



João Donato Oliveira Lopes
Licenciado em Ciências de Engenharia Civil

**Utilização da metodologia BIM no apoio à
reabilitação funcional de um edifício.**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Civil – Reabilitação de Edifícios

Orientadora: Maria João Falcão Silva, Doutora, LNEC
Coorientador: Fernando Farinha da Silva Pinho, Doutor, FCT - UNL

Júri:

Presidente: Doutora Maria Paulina Santos Forte de Faria Rodrigues, FCT – UNL
Arguente: Doutor Francisco Manuel Caldeira Pinto Teixeira Bastos, IST
Vogal: Doutor Fernando Farinha da Silva Pinho, FCT – UNL



Novembro de 2017

Utilização da metodologia BIM no apoio à reabilitação funcional de um edifício.

“Copyright” João Donato Oliveira Lopes, FCT/UNL e UNL

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

À minha orientadora, Doutora Maria João Falcão Silva, pela sua disponibilidade, apoio e na transmissão de conhecimentos necessários ao bom desenvolvimento deste trabalho e pela sua excelência na orientação.

Ao meu coorientador, Professor Doutor Fernando Farinha da Silva Pinho, que estabeleceu a ligação com o Laboratório Nacional de Engenharia Civil, confiando na minha capacidade de desenvolvimento deste trabalho, e que sempre demonstrou disponibilidade para conversar sobre o desenvolvimento da dissertação, contribuindo com sugestões para melhoria da mesma.

À Doutora Paula Margarida Couto pela constante disponibilidade, dedicação e compromisso de trabalho. Pela capacidade crítica e partilha de conhecimentos durante a elaboração desta dissertação.

Ao Laboratório Nacional de Engenharia Civil, que me proporcionou a possibilidade de estagiar com todas as condições e apoio, bem como pela oportunidade de formação complementar. Agradeço a simpatia e recetividade com que fui recebido pelos seus funcionários.

À empresa Sonae Sierra, por ter disponibilizado o espaço para o desenvolvimento prático deste trabalho, e por todo o interesse e entusiasmo demonstrado pelo mesmo. Agradeço ao Eng. Pedro Teixeira, por toda a disponibilidade, apoio e acompanhamento durante o desenvolvimento do meu trabalho.

À empresa Leica Geosystems, pela oportunidade de acompanhar e participar no levantamento *laser scanner* do espaço a reabilitar. Agradeço em especial ao Eng. Luís Santos, pelo entusiasmo e dedicação que teve comigo neste trabalho, e pelos conhecimentos que partilhou.

A todos os meus amigos pela sua paciência e amizade.

Um especial agradecimento aos meus pais, Rui e Clotilde, pelo seu apoio incondicional nestes últimos anos e por todos os valores que me transmitiram.

Por último, à Catarina Fonseca, por todo o amor e paciência que teve comigo nestes anos e me apoiou sempre incondicionalmente.

Resumo

A conjuntura dos últimos anos em Portugal, tem promovido a reabilitação de imóveis em detrimento da construção nova, sendo que ações deste género possuem especificidades técnicas que devem ser alvo de estudo por parte dos intervenientes no projeto, construção e manutenção. De forma a realizar este estudo é necessária uma base onde toda a informação do edifício a reabilitar esteja atualizada e de acordo com o existente.

A reabilitação, para além de estrutural, contempla muitas vezes aspetos funcionais relacionados com uma “nova utilização” do espaço incluindo também aspetos como iluminação, redes elétricas e de comunicação, instalações de águas, térmica de edifícios, sistemas energéticos, segurança contra incêndio e acústica.

O setor da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operações (AECO) tem inovado nos métodos de projetar e construir através do uso de novas tecnologias, destacando - se a metodologia *Building Information Modelling* (BIM). No entanto, ainda é necessário aprofundar como esta metodologia pode ser aplicada à reabilitação.

O BIM possui como principal mais valia a possibilidade de uma representação precisa da geometria dos elementos, integrando a informação em várias dimensões. A utilização de modelos digitais é muito importante, pois permite otimizar a visualização e detalhe destes elementos e dos seus processos construtivos, sendo uma metodologia colaborativa.

O presente trabalho pretende enquadrar a temática BIM na reabilitação de edifícios, nomeadamente ao nível funcional, prevendo-se desenvolver um estudo em que será aplicado esta metodologia à reabilitação funcional de um edifício comercial.

O modelo em BIM será modelado a partir do levantamento do existente com recurso ao *laser scanner* e das plantas existentes, sendo posteriormente explorado para a obtenção de documentação útil, tal como peças desenhadas que representam tanto as operações de demolição como de construção nova, numa aplicação abrangente da metodologia.

Palavras-chave: Reabilitação Funcional, BIM, *Laser Scanner*, Nuvem de pontos, Modelo digital

Abstract

The conjuncture of the last years in Portugal, has been promoting the building rehabilitation instead of new building. Actions of this kind have technical specifications, which should be subject of study by the stakeholders in the project, construction and management. In order to perform this study is necessary to have a base where all the information regarding the building to rehabilitate is up to date and in agreement with the existent.

The rehabilitation, besides to be structural, has many other functional aspects related with the “new utilization” of the space. This includes also aspects as illumination, electrical and communication networks, water installations, building thermal, energy systems, fire safety and acoustics.

The Architecture, Engineering, Construction and operations (AECO) sector has modernised the methods to project and construct. The innovation in those methods has been done due to the use of new technologies as Building Information Modelling (BIM) methodology. However, is still necessary to understand better how this methodology could be applied to rehabilitation.

The great advantage of BIM is the possibility to have a precise geometric representation of the elements, integrating the information in different dimensions. The use of digital models is very important, since allow to optimize not only the visualization and the detail of the elements and their construct process, and it is a collaborative methodology.

The current work intends to frame the BIM in building rehabilitation, mainly at functional level. Here, the BIM methodology was applied to perform functional rehabilitation in a commercial building.

The BIM model was modulated based on survey of the existing, using a laser scanner and with resource of the existing building documents. Applying BIM methodology was possible to explore and organize in the same place the representation of demolitions operations and the new constructions operations.

Keywords: Functional Rehabilitation, BIM, *Laser Scanner*, Cloud Points, Digital model

Índice

Capítulo 1 - Introdução

1.1.	Âmbito.....	1
1.2.	Objetivos.....	2
1.3.	Metodologia	3
1.4.	Organização	3

Capítulo 2 - Enquadramento teórico

2.1.	Considerações iniciais.....	5
2.2.	Reabilitação Urbana	5
2.2.1.	Enquadramento Reabilitação Urbana	6
2.2.2.	Reabilitação de Edifícios	9
2.2.3.	Reabilitação Funcional	10
2.2.4.	Exemplos de Reabilitação Funcional	11
2.3.	Building Information Modelling – BIM.....	14
2.3.1.	Enquadramento BIM.....	14
2.3.2.	Conceito BIM	15
2.3.3.	Dimensões BIM	21
2.3.4.	Comunicação e Integração.....	23
2.4.	BIM na Reabilitação.....	31
2.4.1.	Enquadramento	31
2.4.2.	Levantamento de Informação	32
2.4.3.	Levantamento por Laser – Laser scanner.....	33

Capítulo 3 - Caso de estudo

3.1.	Enquadramento do caso de Estudo	35
3.2.	Aplicação Prática e Objetivos	37
3.3.	Levantamento por Laser scanner	38
3.4.	Modelação do Existente	45
3.4.1.	Considerações gerais	45
3.4.2.	Formatos de Origem.....	46
3.4.3.	Modelação – Elementos a demolir e a construir	53

Capítulo 4 - Análise de resultados

4.1.	Enquadramento	55
4.2.	Modelo BIM vs Nuvem de Pontos	55
4.3.	Modelo BIM: Demolição vs Construção Nova	64
4.3.1.	Modelo BIM: Demolições.....	65
4.3.2.	Modelo BIM: Construção Nova.....	67
4.3.3.	Alterações ao Projeto durante a obra.....	69
4.4.	Proposta de metodologia de abordagem em projetos de reabilitação funcional	73

