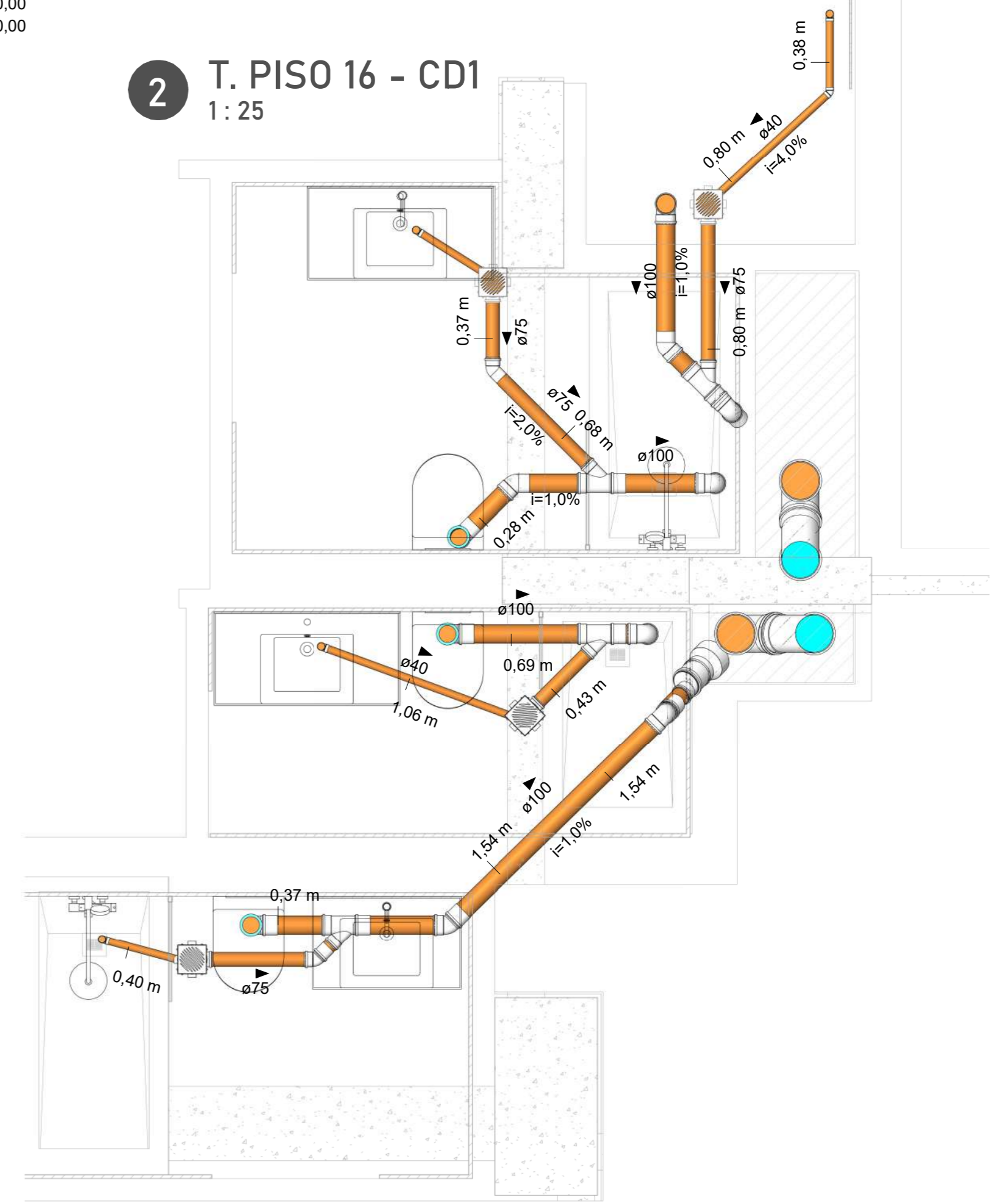
Comprimento	Modelo	Rugosidade	Diâmetro
21,43 m	PVC N	0,01500 mm	40,00
29,87 m	PVC N	0,01500 mm	50,00
14,72 m	PVC N	0,01500 mm	75,00
41,98 m	PVC N	0,01500 mm	100,00
23,32 m	PVC N	0,01500 mm	150,00
94,76 m	PVC N	0,01500 mm	200,00