Capítulo 5 - Conclusões e desenvolvimentos futuros

5.1.	Conclusões	77
5.2.	Desenvolvimentos futuros	78

Referências bibliográficas	79
---	----

Anexos	83
---------------------	----

Índice de figuras

Figura 2.1 - Museu da Eletricidade em Lisboa, Portugal	11
Figura 2.2 - Fábricas ASA em Guimarães, Portugal.....	12
Figura 2.3 - Mercado da ribeira em Lisboa, Portugal.....	12
Figura 2.4 - Steelstacks em Bethlehem, EUA	13
Figura 2.5 - Aspeto geral dos quatro edifícios com função de tanques de gás (Séc. XIX).....	13
Figura 2.6 - Reabilitação funcional dos antigos reservatórios de gás.....	14
Figura 2.7 - Estado atual dos edifícios após reabilitação funcional	14
Figura 2.8 - Ciclo BIM: Evolução de um projeto do 3D até ao 7D	16
Figura 2.9 - Modelação por objetos.....	17
Figura 2.10 - Demonstração da seleção simultânea em várias vistas de um objeto.....	17
Figura 2.11 - LOD 100: Modelo conceptual	18
Figura 2.12 - LOD 200: modelo de geometria aproximada.....	19
Figura 2.13 - LOD 300: Modelo de geometria mais precisa	19
Figura 2.14 - LOD 400: Modelo de fabrico	20
Figura 2.15 - LOD 500: Telas finais.....	20
Figura 2.16 - Dimensões BIM.....	22
Figura 2.17 - Modelo Cascata.	24
Figura 2.18 - Modelo colaborativo BIM.....	24
Figura 2.19 - Troca de informação entre os vários intervenientes num projeto.....	25
Figura 2.20 - Níveis de maturidade: exemplo do Reino Unido	27
Figura 2.21 - Evolução do nível de maturidade e do processo colaborativo	28
Figura 2.22 - Implementação do BIM no mundo	29
Figura 2.23 - Criação do modelo BIM.....	32
Figura 2.24 - Técnicas de levantamento do existente.....	32
Figura 3.1 - Localização CascaisShopping	35
Figura 3.2 - Localização do armazém a intervir no CascaisShopping	36
Figura 3.3 - Armazém de mercadorias da loja Continente.....	39
Figura 3.4 - Ligação ao piso superior pelo exterior	39

Figura 3.5 - Leica ScanStation P40.....	40
Figura 3.6 - Espaço interior do piso zero	41
Figura 3.7 - Planta com localização de estacionamentos do equipamento e alvos	41
Figura 3.8 - União visual de duas nuvens de pontos	42
Figura 3.9 - Modelo único obtido pela união das várias nuvens de pontos	43
Figura 3.10 - Laser scanner: Realidade vs Nuvem de Pontos.....	44
Figura 3.11 - Formatos de origem compatíveis com o software Revit.....	46
Figura 3.12 - Criação de níveis em software Revit: modelo do edifício em análise	47
Figura 3.13 - Evolução do modelo por níveis.....	47
Figura 3.14 - Modelo BIM com introdução de objetos referentes aos pilares.....	48
Figura 3.15 - Modelo BIM com introdução de objetos referentes às paredes	49
Figura 3.16 - Modelo BIM com introdução de objetos referentes às lajes	50
Figura 3.17 - Criação de Clarabóias	50
Figura 3.18 - Criação da chapa metálica	51
Figura 3.19 - Criação de porta corta-fogo	51
Figura 3.20 - Nuvem de pontos em formato rcp:.....	52
Figura 3.21 - Modelo de nuvem de pontos: software Revit.....	52
Figura 3.22 - Manipulação do modelo de nuvem de pontos em Revit.....	53
Figura 3.23 - Definição de fases de trabalho em Revit	54
Figura 3.24 - Modelo BIM em Revit.....	54
Figura 3.25 - Vista da fase de amarelos em modelo BIM	54
Figura 4.1 - Modelo BIM: plantas Autocad (.dwg)	56
Figura 4.2 - Nuvem de pontos: Laser scanner (.rcp).....	56
Figura 4.3 - Início da sobreposição dos dois modelos sem referência topográfica.	56
Figura 4.4 - Alinhamento dos pilares do modelo BIM e da nuvem de pontos	57
Figura 4.5 - Alinhamento de paredes dos dois modelos	57
Figura 4.6 - Nuvem de pontos incorporada no modelo Revit do edifício	58
Figura 4.7 - Corte longitudinal para comparação de pilares	58
Figura 4.8 - Comparação de secções dos pilares e deformações existentes	59
Figura 4.9 - Diferença de cotas da cobertura nos dois modelos.....	59

Figura 4.10 - Identificação de deformações no vão da cobertura existente	60
Figura 4.11 - Comparação de cotas do piso superior	61
Figura 4.12 - Verificação em obra da diferença de cotas altimétricas	61
Figura 4.13 - Elevação da estrutura metálica de suporte às bancadas	62
Figura 4.14 - Comparação do alinhamento das paredes interiores da sala do piso superior	62
Figura 4.15 - Comparação do alinhamento das portas de emergência da sala do piso superior	63
Figura 4.16 - Espaço para aplicação das vigas metálicas redimensionadas	63
Figura 4.17 - Vista da fase de amarelos e vermelhos em modelo BIM 3D.....	64
Figura 4.18 - Demolições: Alçado Este	65
Figura 4.19 - Demolições: Alçado Norte	66
Figura 4.20 - Modelo BIM final após demolições	66
Figura 4.21 - Construção Nova alçado Este	67
Figura 4.22 - Construção nova alçado Norte	68
Figura 4.23 - Modelo BIM final com construção da estrutura metálica	69
Figura 4.24 - Localização do posto de transformação no modelo BIM (fase de demolições)	69
Figura 4.25 - Construção no espaço interior da nova estrutura metálica	70
Figura 4.26 - Medição da largura livre na nuvem de pontos, em software Revit.....	70
Figura 4.27 - Definição dos materiais e espessuras da solução original de parede a construir.....	71
Figura 4.28 - Alteração dos materiais e espessuras da solução original para a solução final de parede ..	72
Figura 4.29 - Esquema de abordagem em projetos de reabilitação funcional.....	73
Figura 4.30 - Interação entre a metodologia proposta com o ciclo de vida de um projeto de construção/reabilitação.....	74

Índice Tabelas

Tabela 2.1 - Níveis de Intervenção de Reabilitação em Edifícios (Paiva et al., 2006)	10
Tabela 2.2 - Normas BIM adotadas por país (adaptado AIA)	30
Tabela 3.1 - Famílias e dimensões referentes aos pilares de betão	48
Tabela 3.2 - Famílias e dimensões de paredes utilizadas no modelo	49
Tabela 4.1 - Comparação de quantidades de material demolido	60
Tabela 4.2 - Tabela comparativa da solução original com a solução final da parede exterior	72

Abreviaturas

AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operações
AIA	<i>American Institute Architects</i>
AVAC	Aquecimento, Ventilação, Ar condicionado
BIM	<i>Building Information Modelling</i>
CAD	<i>Computer Assisted Design</i>
CSI	<i>The Construction Specifications Institute</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GTL	Gabinetes Técnicos Locais
I&D	Investigação e Desenvolvimento
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
IMAX	<i>Image Maximum</i>
INE	Instituto Nacional de Estatística
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
JESSICA	<i>Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas</i>
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
LS	<i>Laser Scanner</i>
LOD	<i>Level of Development</i>
MEP	<i>Mechanical, Electric and Plumbing</i>
NP	Nuvem de Pontos
P.T.	Posto de Transformação
RECRIA	Regime especial de comparticipação na recuperação de imóveis arrendados
RECRIPH	Regime Especial de Comparticipação e Financiamento na Recuperação de Prédios Urbanos em Regime de Propriedade Horizontal

REHABITA	Regime de Apoio à Recuperação Habitacional em Áreas Urbanas Antigas
SOLARH	Sistema de Solidariedade de Apoio à Reabilitação de Habitação Própria Permanente

Capítulo 1

Introdução

1.1. Âmbito

Após o período de crise que Portugal atravessou, e apesar de se verificar uma recuperação económica, o setor da AECO ficou bastante marcado pelas consequências deste período. Aliado à conjuntura de crise económica, o aumento da emigração e redução da natalidade provocaram um abandono do parque habitacional, principalmente nos centros urbanos. Por este motivo, verifica-se um número elevado de edifícios degradados que não satisfazem as exigências de qualidade e de conforto atuais.

A reabilitação de edifícios, surge como uma oportunidade do setor se dinamizar, apostando na recapacitação das edificações existentes ao nível estrutural e funcional, melhorando a sua qualidade com base em princípios de sustentabilidade, tais como a preservação de valores culturais, a proteção ambiental, os consumos energéticos e a valorização patrimonial. Neste tipo de ações é necessário ter em consideração um conjunto de exigências, técnicas e operacionais, que não existem na construção nova e que criam desafios diferentes a todos os intervenientes deste processo.

Apostar apenas na reabilitação destes edifícios antigos não é o suficiente, pois muitos deles estão inseridos em áreas de centros urbanos onde são servidos por infraestruturas antigas e sem capacidade para novos aglomerados populacionais que se querem deslocar para estes centros. Nestes casos são necessárias ações de reabilitação urbana, com a recuperação e melhoramento de infraestruturas, a criação de espaços de convívio e cultura e a oferta de novos serviços, através da alteração de função dos espaços existentes.

Assim, com a perspetiva de aumento das obras de reabilitação em Portugal, do espaço público e privado, é necessário adaptar o setor às novas exigências e desafios, com o apoio das tecnologias atuais. Neste caso específico, de projetos de reabilitação, os desafios são colocados ao nível da necessidade de existência de informação referente à geometria dos espaços exteriores e interiores, heterogeneidade de materiais de construção, processos construtivos da época, bem como todas as operações necessárias no decorrer da obra. Neste enquadramento, a adoção do *Building Information Modelling* (BIM) em projetos deste género, permite apoiar a troca de informação entre os vários intervenientes e melhora todo o processo relativo à fase de projeto e obra.

O uso desta metodologia permite ganhar rentabilidade nas várias tarefas ao longo das etapas do processo construtivo, graças à facilidade de aplicação da informação recolhida através de um modelo tridimensional do edifício em estudo, tornando estes projetos totalmente colaborativos, em que toda a informação e documentação se encontra em formato digital, inserida num modelo BIM de fácil acesso. Além da rentabilidade na execução de tarefas, aumenta também a eficiência nos principais processos operacionais de suporte ao planeamento e coordenação, deteção de conflitos, orçamentação, gestão das compras, fornecedores e controlo financeiro, permitindo deste modo um aumento de produtividade e competitividade ao setor AECO.

A presente dissertação insere-se num conjunto de trabalhos científicos desenvolvidos por alunos da FCT – UNL, através de um protocolo de cooperação entre o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e a empresa *Sonae Sierra*. (Dissertação: Estruturação da interoperabilidade entre objetos BIM e a aplicação PRONIC na especialidade de instalações Prediais, Joana Lopes, FCT – UNL).

1.2. Objetivos

A presente dissertação de mestrado surge com o intuito de demonstrar a aplicação da metodologia BIM, num caso de estudo referente a um projeto de reabilitação funcional, pois sobre este tema, existe muito pouca informação.

Pretende-se apresentar uma abordagem para implementação do BIM em obras de reabilitação. Esta, terá um conjunto de indicações de procedimentos necessários para a aplicação da metodologia BIM por parte do utilizador, assim como detalhes relativos ao levantamento e modelação de objetos existentes. A abordagem que será proposta, demonstrará como poderá ser aplicado o BIM, desde a fase de levantamento e recolha de dados do existente até à fase final onde serão definidos os elementos a construir ou a demolir.

Para a aplicação prática de todo o conhecimento obtido sobre conceitos e metodologias BIM, a dissertação terá como base um caso de estudo de um projeto de reabilitação onde será descrita a forma de aplicação da metodologia BIM e os resultados obtidos. Pretende -se com a demonstração e análise destes resultados, encorajar e esclarecer futuros utilizadores de BIM em projetos deste tipo.

Neste caso de estudo será realizado o levantamento de informação sobre o existente com recurso à técnica *laser scanner* (LS), sendo um dos objetivos a análise da manipulação e obtenção de um modelo BIM com base numa nuvem de pontos, onde será descrita a implementação deste modelo na fase inicial do projeto de reabilitação funcional. Outro dos objetivos, será a modelação do projeto de reabilitação do caso de estudo, com base em informação fornecida pelos intervenientes da obra, e comparar este modelo BIM com o obtido do levantamento da nuvem de pontos.

A modelação de elementos específicos do existente e da construção nova no edifício a reabilitar, será contemplada no estudo da implementação do BIM em projetos de reabilitação funcional, bem como todas as fases de demolição e de construção nova.

1.3. Metodologia

O desenvolvimento da presente dissertação baseou -se nos seguintes pontos, de forma a alcançar os objetivos propostos:

1. **Limitação da área de estudo:** definiu -se um foco de estudo, pois o tema apresenta uma elevada abrangência e complexidade;
2. **Pesquisa bibliográfica:** a pesquisa teve como foco a conjuntura atual do setor AECO ao nível da construção nova e reabilitação, estado atual dos edifícios nos grandes centros urbanos, reabilitação funcional, automatização na construção e aplicação de novas tecnologias em projetos de reabilitação, metodologia BIM, técnicas de levantamento de edifícios e modelação de edifícios em softwares com base em BIM. Para o desenvolvimento desta pesquisa recorreu-se a literatura bibliográfica e a base de dados de artigos científicos, tais como o *Science Direct* ou o *B-ON*.
3. **Revisão e análise da literatura:** de forma a suportar a aplicação prática do tema da dissertação no caso de estudo, foi realizada uma revisão e análise da bibliografia recolhida. Além do mais, a análise realizada permitiu identificar lacunas na área de estudo, onde o presente trabalho poderá servir como contributo para novos desenvolvimentos futuros.
4. **Aplicação prática no caso de estudo:** o presente trabalho terá como componente prática um trabalho de campo num projeto de reabilitação funcional, de modo a obter todos os elementos necessários para a realização de vários modelos digitais.
5. **Análise de resultados e validação:** irão ser expostos os resultados obtidos através da comparação dos vários modelos digitais obtidos. Estes resultados irão demonstrar de que forma o presente trabalho poderá contribuir para a área de estudo com o desenvolvimento de uma metodologia de abordagem de projetos de reabilitação funcional.

1.4. Organização

A estrutura da dissertação está dividida em cinco partes. O presente capítulo serve de abordagem à motivação de investigação do tema da dissertação, dividindo-se em duas temáticas, ou seja, reabilitação de edifícios e metodologia BIM. Inclui a definição dos objetivos deste trabalho, bem como algumas hipóteses de estudo a serem consideradas e apresentadas na sistematização deste capítulo.

O segundo trata do enquadramento teórico do estado atual do conhecimento das temáticas identificadas no capítulo 1, através de uma revisão bibliográfica de vários elementos publicados ao longo dos anos, onde se contextualiza a reabilitação urbana e de edifícios, o BIM e a relação entre estes dois temas num projeto.

No terceiro capítulo é descrito o caso de estudo que serviu como base às aplicações práticas e é apresentada a metodologia de investigação seguida para o cumprimento dos objetivos definidos, em que

é reportada a aplicação prática do uso de levantamento de informação do existente, recorrendo ao *laser scanner* e á modelação do projeto de reabilitação referente ao caso de estudo.