1 T. PISO 16
1:100

3 T. PISO 16 - CD2
1:25

2 T. PISO 16 - CD1
1:25

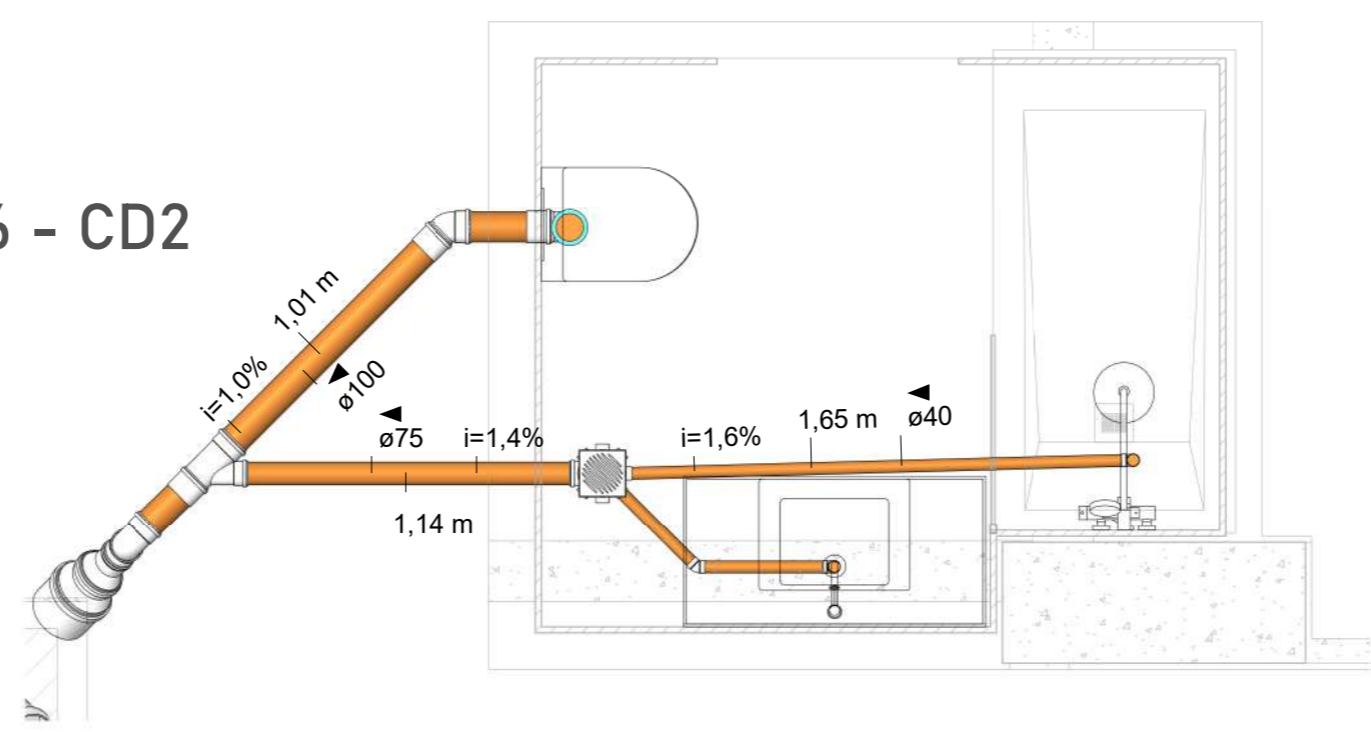


CD - Chamada de detalhe

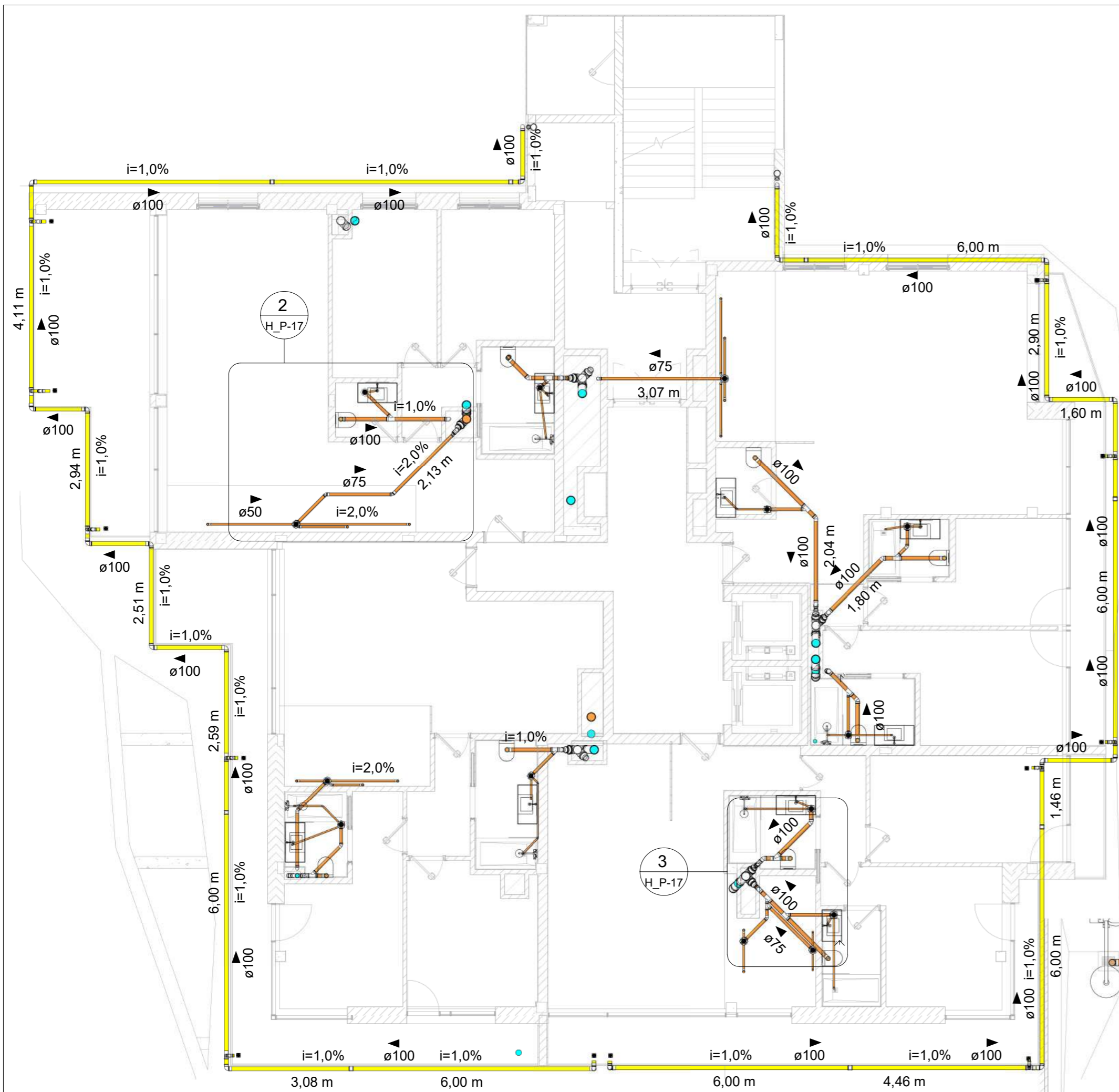
CE - Chamada de elevação

- LEGENDA DE TUBOS**
- ÁGUA PLUVIAL
 - ESGOTO SANITÁRIO
 - VENTILAÇÃO
 - ESGOTO GORDURA
- INDICAÇÃO**
- AP / Ø ÁGUA PLUVIAL
 - AP / Ø ESGOTO SANITÁRIO
 - TV / Ø VENTILAÇÃO

Legenda de tubos
1:1

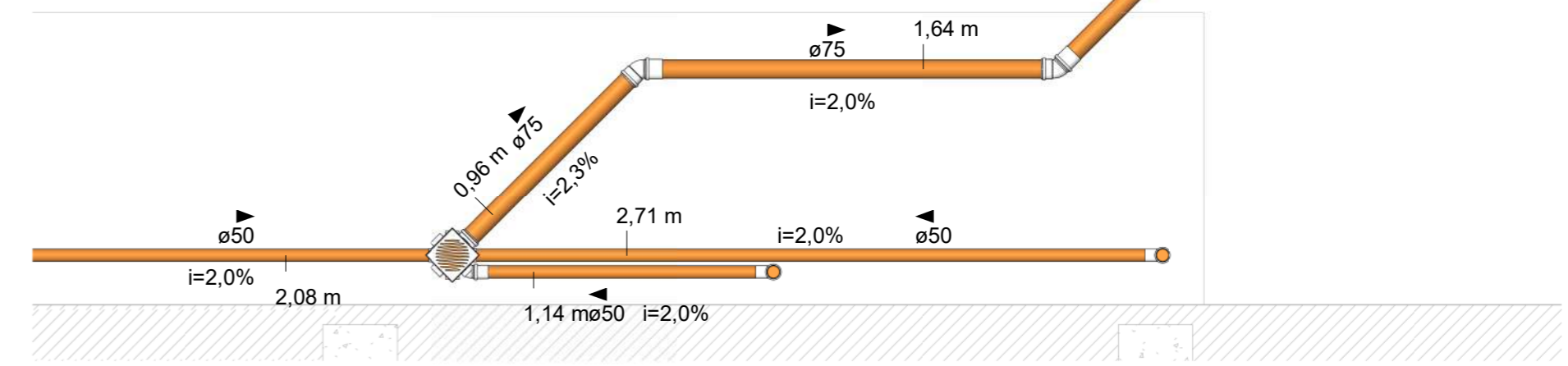
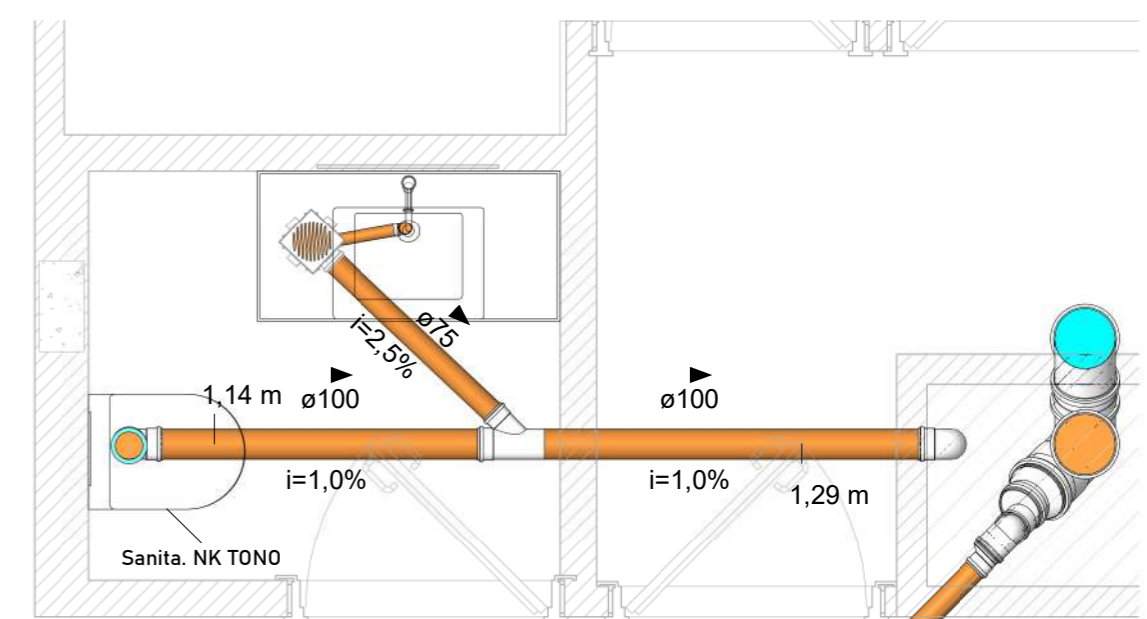


PROJETO			
DESENVOLVIMENTO DAS REDES ESGOTO E PLUVIAL DE UM EDIFÍCIO ALTO UTILIZANDO A METODOLOGIA BIM			
OBRA			
Projeto como dissertação de mestrado em Engenharia da Construção			
ENDEREÇO			
Instituto Politécnico de Bragança, Portugal			
	RESPONSÁVEL TÉCNICO		CLIENTE
	Gabinete de Engenharia Civil - IPB		Não definido
CREA: Não definido		CPF/CNPJ: 000-000-000-00	
CONTEÚDO			
Piso 16			
DATA	ESCALA	DESENHO	REVISÃO
29-07-2025	INDICADA	Immanuel de Jesus Monteiro Fonseca	
			FOLHA
			G_P-16