No quarto capítulo, são analisados os resultados obtidos da aplicação das metodologias específicas de um projeto de reabilitação e é estudada de que forma é possível otimizá-las com base na aplicação das metodologias BIM. São modelados elementos do projeto e avaliadas as diferentes fases constituintes de um projeto desta natureza, nomeadamente trabalhos de demolição e construção nova. Será apresentada no final deste Capítulo, uma sugestão de abordagem, com um conjunto de procedimentos a seguir para aplicação do BIM, na fase inicial de projetos de reabilitação funcional.

Por último, o quinto capítulo apresenta o balanço e as conclusões finais, bem como propostas para desenvolvimentos futuros.

Capítulo 2

Enquadramento teórico

2.1. Considerações iniciais

No presente capítulo é feito o enquadramento teórico do tema em dissertação. As metodologias de *Building Information Modelling* (BIM) estão na linha da frente no processo de automatização da construção, pelo que se considera interessante compreender o contexto destas na conjuntura atual do setor de AECO. Estas metodologias têm sido alvo de inúmeros estudos, principalmente em construções novas. No sentido inverso, a aplicação do BIM em projetos reabilitação não tem estado em foco, portanto torna -se necessário compreender e realçar a importância da aplicação desta metodologia neste tipo de projetos.

2.2. Reabilitação Urbana

O património arquitetónico e urbano possui um importante valor cultural e económico, reconhecido pelas sociedades atuais, que adotam políticas de sustentabilidade de forma a conservar este património. A reabilitação apresenta-se assim como uma atividade estratégica na nova economia, representado 40 % da atividade da indústria da construção civil na Europa, valor superior ao nacional (Paiva et al., 2006).

Portugal apresenta-se no conjunto dos países europeus, como o que menos usa o parque habitacional antigo, preferindo desconstruir para promover a construção nova. Apesar desta realidade, verifica-se um crescimento da atividade de reabilitação com a introdução de novas políticas de reaproveitamento do parque edificado existente e do património urbano e a criação de gabinetes técnicos locais (GTL) (Paiva et al., 2006). Tem-se vindo a constatar uma melhoria geral do estado de conservação do edificado, porém em 2011 ainda existiam 918 mil edifícios a carecerem de intervenção, sendo que 156.312 tinham urgente necessidade de reparações ou já se encontravam bastante degradados (INE and LNEC, 2013). Os edifícios que se apresentam em pior estado de conservação são maioritariamente os que foram construídos antes de 1945, com um ou dois pisos e sem estrutura de betão armado. De facto, tem vindo a existir uma redução significativa da ocupação de alojamentos localizados em edifícios muito degradados, visto estes poderem colocar em causa a segurança e saúde dos seus ocupantes. Para além disso, os alojamentos sobrelotados normalmente apresentam condições sem qualidade residencial para as famílias que os habitam (Portas et al., 2003).

Segundo o Decreto-Lei nº32/2012, Reabilitação de Edifícios é “[...] a forma de intervenção destinada a conferir características de desempenho e de segurança funcional, estrutural e construtiva adequadas a um ou a vários edifícios, às construções funcionalmente adjacentes incorporadas no seu logradouro, bem como às frações eventualmente integradas nesse edifício, ou a conceder-lhes novas aptidões funcionais, determinadas em função das opções de reabilitação urbana prosseguidas, com vista a permitir novos usos ou o mesmo uso com padrões de desempenho mais elevados, podendo compreender uma ou mais operações urbanísticas.”. Um projeto de reabilitação, habitualmente, surge com o intuito de intervir num edifício com intenções de melhorar o seu desempenho, conforme o uso para o qual este necessita de responder. A definição de uso que neste caso se aplica, diz respeito a algo que é alterado ao longo do tempo de acordo com as exigências que se pedem a um edifício e que vão sendo modificadas com o passar do tempo devido a diversos fatores, nomeadamente ao avanço tecnológico que molda a forma de vivência e de estar do ser humano (Gamazo, 2016).

Face ao exposto, e com o aumento da consciencialização de um futuro mais sustentável a reabilitação de edifícios existentes permite dar resposta a importantes fatores, tais como: i) a problemática económica através da reutilização; ii) o aumento do conforto dos utilizadores nos edifícios; e iii) a diminuição do impacto ambiental graças à redução de consumos energéticos, recursos naturais e produção de resíduos, contribuindo também, para além disso, para a preservação do legado histórico das cidades, facto que revela maior consciencialização da necessidade de alteração do perfil de intervenção no mercado (Paiva et al., 2006).

2.2.1. Enquadramento Reabilitação Urbana

Atualmente o património edificado, principalmente os centros urbanos, encontra-se na sua maioria degradado e com necessidade de ações urgentes de reabilitação. O forte investimento nas últimas décadas em construção nova causou um excesso de oferta, conduzindo ao abandono do parque edificado existente. O efeito de degradação natural dos centros urbanos deu origem à deslocação da população e da construção nova para as periferias das grandes cidades, aumentando ainda mais a falta de manutenção destes mesmos centros urbanos. Outra consequência negativa é a redução do turismo nestes centros urbanos, que no caso de Portugal, tem um forte impacto económico nas regiões (Paiva et al., 2006). Por outro lado, existe um linha de pensamento generalizada que a reabilitação dos espaços, infraestruturas e de edifícios é cara e que não permite satisfazer as necessidades de conforto exigidas pelos utilizadores, ideia esta que é errada, pois a falta de conservação e de operações de manutenção é que encarece a reabilitação visto grande parte dos elementos construtivos e da estrutura que os suporta, se encontrar em muito pior estado, sendo em muitos casos a única solução a substituição na íntegra destes elementos e materiais (Appleton, 2011).

Nos dias de hoje, em que se assiste a uma transição da construção nova para a reabilitação de edifícios, o Estado possui um papel fundamental, com definição de planos estratégicos e económicos de apoio, não só aos municípios, como também aos particulares de forma a garantir uma dinâmica adequada à reabilitação do parque edificado bem como a sustentabilidade dos seus processos. Uma vez que, o

conceito de reabilitação urbana sofreu diversas atualizações durante as últimas décadas, tornando-a num conceito mais abrangente. Atualmente entende-se como recuperação e beneficiação geral de áreas urbanas degradadas, sendo elas históricas ou não, tanto a nível físico, morfológico, funcional ou socioeconómico. Neste conceito não se pode negligenciar a integração das políticas urbanas, a coesão social e territorial, o desenvolvimento sustentável, a descentralização e a participação dos cidadãos, destacando-se a reabilitação de edifícios como uma intervenção meramente física. Neste contexto, a reabilitação de edifícios visa assegurar a sobrevivência de edifícios que se encontram devolutos ou com elevados níveis de degradação, tratando-se de uma tarefa complexa, que exige conhecimentos aprofundados desde os materiais a usar na reabilitação às técnicas usadas para o efeito (Paiva et al., 2006).

O novo regime jurídico de reabilitação urbana encontra-se direcionado essencialmente para a vertente da degradação do edificado principalmente nos centros urbanos das grandes cidades, sendo por isso, fundamental que haja uma participação ativa e financeira dos particulares para que a reabilitação dos edifícios seja viável. De acordo com este regime jurídico, a Reabilitação Urbana é definida como sendo *“a forma de intervenção integrada sobre o tecido urbano existente, em que o património urbanístico e imobiliário é mantido, no total ou em parte substancial, e modernizado através da realização de obras de remodelação ou beneficiação dos sistemas de infraestruturas urbanas, dos equipamentos e dos espaços urbanos ou verdes de utilização coletiva e de obras de construção, reconstrução, ampliação, alteração, conservação ou demolição dos edifícios”* (Decreto-Lei n.º307/2009 – Regime Jurídico da Reabilitação Urbana). É neste âmbito que a necessidade de reabilitar tem vindo a assumir uma relevância cada vez maior, podendo ser uma solução para atenuar diversos problemas económicos e ambientais, decorrentes das especificidades da atividade do sector da construção.

Por um lado, em termos económicos, nos últimos anos, tem-se assistido a um forte decréscimo da atividade do sector da construção e com ele o conseqüente aumento do desemprego e investimento no sector. Por outro lado, em termos ambientais, a forte expansão urbana que se fez sentir nas últimas décadas, trouxe diversos problemas, nomeadamente o aumento do uso de transporte privado na deslocação das pessoas para o trabalho que em grande parte, se encontra nos centros urbanos, aumentando por isso o condicionamento rodoviário nas cidades. Entre outros problemas ambientais estão a forte ocupação de áreas rurais para a construção de novas habitações, o que leva à diminuição das áreas rurais nas periferias das cidades (Paiva et al., 2006). A falta de conservação dos edifícios origina posteriormente também custos superiores de reabilitação, visto que grande parte dos elementos construtivos a reabilitar estarão em condições piores do que as condições iniciais. Tendo em conta o contexto atual de crise que atravessa a país, o lançamento de uma larga operação de reabilitação seria sem dúvida um fator positivo para o crescimento da economia nacional, nomeadamente na diminuição do desemprego.

Programas de Reabilitação Urbana

De forma a promover a reabilitação urbana em Portugal, têm vindo a ser implementados diversos programas económicos. Destes programas, apenas se realçam os principais, que se encontram

vocacionados para a vertente da reabilitação, nomeadamente o RECRIA, o REHABITA, o RECRIPH e o SOLARH. A nível europeu, refere-se também o programa JESSICA (Madeira, C., 2009).

a) RECRIA – Regime especial de participação na recuperação de imóveis arrendados (1988)

O RECRIA foi criado com o objetivo de financiar a execução de obras de conservação e beneficiação para a recuperação de fogos e imóveis em estado de degradação. As participações, a fundo perdido, são concedidas pelo Estado e pelos respetivos municípios. Esta medida tinha como objetivo igualmente impulsionar o processo da reabilitação urbana, criando melhores condições de vida nos centros urbanos, e com isto conservar o património urbano edificado.

b) REHABITA – Regime de apoio à recuperação habitacional em áreas urbanas antigas (1996)

O REHABITA é um apoio financeiro que apoia as entidades municipais gestoras da reabilitação urbana, sendo uma extensão do programa RECRIA, pois, as obras participáveis pelo RECRIA têm um apoio adicional de 10%, a fundo perdido. Ou seja, este apoio financeiro apoia os municípios na recuperação de zonas urbanas antigas. Paralelamente ao programa RECRIA, este programa tem como objetivo apoiar a execução de obras de conservação, beneficiação ou reconstrução de edifícios habitacionais e as ações de realojamento (provisório ou definitivo) decorrentes dessas intervenções.

c) RECRIPH – Regime especial de participação e financiamento na recuperação de prédios urbanos em regime de propriedade horizontal (1996)

O sucesso do programa RECRIA levou à necessidade de adotar-se uma nova solução que apoiasse financeiramente os proprietários de frações autónomas em edifícios com regime de propriedade horizontal, no caso de necessitarem de proceder a obras de conservação nesses prédios. O valor da participação é suportado em 60% pelo Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana e 40% pelo município respetivo.

d) SOLARH – Sistema de solidariedade de apoio à reabilitação de habitação própria permanente (1999)

Na medida em que os regimes anteriores ainda se encontravam vedados a muitos interessados, principalmente devido a diversas limitações legais relacionadas com questões de propriedade, foi necessário implementar uma nova solução de forma a permitir a outros interessados (por exemplo a proprietários idosos com rendimentos reduzidos e agregados familiares com fracos recursos económicos em que os titulares desses rendimentos tenham encargos com pessoas dependentes), a possibilidade de realização de pequenas obras de conservação e beneficiação. A realização destas obras é feita, através da realização de empréstimos sem juros. Com isto, continua-se com o objetivo de melhorar as condições de habitabilidade e requalificar o já degradado parque habitacional urbano.

e) JESSICA – Joint European Support for sustainable investment in city areas (apoio europeu conjunto para o investimento sustentável nas zonas urbanas) (2009)

A nível europeu, existe o Programa JESSICA, lançado em 2006, que permite aos Estados Membros utilizar verbas para a criação de Fundos de Desenvolvimento Urbano, destinados a apoiar operações sustentáveis de reabilitação urbana, inseridas no contexto de programas integrados de desenvolvimento urbano. A iniciativa JESSICA é desenvolvida pela Comissão Europeia e pelo Banco Europeu de Investimento, em colaboração com o Banco de Desenvolvimento do Conselho da Europa.

2.2.2. Reabilitação de Edifícios

A reabilitação pode ser definida como um conjunto de ações destinadas à conservação e ao restauro das partes importantes, tanto a nível estético, histórico ou funcional conferindo a possibilidade de reutilização do edifício alvo. Estas intervenções devem permitir satisfazer os níveis de desempenho e exigências funcionais contemporâneas, criando uma harmonia entre a identidade original e a atual (Appleton, J., 2003).

Neste sentido, a reabilitação tem como finalidade solucionar eventuais danos físicos, construtivos e ambientais que, caso não sejam alvo de intervenção de recuperação e modernização, podem ser conduzidos ao abandono e posteriormente à sua ruína (Göçer et al., 2016). Estas operações visam também assegurar a longevidade do património urbano e arquitetónico, para as gerações futuras primando pela maior reutilização possível dos elementos estruturais e materiais existentes, respeitando assim os princípios de reabilitação ao nível da autenticidade, compatibilidade e reversibilidade das técnicas usadas (Appleton, J., 2003).

Pode-se então definir uma estratégia técnica num projeto de reabilitação que respeite os seguintes pontos:

1. As características tipológicas e morfológicas que refletem a arquitetura onde a construção está inserida;
2. As condições de higiene e conforto requeridas pela vida contemporânea, não desprezando as condições de segurança tanto estruturais e construtivas como ao fogo e às intrusões;
3. O máximo de utilização possível dos elementos e partes da construção antiga ao invés de se prever a sua substituição por materiais e técnicas modernas. Por vezes a deficiente combinação entre as técnicas modernas com as antigas pode conduzir ao aparecimento de patologias diferentes das que foram detetadas antes da ação de reabilitação;
4. A reversibilidade, não comprometendo a possibilidade de intervenções futuras, permitindo obter as opções iniciais construtivas.

As exigências de durabilidade destas intervenções, são mais rígidas nos edifícios antigos do que nos modernos, pois estes têm tempos de vida maiores. Assim, não se deve aplicar materiais que à partida têm um período útil de 10 a 20 anos num imóvel com século de vida, pois esta intervenção trará problemas num

futuro próximo (Paiva et al., 2006). Para que as ações tenham o sucesso desejado, é necessário que haja um bom estudo das patologias e das características dos materiais escolhidos como sendo a sua porosidade, permeabilidade ao vapor de água, características mecânicas, estabilidade físico-química, entre outras, de forma que a sua correção não provoque o despoletar de outras anomalias, diferentes das iniciais, devido à má escolha dos materiais selecionados (Appleton, J., 2003).