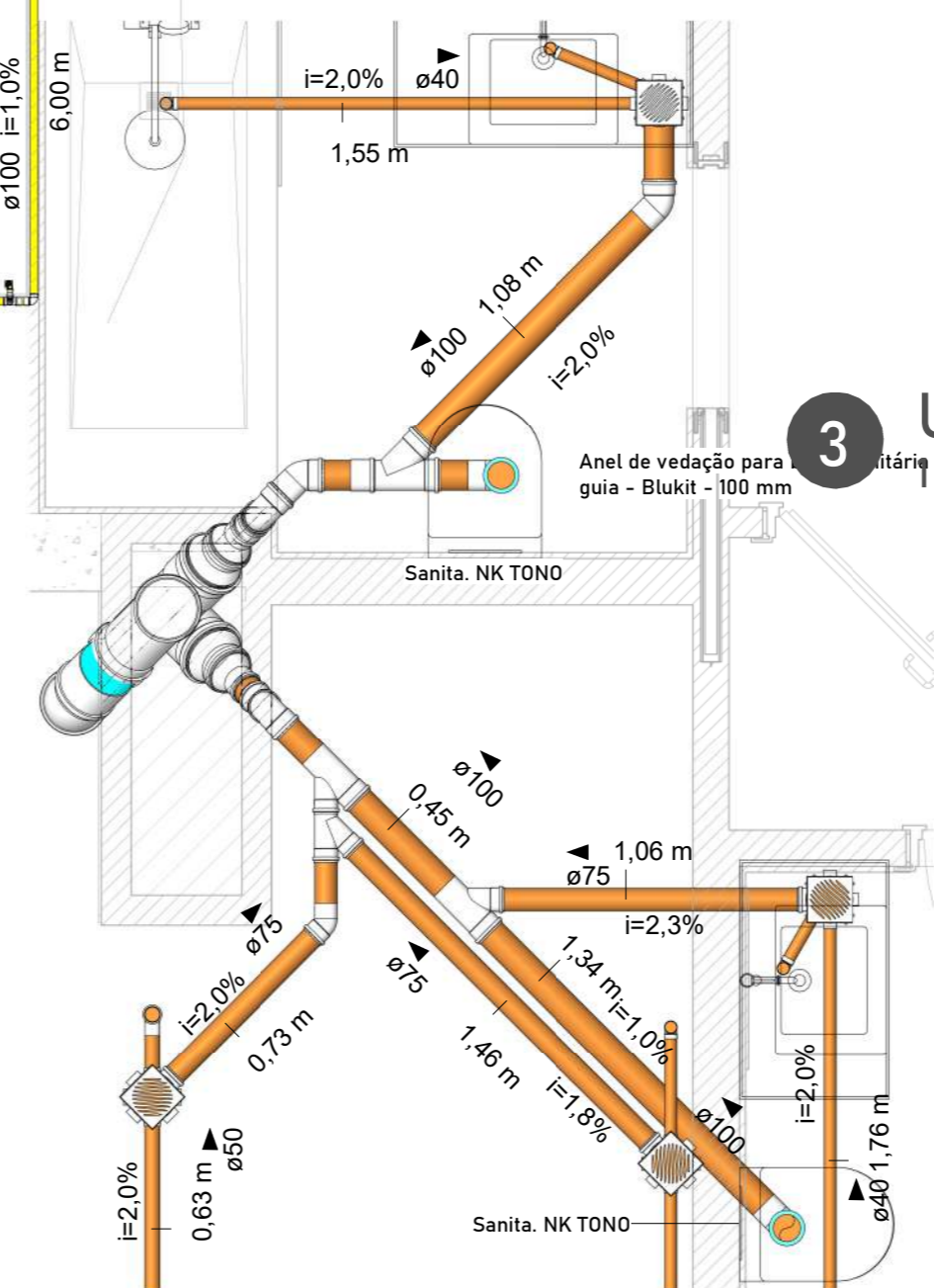


1 U. PISO 17
1 : 100

2 U. PISO 17 - CD1
1 : 25



3 U. PISO 17 - CD2
1 : 25



QUANTITATIVO DE TUBULAÇÃO (ESGOTO E PLUVIAL)

Comprimento	Modelo	Rugosidade	Diâmetro
21,51 m	PVC N	0,01500 mm	40,00
19,72 m	PVC N	0,01500 mm	50,00
23,32 m	PVC N	0,01500 mm	75,00
131,93 m	PVC N	0,01500 mm	100,00
10,01 m	PVC N	0,01500 mm	150,00
88,58 m	PVC N	0,01500 mm	200,00

LEGENDA DE TUBOS	INDICAÇÃO
ÁGUA PLUVIAL	ÁGUA PLUVIAL
ESGOTO SANITÁRIO	ESGOTO SANITÁRIO
VENTILAÇÃO	VENTILAÇÃO
ESGOTO GORDURA	

Legenda de tubos
1 : 1

CD - Chamada de detalhe
CE - Chamada de elevação

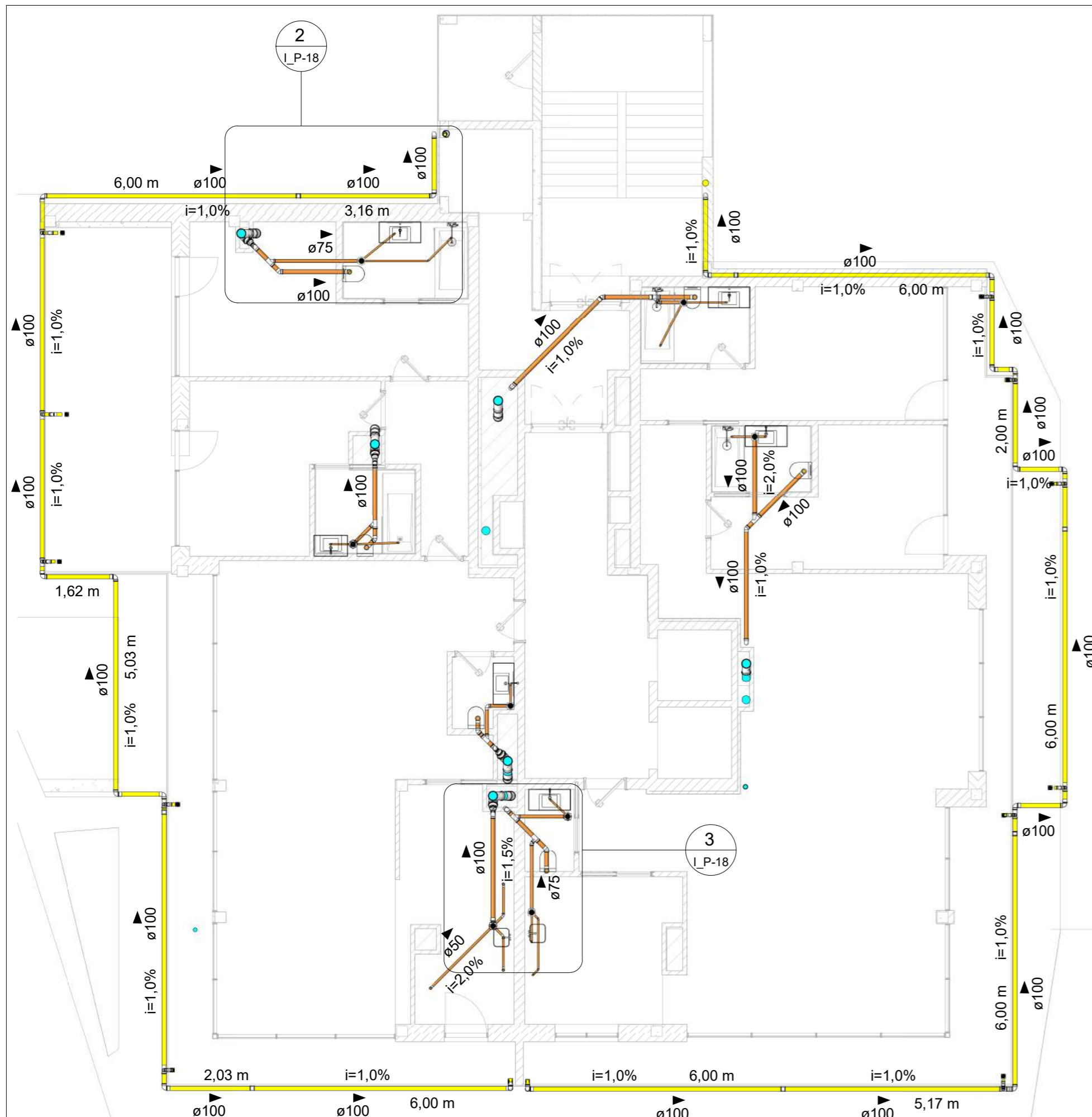
PROJETO
DESENVOLVIMENTO DAS REDES ESGOTO E PLUVIAL DE UM EDIFÍCIO ALTO UTILIZANDO A METODOLOGIA BIM