Níveis de Intervenção

Segundo o Guião de Apoio à Reabilitação de Edifícios Habitacionais, devem ser considerados quatro níveis de reabilitação:

Tabela 2.1 - Níveis de Intervenção de Reabilitação em Edifícios (Paiva et al., 2006)

Nível/ Grau	Descrição
Nível 1 Reabilitação Ligeira	<ul style="list-style-type: none"> Pequenas reparações e beneficiações das instalações e equipamentos já existentes nos fogos – fundamentalmente nas instalações sanitárias e cozinhas; Não é necessário o realojamento das pessoas que habitam o fogo intervencionado.
Nível 2 Reabilitação Média	<ul style="list-style-type: none"> Reparação de elementos de caixilharia, estruturais (lajes e coberturas), revestimento de paramentos exteriores e interiores e cobertura, melhoria de instalações elétricas, ligeiras alterações na organização do espaço, melhoria das condições funcionais e ambientais; Em casos pontuais, é necessário o realojamento provisório dos residentes por um pequeno período; O custo tem de ser inferior a ½ do valor de uma habitação nova com características semelhantes.
Nível 3 Reabilitação Profunda	<ul style="list-style-type: none"> Trabalhos de nível 2 acrescidos de: <ul style="list-style-type: none"> Profundas alterações na distribuição e organização de espaço; Introdução de instalações e equipamentos em falta; Custo próximo de uma habitação nova com características semelhantes
Nível 4 Reabilitação Excecional	<ul style="list-style-type: none"> Recurso pontual a técnicas de restauro para intervenções na envolvente do edifício; Total reconstrução do edifício; Custos ultrapassam o custo de uma nova edificação com áreas semelhantes

2.2.3. Reabilitação Funcional

Quando se intervém num edifício existente pode-se ter diversos graus de intervenção, desde a manutenção e a conservação do existente ou restauro do edifício de modo a que este retome a sua atividade inicial. Outra solução é adaptar e tornar o edifício apto a receber novas funções, mantendo os valores arquitetónicos e a sua envolvente (Bullen, Peter A., 2007), tendo em conta também, que nas políticas de Reabilitação Urbana está implícito uma preocupação de *Revitalizar* as cidades, surgindo por vezes situações em que os usos presentes ou passados dados a determinados edifícios ou áreas estão obsoletos e não satisfazem as necessidades sociais e económicas.

Neste sentido e noutros países Europeus, esta política de reutilizar os edifícios, dando-lhes uma nova vida passou a ser uma prática bastante aliciente quer em termos económicos como a nível social e até histórico (Del Giudice, M., 2013). Desenvolver um novo conceito de utilização para determinado edifício pode vir a resolver vários problemas na área em que o mesmo se encontra. Um dos exemplos, que são os centros históricos com vários edifícios que outrora tiveram determinada funcionalidade, e que hoje já não se justifica ou está desadequada, são casos onde em consenso com os particulares, se deve pensar numa nova função dar a esse edifício de forma a colmatar as exigências da cidade, zona ou rua em que o mesmo se insere. Isto vai permitir criar novas dinâmicas sociais proporcionadas por esse novo uso (Bullen, Peter A., 2011).

2.2.4. Exemplos de Reabilitação Funcional

Museu da Eletricidade – Lisboa, Portugal

A Central Tejo, construída em 1908, foi uma central termoelétrica das Companhias Reunidas de Gás e Eletricidade (CRGE), que abasteceu toda a região de Lisboa de eletricidade durante 1909 e 1972, sendo que após 1951, foi utilizada como central de reserva, produzindo apenas para complementar a oferta de energia das centrais hídricas, saindo do sistema produtivo em 1975. Ao longo do tempo sofreu diversas modificações e ampliações, tendo passado por contínuas fases de construção e alteração dos sistemas produtivos. Numa nova fase da sua existência, a Central Tejo abriu ao público pela primeira vez em 1990, então como Museu da Eletricidade e após um novo período de obras de restauro dos seus edifícios e equipamentos, reabriu definitivamente em 2006.



Figura 2.1 – Museu da Eletricidade em Lisboa, Portugal. **a)** Central Tejo em 1920; **b)** Museu da Eletricidade Atual: Espaço de eventos culturais; **(w1)**

Fábricas ASA – Guimarães, Portugal

Em 2006 foram desativadas as instalações da fábrica de lençóis ASA, e não havendo uso e razão para a continuidade da fábrica de lençóis, os proprietários decidiram considerar um novo uso a dar ao edifício.

Aproveitando a boleia da realização da Guimarães capital europeia da cultura, transformaram o espaço num moderno espaço comercial para empresas e indústrias criativas que procuram espaços para arrendar. A fábrica de lençóis tornou-se num ninho de indústrias criativas e de exposição de arte.

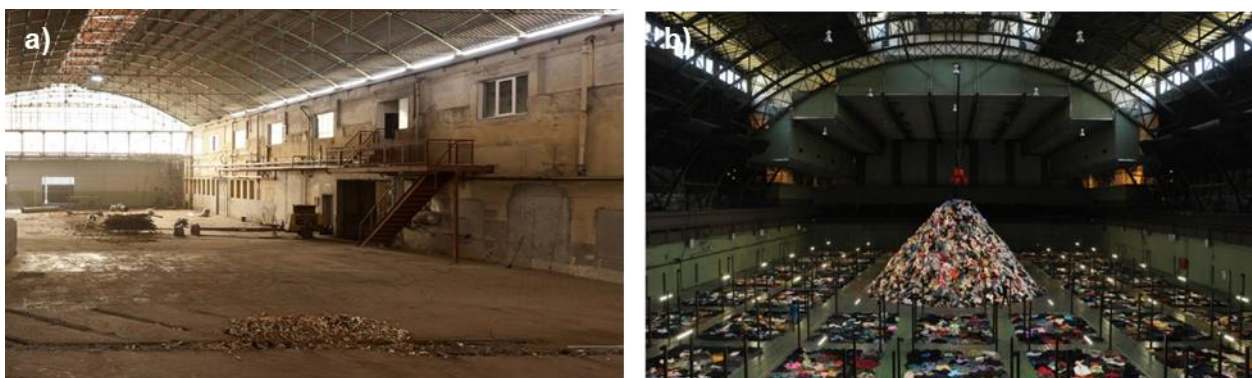


Figura 2.2 - Fábricas ASA em Guimarães, Portugal. **a)** Fábricas ASA em estado de abandono; **b)** Aspeto atual das fábricas com um evento cultural; **(w2)**

Mercado da Ribeira – Lisboa, Portugal

Em 2012 abriu em Lisboa o renovado Mercado da Ribeira, que através de um concurso para uma concessão privada, trouxe um novo conceito de exploração de mercados municipais. Neste, manteve-se a oferta de produtos frescos numa parte do mercado, na outra nasceu uma oferta vasta de restaurantes distribuídos por bancas com acesso a uma praça da alimentação comum. O Mercado deixou de ser um edifício degradado e fora de interesse para se tornar um dos sítios mais cobiçados para uma refeição na sociedade lisboeta.



Figura 2.3 - Mercado da ribeira em Lisboa, Portugal. **a)** Mercado da ribeira degradado em funcionamento; **b)** Mercado da Ribeira renovado com oferta de restauração; **(w3)**

SteelStacks – Bethlehem, EUA

Durante 120 anos, a fábrica de produção de aço de Bethehem, serviu como principal empregador dessa região, empregando milhares de pessoas enquanto fornecia esse material para a crescente construção de arranha-céus e pontes, e até a marinha dos EUA durante a segunda-guerra mundial. Em 1995, a fábrica fechou portas ficando o enorme edifício ao abandono.

Em vez de demolirem este marco histórico da região, o governo local em conjunto com a comunidade investiu na reabilitação do espaço e da sua função, sendo hoje um centro cultural com concertos e comércio.

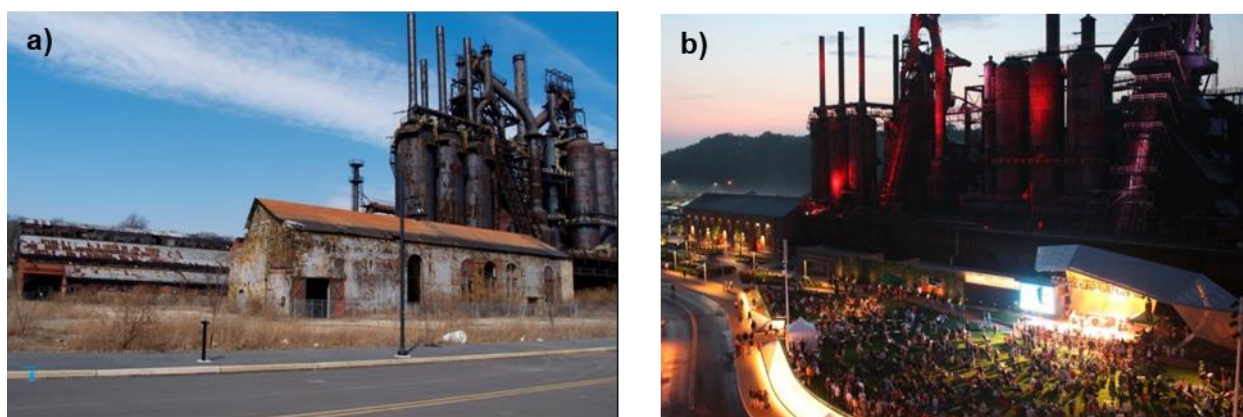


Figura 2.4 – Steelstacks em Bethlehem, EUA. **a)** Instalações ao abandono; **b)** Espaço atual com zona de comércio e eventos culturais; **(w4)**

Gasometer City – Viena, Áustria

No século XIX, a Gaswerks Simmering, construiu na cidade de Viena, quatro tanques de armazenamento de gás com fachadas exteriores em alvenaria cerâmica com 55 metros de altura, e o interior em ferro de forma a armazenar o gás produzido através de carvão. O gás era fornecido às casas de Viena através de um sistema de tubagens com vários km's de extensão. Em 1969 a produção de gás através de carvão parou até que em 1984, estes edifícios foram desativados devido à evolução da tecnologia de fornecimento de gás (Figura 2.5).



Figura 2.5 – Aspeto geral dos quatro edifícios com função de tanques de gás (Séc. XIX); **(w5)**

No ano de 2002, quatro arquitetos de renome internacional ficaram responsáveis pelo projeto de reabilitação de cada reservatório (A, B, C, D) (Figura 2.6).



Figura 2.6 - Reabilitação funcional dos antigos reservatórios de gás. **a)** Fase inicial das obras de reabilitação; **b)** Aspeto final dos quatros edifícios após intervenção; **(w5)**

Destes projetos, surgiram e foram executadas quatro abordagens diferentes de alteração de funções destes edifícios (Figura 2.7). No reservatório A, criou -se um shopping com uma cúpula envidraçada de forma a captar a luz natural. No reservatório B, construiu-se um edifício exterior com uma arquitetura que contrasta com a forma redonda do reservatório. Nos dois últimos foram construídos edifícios habitacionais, onde no reservatório C foi adicionado um jardim interior. Estes edifícios são servidos por uma estação de metro própria.



Figura 2.7 - Estado atual dos edifícios após reabilitação funcional; **a)** Reservatório B; **b)** Reservatório C; **c)** Reservatório D; **(w5)**

2.3. Building Information Modelling – BIM

2.3.1. Enquadramento BIM

O setor AECO, tem experimentado nos últimos anos uma evolução dos seus processos, devido à crescente exigência e necessidade de adoção de sustentabilidade. O grande foco tem sido na otimização dos projetos

de forma a reduzir o impacto ambiental designadamente, o consumo energético, as emissões de gases ou o recurso a materiais reutilizáveis. Paralelamente a esta otimização, atualizaram-se práticas, o que permitiu o aumento da competitividade e melhoria do desempenho das empresas e por conseguinte o aumento da satisfação do cliente relativamente ao produto final (Bryde, D. et al., 2013).

Como resultado desta evolução, tem surgido no mercado um novo conceito de edifícios sustentáveis onde é avaliado o seu ciclo de vida, desde da fase de projeto até à sua execução e posterior conclusão. Por outro lado, verifica-se um aumento da complexidade dos projetos devido às novas exigências funcionais e habitacionais, bem como os custos e respetivos prazos de execução, ponto onde a colaboração eficiente entre os vários intervenientes (Dono de Obra, Arquitetos, Projetistas, Empreiteiros e Subempreiteiros, Fiscalização) é imprescindível. Face a estes desafios relevantes é necessário recorrer a inovações tecnológicas que facilitem a avaliação do edifício em fase de projeto, de forma a otimizar o seu processo de construção e as ações futuras de manutenção (Kivits and Furneaux 2013).

O BIM, *Building Information Modelling*, é uma das metodologias emergentes, que oferece uma nova abordagem no processo de controlo e gestão de toda a informação criada e desenvolvida em fase de projeto pelas diversas especialidades, bem como por todos os intervenientes durante o ciclo de vida das construções, através da criação de um modelo digital do edifício. As ferramentas que tem como base a metodologia BIM, permitem a automatização de todos os elementos que constituem um projeto de construção/reabilitação, a deteção de erros nos projetos existentes e a análise de incompatibilidades entre as diferentes especialidades, possibilitando a partilha de informação mais eficiente, evitando assim, a reprodução dos mesmos dados.

Existe, no entanto, um conjunto de barreiras e limitações que estão a dificultar a implementação do BIM na prática profissional. A maioria das condicionantes são de natureza técnica e têm sido gradualmente ultrapassadas pelos produtores de *software*, pelos investigadores e pelas organizações. No entanto, são as questões centradas nas pessoas e nas organizações, as que colocam os maiores desafios à adoção do BIM, sendo a mudança de procedimentos e fluxos de comunicação, responsabilização e confiança, dificilmente alterável (Ghassemi and Becerik-Gerber 2011).

2.3.2. Conceito BIM

Conforme referido, o BIM converge em si um conjunto de políticas, processos e tecnologias do qual resulta uma metodologia para gestão do projeto do edifício e dos diferentes dados gerados, num formato digital, ao longo do ciclo de vida do edifício (Figura 2.8.). Este modelo virtual contém as características físicas e funcionais do objeto construído, possibilitando a aplicação, a manipulação e a manutenção da informação relativa ao ciclo de vida do edifício bem como de todos os materiais que o constituem, obtendo um modelo rico e consistente (Lino, J. et al., 2012).



Figura 2.8 - Ciclo BIM: Evolução de um projeto do 3D até ao 7D; (w6)

Num primeiro contacto, o utilizador confunde a metodologia BIM com o *software*, apesar de o conceito de esta ser efetivamente aplicável quando é interpretado pelos *softwares* que tem como base o conceito BIM e o integra com as mais recentes tecnologias. Outro erro comum, e que acontece de forma análoga, é a utilização errada do conceito BIM para descrever modelos tridimensionais onde apenas se encontram objetos desenhados sem qualquer informação adicional.

Modelação Orientada por objetos

A metodologia BIM utiliza uma abordagem de modelação orientada por objetos. Esta abordagem surgiu da necessidade de criar um modelo central representativo dos processos construtivos, abandonando a simples representação de elementos através de linhas, formas e texto. Este método consiste na programação de estruturas de dados, ou seja, na definição de objetos, numa organização idêntica à forma como os objetos reais interagem.

Na grande maioria das ferramentas BIM, a modelação do edifício é feita através da associação dos elementos construtivos tanto em 2D como em 3D (Figura 2.9). Para cada elemento construtivo, é possível definir, não só os parâmetros geométricos como a espessura, a altura e o comprimento, como também os materiais constituintes, propriedades térmicas e acústicas, os custos de cada material, os custos de construção, entre outros. Além disso, a maioria das ferramentas BIM permite ao utilizador a introdução de parâmetros ao seu critério, entre os quais já acima referidos.