OBRA
Projeto como dissertação de mestrado em Engenharia da Construção

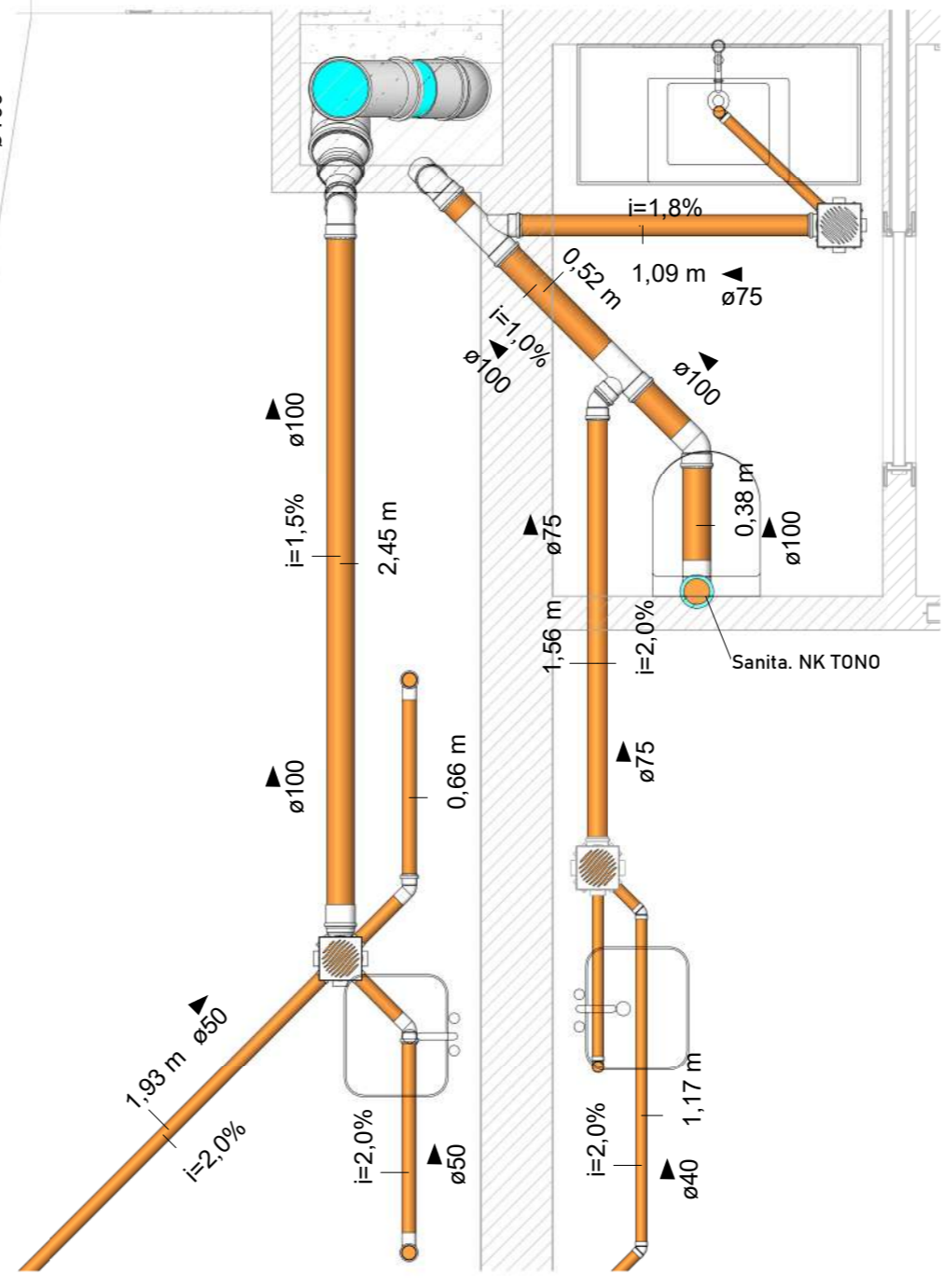
ENDEREÇO
Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

RESPONSÁVEL TÉCNICO Gabinete de Engenharia Civil - IPB	CLIENTE Não definido
CREA: Não definido	CPF/CNPJ: 000-000-000-00

CONTEÚDO Piso 17	ESCALA INDICADA	DESENHO Immanuel de Jesus Monteiro Fonseca	REVISÃO	FOLHA H_P-17
DATA 29-07-2025				



1 V. PISO 18
1 : 100

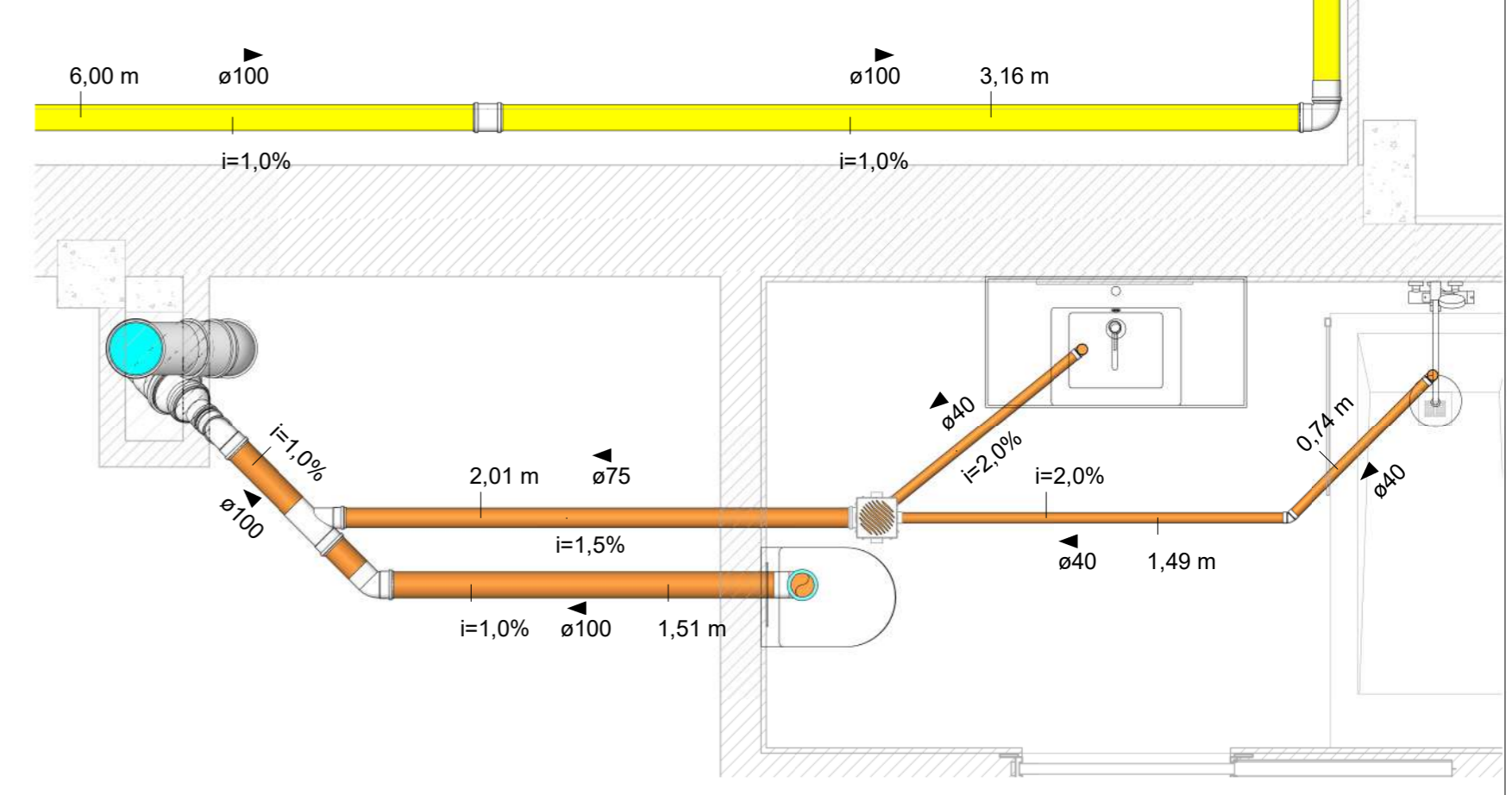


3 V. PISO 18 - CD2
1 : 25

LEGENDA DE TUBOS		INDICAÇÃO	
	ÁGUA PLUVIAL		ÁGUA PLUVIAL
	ESGOTO SANITÁRIO		ESGOTO SANITÁRIO
	VENTILAÇÃO		VENTILAÇÃO
	ESGOTO GORDURA		

Legenda de tubos
1 : 1

2 V. PISO 18 - CD1
1 : 25



QUANTITATIVO DE TUBULAÇÃO (ESGOTO E PLUVIAL)

Comprimento	Modelo	Rugosidade	Diâmetro
14,75 m	PVC N	0,01500 mm	40,00
5,25 m	PVC N	0,01500 mm	50,00
12,44 m	PVC N	0,01500 mm	75,00
124,44 m	PVC N	0,01500 mm	100,00
5,06 m	PVC N	0,01500 mm	150,00
62,02 m	PVC N	0,01500 mm	200,00

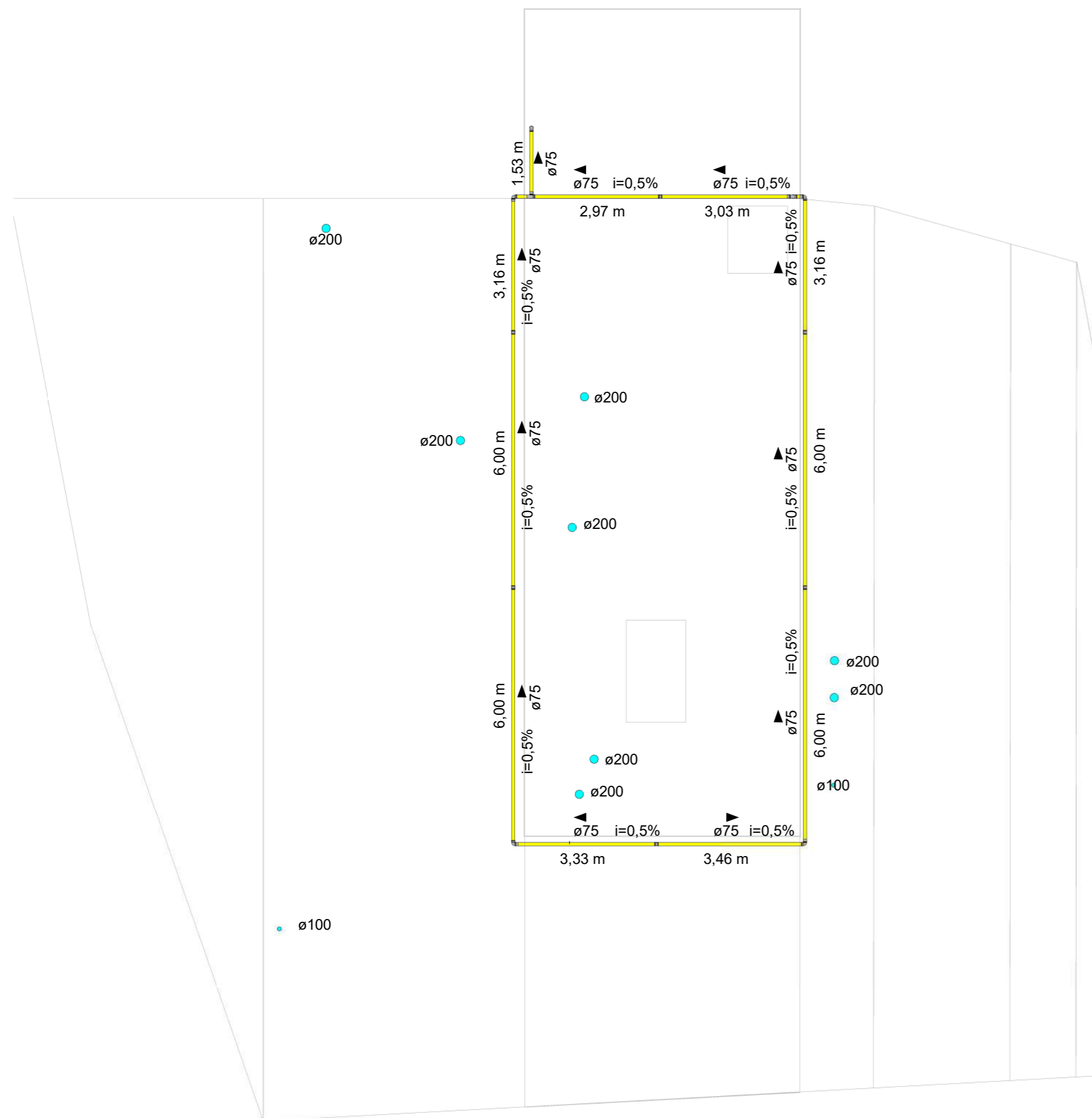
CD - Chamada de detalhe
CE - Chamada de elevação

PROJETO
DESENVOLVIMENTO DAS REDES ESGOTO E PLUVIAL DE UM EDIFÍCIO ALTO UTILIZANDO A METODOLOGIA BIM

OBRA
Projeto como dissertação de mestrado em Engenharia da Construção

ENDEREÇO
Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

	RESPONSÁVEL TÉCNICO Gabinete de Engenharia Civil - IPB	CLIENTE Não definido	
	CREA: Não definido	CPF/CNPJ: 000-000-000-00	
CONTEÚDO Piso 18	DATA 29-07-2025	ESCALA INDICADA	DESENHO Immanuel de Jesus Monteiro Fonseca
		REVISÃO	FOLHA I_P-18



1 Y. PISO 20 - COBERTURA
1 : 100

LEGENDA DE TUBOS



- █ ÁGUA PLUVIAL
- █ ESGOTO SANITÁRIO
- █ VENTILAÇÃO
- █ ESGOTO GORDURA

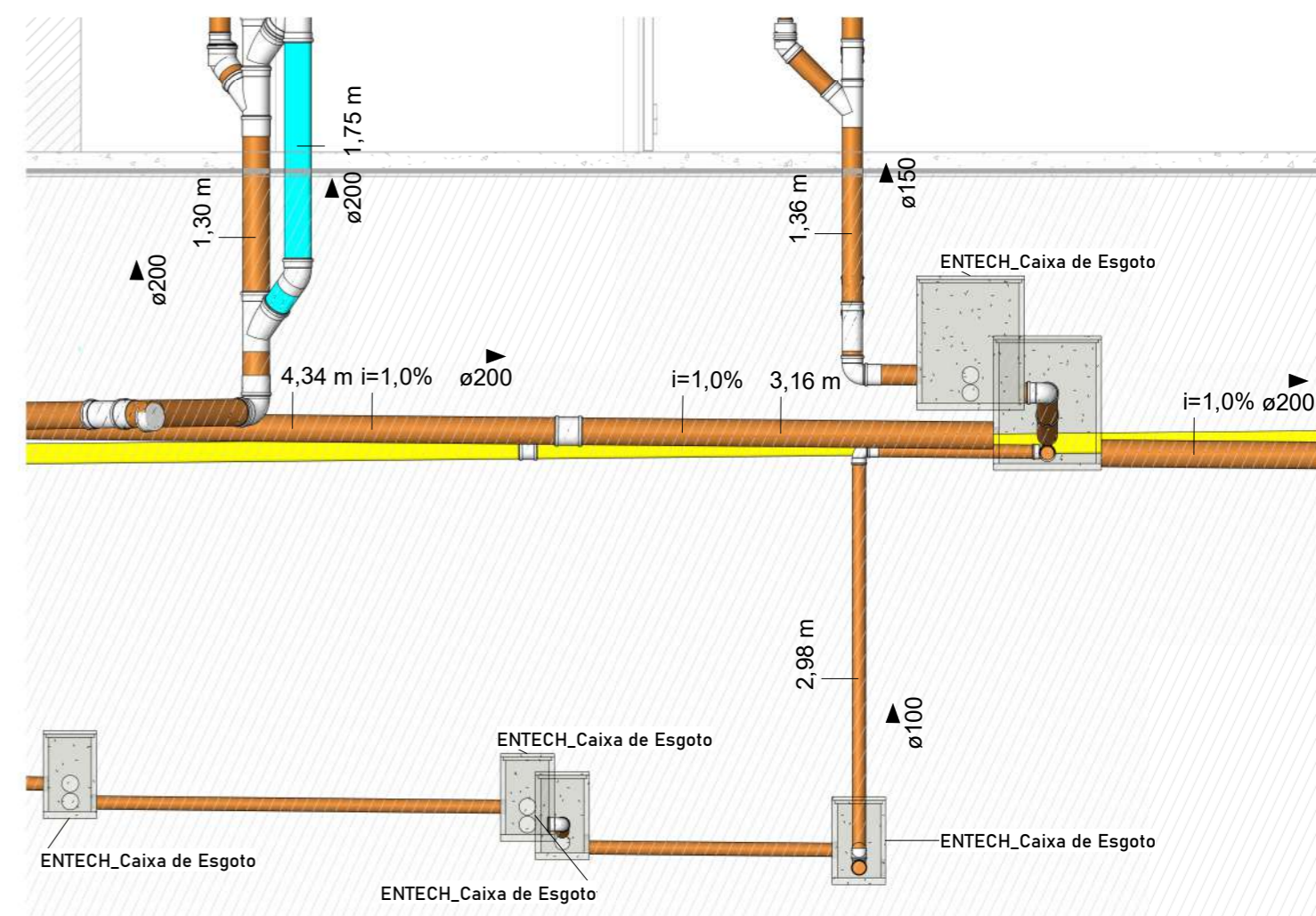
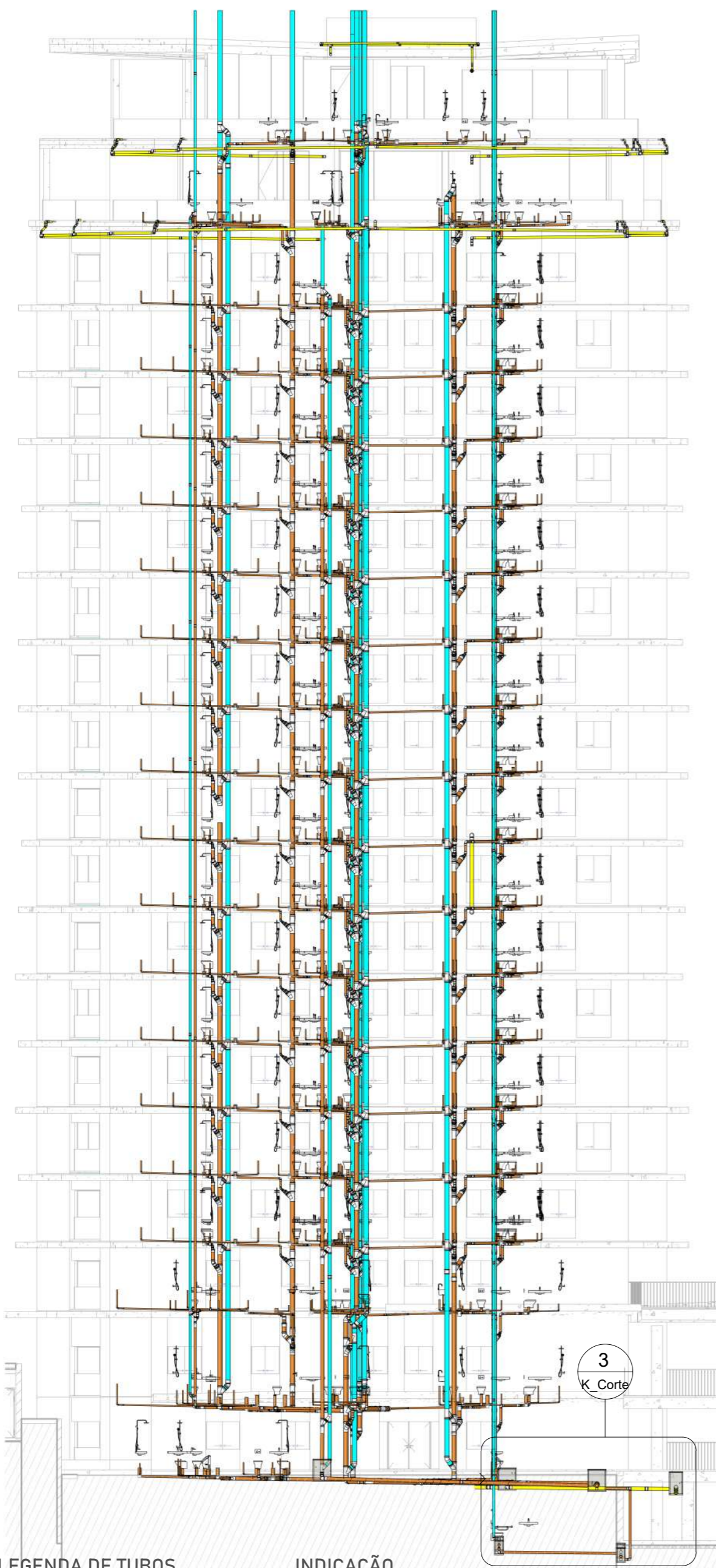
INDICAÇÃO

- ÁGUA PLUVIAL
- ESGOTO SANITÁRIO
- VENTILAÇÃO

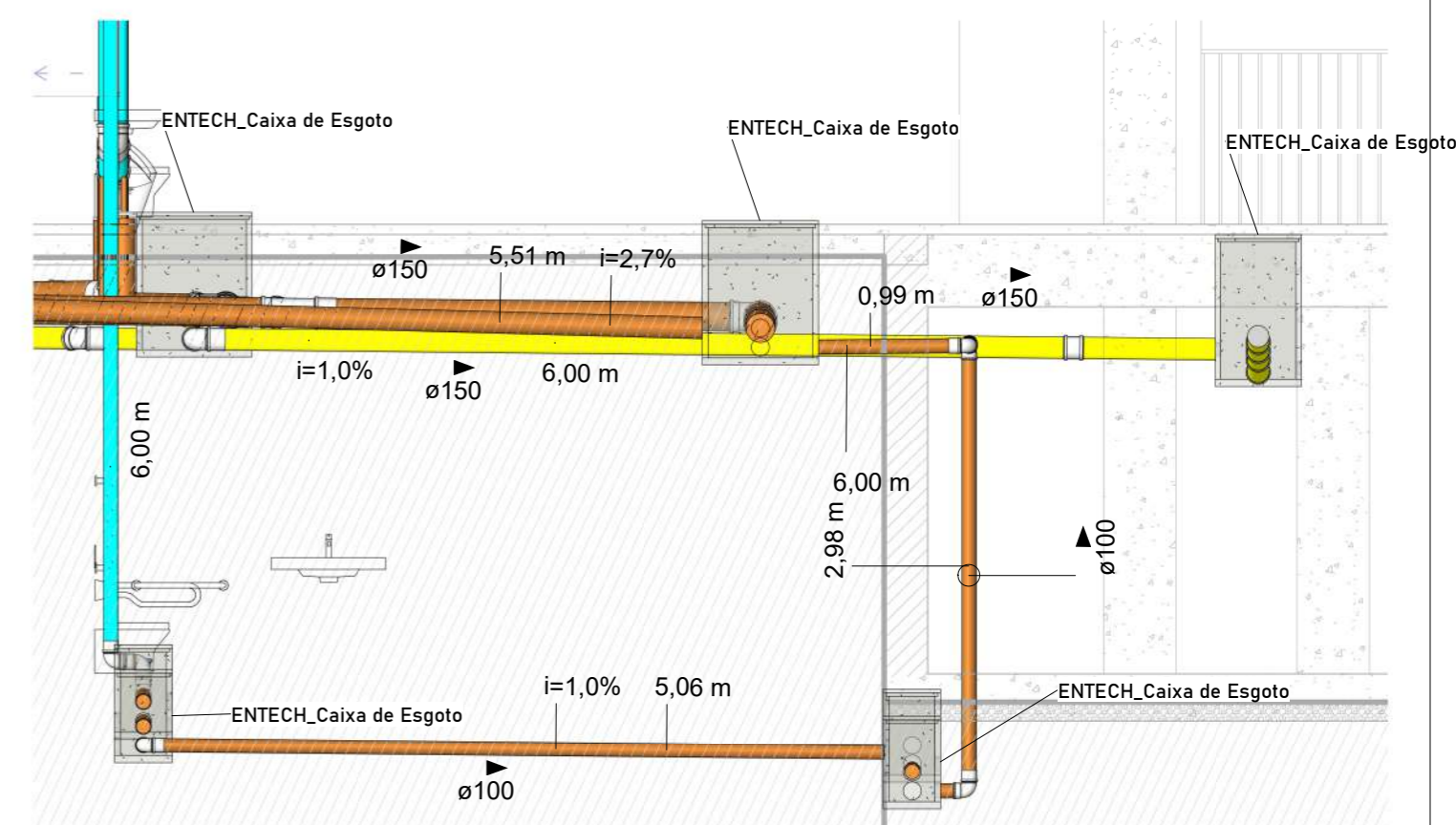
Legenda de tubos
1 : 1

QUANTITATIVO CONEXÕES DE ESGOTO E PLUVIAL	
Quantidade	Tigre: Descrição
7	Cap 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
3	Cap 150mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
15	Cap 200mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
67	Joelho 45° 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
158	Joelho 45° 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
140	Joelho 45° 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
285	Joelho 45° 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
21	Joelho 45° 150mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
31	Joelho 45° 200mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
267	Joelho 90° 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
246	Joelho 90° 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
97	Joelho 90° 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
387	Joelho 90° 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
17	Joelho 90° 150mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
12	Joelho 90° 200mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
2	Junção Simples 75 x 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
167	Junção Simples 100 x 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
41	Junção Simples 100 x 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
4	Junção Simples 150 x 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
53	Junção Simples 150 x 150mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
520	Junção Simples 200 x 200mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
1	Luva de Correr 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
6	Luva de Correr 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
40	Luva de Correr 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
25	Luva de Correr 150mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
19	Luva de Correr 200mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
135	Luva Simples 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
146	Luva Simples 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
673	Luva Simples 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
276	Luva Simples 150mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
290	Luva Simples 200mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
95	Redução Excêntrica 100x75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
238	Redução Excêntrica 150x100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
217	Redução Excêntrica 200x150mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
2	Tê 75 x 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
22	Tê 100 x 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
2	Tê 100 x 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
3	Tê 150 x 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
2	Tê 150 x 150mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
6	Tê 200 x 200mm, Esgoto Série Normal - TIGRE

<p>PROJETO DESENVOLVIMENTO DAS REDES ESGOTO E PLUVIAL DE UM EDIFÍCIO ALTO UTILIZANDO A METODOLOGIA BIM</p> <p>OBRA Projeto como dissertação de mestrado em Engenharia da Construção</p> <p>ENDEREÇO Instituto Politécnico de Bragança, Portugal</p>			
	<p>RESPONSÁVEL TÉCNICO Gabinete de Engenharia Civil - IPB</p>	<p>CLIENTE Não definido</p>	
	<p>CREA: Não definido</p>	<p>CPF/CNPJ: 000-000-000-00</p>	
<p>CONTEÚDO COBERTURA</p>	<p>DATA 29-07-2025</p>	<p>ESCALA INDICADA</p>	<p>DESENHO Imanuel de Jesus Monteiro Fonseca</p>
<p>REVISÃO</p>	<p>FOLHA J_COB</p>		



4 Corte Esquerdo - CD
1:50



3 Corte Frontal - CD
1:50

CD - Chamada de detalhe
CE - Chamada de elevação

LEGENDA DE TUBOS

- ÁGUA PLUVIAL
- ESGOTO SANITÁRIO
- VENTILAÇÃO
- ESGOTO GORDURA

INDICAÇÃO

- AP
Ø ÁGUA PLUVIAL
- AP
Ø ESGOTO SANITÁRIO
- TV
Ø VENTILAÇÃO

1 Corte Frontal
1:200

2 Corte Esquerdo
1:200

Legenda de tubos
1:1

PROJETO
DESENVOLVIMENTO DAS REDES ESGOTO E PLUVIAL DE UM EDIFÍCIO ALTO
UTILIZANDO A METODOLOGIA BIM

OBRA
Projeto como dissertação de mestrado em Engenharia da Construção

ENDEREÇO
Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

RESPONSÁVEL TÉCNICO
Gabinete de Engenharia Civil - IPB
CREA: Não definido

CLIENTE
Não definido
CPF/CNPJ: 000-000-000-00

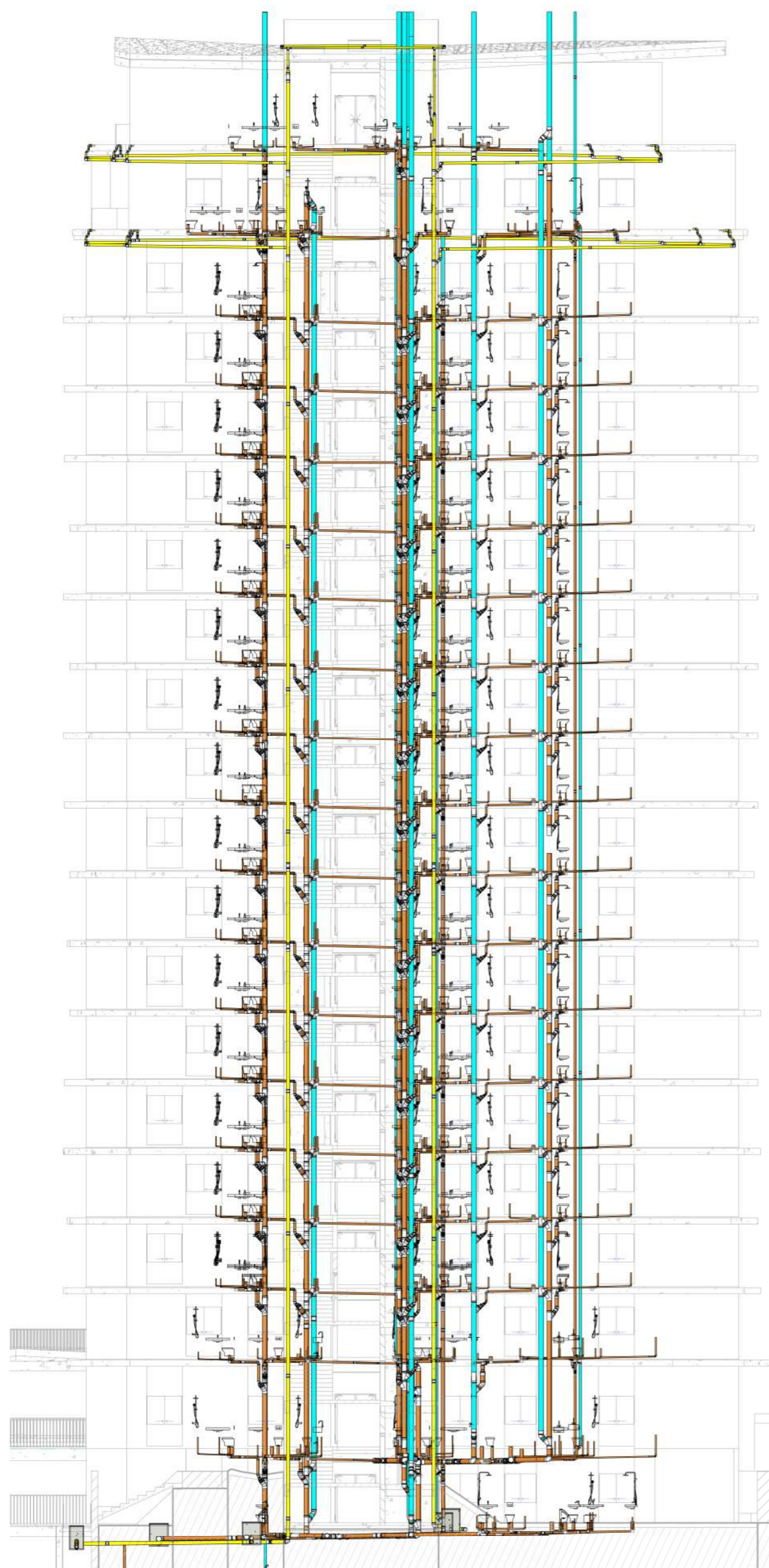


CONTEÚDO
Frontal e Esquerdo

FOLHA



DATA 29-07-2025	ESCALA INDICADA	DESENHO Immanuel de Jesus Monteiro Fonseca	REVISÃO	K_Corte
--------------------	--------------------	---	---------	---------



LEGENDA DE TUBOS

- ÁGUA PLUVIAL
- ESGOTO SANITÁRIO
- VENTILAÇÃO
- ESGOTO GORDURA

INDICAÇÃO

- AP
Ø ÁGUA PLUVIAL
- AP
Ø ESGOTO SANITÁRIO
- TV
Ø VENTILAÇÃO

1 Corte Posterior
1: 200

Legenda de tubos
1:1

2 Corte Direito
1: 200

QUANTITATIVO CONEXÕES DE ESGOTO E PLUVIAL

Quantidade	Tigre: Descrição
7	Cap 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
3	Cap 150mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
15	Cap 200mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
67	Joelho 45° 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
158	Joelho 45° 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
140	Joelho 45° 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
285	Joelho 45° 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
21	Joelho 45° 150mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
31	Joelho 45° 200mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
267	Joelho 90° 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
246	Joelho 90° 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
97	Joelho 90° 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
387	Joelho 90° 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
17	Joelho 90° 150mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
12	Joelho 90° 200mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
2	Junção Simples 75 x 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
167	Junção Simples 100 x 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
41	Junção Simples 100 x 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
4	Junção Simples 150 x 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
53	Junção Simples 150 x 150mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
520	Junção Simples 200 x 200mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
1	Luva de Correr 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
6	Luva de Correr 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
40	Luva de Correr 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
25	Luva de Correr 150mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
19	Luva de Correr 200mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
135	Luva Simples 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
146	Luva Simples 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
673	Luva Simples 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
276	Luva Simples 150mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
290	Luva Simples 200mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
95	Redução Excêntrica 100x75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
238	Redução Excêntrica 150x100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
217	Redução Excêntrica 200x150mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
2	Tê 75 x 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
22	Tê 100 x 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
2	Tê 100 x 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
3	Tê 150 x 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
2	Tê 150 x 150mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
6	Tê 200 x 200mm, Esgoto Série Normal - TIGRE

PROJETO

DESENVOLVIMENTO DAS REDES ESGOTO E PLUVIAL DE UM EDIFÍCIO ALTO UTILIZANDO A METODOLOGIA BIM

OBRA

Projeto como dissertação de mestrado em Engenharia da Construção

ENDEREÇO

Instituto Politécnico de Bragança, Portugal



RESPONSÁVEL TÉCNICO
Gabinete de Engenharia Civil - IPB
CREA: Não definido

CLIENTE
Não definido
CPF/CNPJ: 000-000-000-00



CONTEÚDO
Posterior e Direito

DATA
29-07-2025

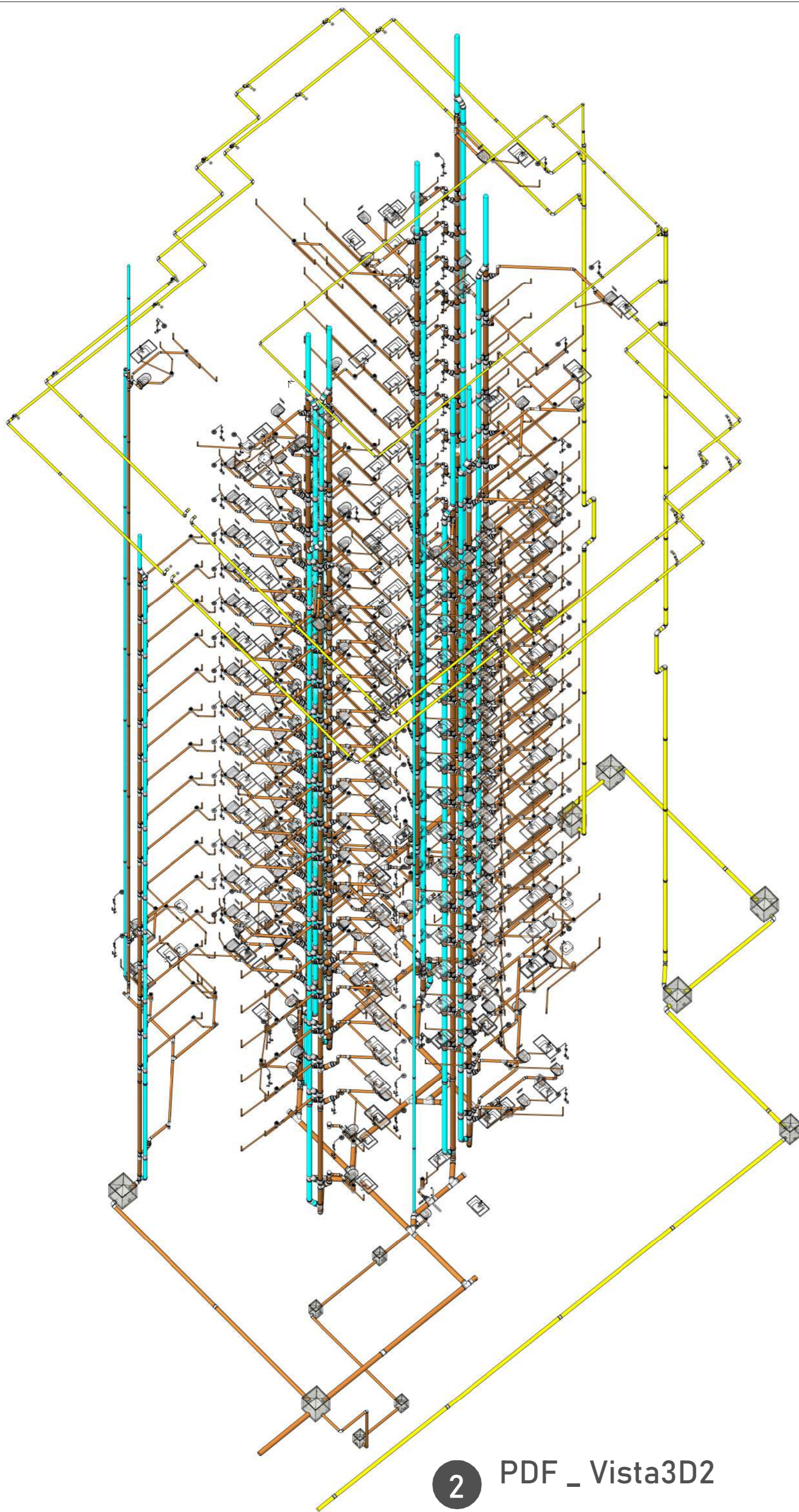
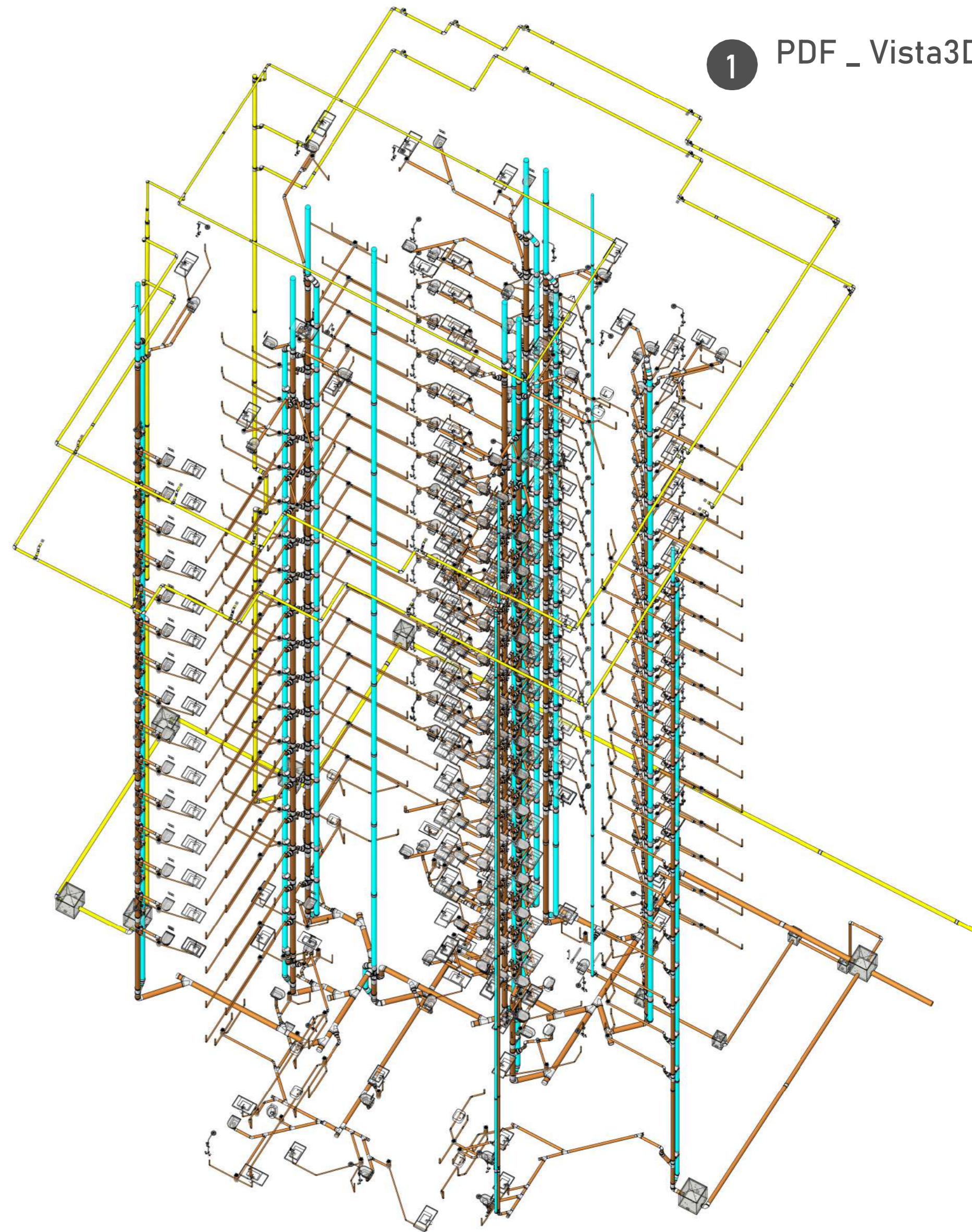
ESCALA
INDICADA

DESENHO
Immanuel de Jesus Monteiro Fonseca

REVISÃO




FOLHA

L_Corte



2 PDF _ Vista3D2

- LEGENDA DE TUBOS**
- ÁGUA PLUVIAL
 - ESGOTO SANITÁRIO
 - VENTILAÇÃO
 - ESGOTO GORDURA

- INDICAÇÃO**
-  ÁGUA PLUVIAL
 -  ESGOTO SANITÁRIO
 -  VENTILAÇÃO

Legenda de tubos
1:1

PROJETO
DESENVOLVIMENTO DAS REDES ESGOTO E PLUVIAL DE UM EDIFÍCIO ALTO
UTILIZANDO A METODOLOGIA BIM

OBRA
Projeto como dissertação de mestrado em Engenharia da Construção

ENDEREÇO
Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

RESPONSÁVEL TÉCNICO
Gabinete de Engenharia Civil - IPB

CLIENTE
Não definido

CREA: Não definido
CPF/CNPJ: 000-000-000-00

CONTEÚDO
3D

DATA
29-07-2025

ESCALA
INDICADA

DESENHO
Imanuel de Jesus Monteiro Fonseca

REVISÃO



FOLHA
M_3D