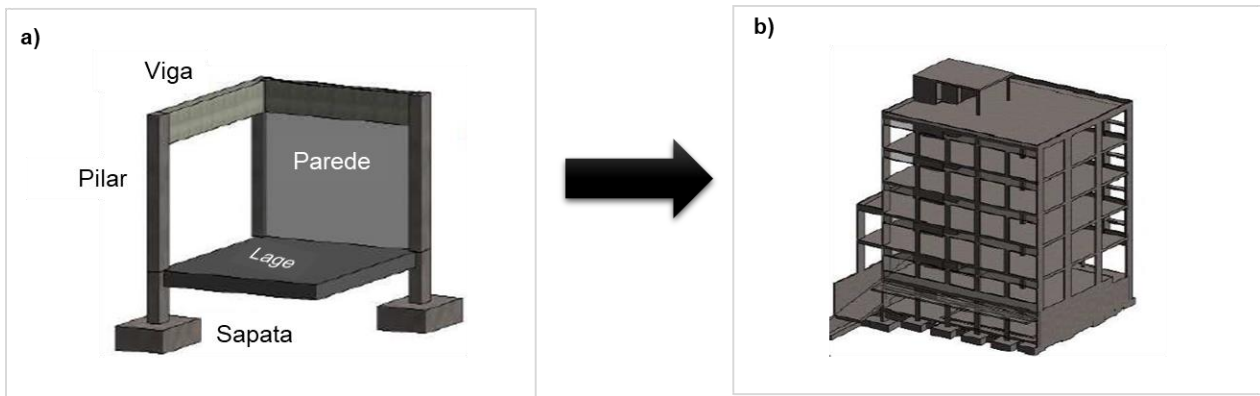


Figura 2.9 - Modelação por objetos; **a)** Objetos organizados pela sua interação real; **b)** Modelo BIM constituído por objetos;

Na metodologia BIM, a informação encontra-se interligada através de relações paramétricas, ou seja, a cada elemento que constitui o modelo são atribuídas relações de vizinhança, através de parâmetros que definem constrangimentos e implicações associados aos objetos, estabelecendo ligações que definem o modo de interação dos elementos entre si e com o modelo global (Monteiro e Martins 2011).

Relações paramétricas

O resultado desta metodologia baseada em relações paramétricas é um modelo "inteligente" que adapta automaticamente todos os objetos do modelo quando se dá valores a parâmetros de apenas um dos objetos. Desta forma, as alterações introduzidas em determinado elemento são processadas nos restantes elementos do modelo, evitando a propagação de erros e dinamizando os processos de atualização. Além disso, as relações paramétricas entre os objetos permitem a automatização de produção de peças, permitindo que quando se altera um elemento numa das vistas, essa alteração é atualizada nas restantes vistas automaticamente, poupando tempo e trabalho ao utilizador (Figura 2.10).

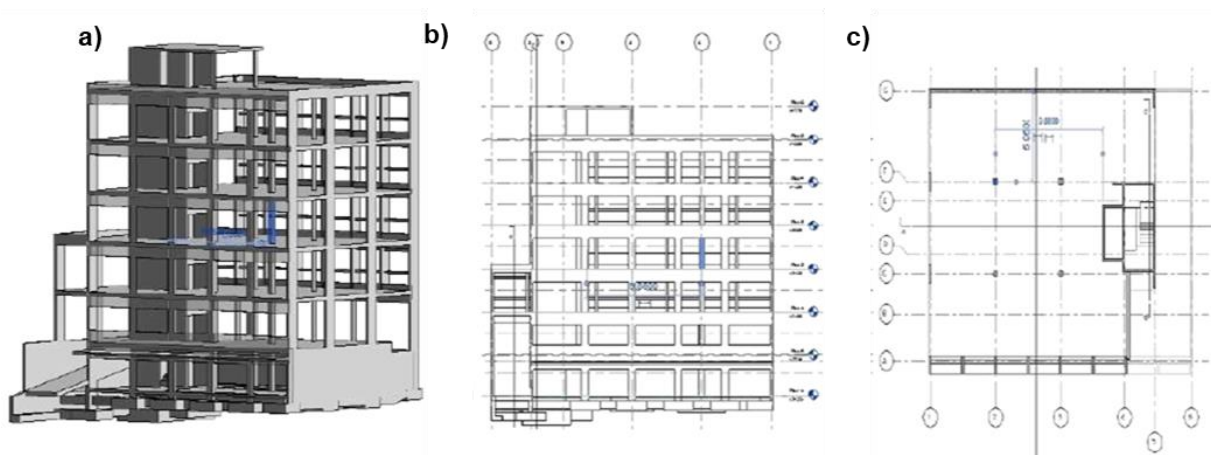


Figura 2.10 – Demonstração da seleção simultânea em várias vistas de um objeto; **a)** Pilar selecionado em vista 3D; **b)** Pilar selecionado em vista de corte longitudinal; **c)** Pilar selecionado em vista de corte transversal;

Nível de desenvolvimento (LOD)

No caso da informação introduzida no modelo BIM não conter o nível de detalhe necessário, estando incompleta ou mesmo omissa, a análise do modelo não será bem-sucedida.

Neste sentido, surge o conceito de nível de desenvolvimento (Level of Development – LOD), que permite aos profissionais da indústria da AECO especificarem e articularem, com um alto nível de clareza e fiabilidade, os conteúdos inseridos nos modelos BIM durante as várias fases dos processos de conceção e construção. De facto, a incorporação dos níveis de desenvolvimento constitui um elemento chave para classificar os requisitos mínimos de modelação exigidos para desenvolver cada utilização BIM. Além disso, a utilização desta especificação permite a definição das limitações e usabilidade dos modelos dos vários intervenientes do projeto, bem como das exigências para o desenvolvimento de determinadas funcionalidades BIM, utilizando modelos que não são da sua autoria (Eastman et al., 2011).

As especificações LOD utilizam as definições básicas dos níveis de desenvolvimento (LOD) desenvolvidas pelo *American Institute of Architects (AIA)* no protocolo G202-2013 *Building Information Modelling Protocol Form* organizadas segundo o *CSI Unifomat 20102 (The Construction Specifications Institute)*. Neste documento estão definidos cinco LODs (100, 200, 300, 400 e 500) que são frequentemente associados às fases de um projeto de construção.

1. LOD 100 – Modelo conceptual

O modelo consiste nas várias massas do edifício, permitindo a determinação da volumetria espacial, áreas, altura, orientação do edifício, com o objetivo de estudar estimativas iniciais de custos ou desempenho energético. Corresponde a modelos simples e conceptuais que contemplam o tamanho do projeto e a sua forma global (Figura 2.11).

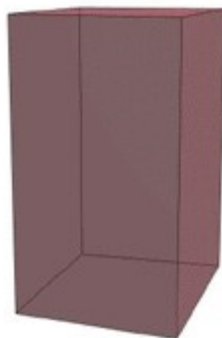


Figura 2.11 - LOD 100: Modelo conceptual; (w7)

2. LOD 200 – Modelo de geometria aproximada

Corresponde a uma fase de projeto esquemático, no qual o modelo se encontra mais desenvolvido, incluindo elementos que permitem uma análise básica ao sistema estrutural, estimativa de custos através de elementos não geométricos. Um modelo de nível LOD 200 pode servir para analisar várias soluções construtivas possíveis, como também desenvolver um planeamento construtivo. Os objetos constituintes

deste modelo não possuem especificações ao nível do material, ou seja, no caso de elementos como portas e janelas, estas são apenas aberturas numa parede (Figura 2.12).



Figura 2.12 - LOD 200: modelo de geometria aproximada; (w7)

3. LOD 300 – Modelo de geometria mais precisa

O LOD 300 acrescenta ao LOD 200 informação mais específicas acerca das quantidades, tamanho, forma, localização e orientação onde a geometria deve estar perfeitamente definida. Neste nível, obtém-se os documentos tradicionais de construção ao nível do projeto de execução. Este modelo pode ser ainda usado na criação de modelos analíticos sobre o projeto de estrutural, ou servir como base na preparação de desenhos para fornecedores e ou subempreiteiros, definição de mapas de trabalhos e quantidades e estimativa de custos para a execução do projeto.

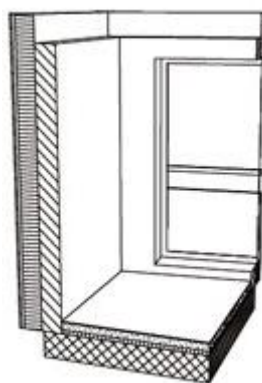


Figura 2.13 – LOD 300: Modelo de geometria mais precisa; (w7)

4. LOD 400 – Modelo de Fabrico

Tal como no nível anterior, os elementos são precisos em termos de quantidades, dimensões, formas, localização e orientação. No entanto, neste nível a informação contida nos elementos do modelo deve ser mais detalhada, devendo incluir pormenores relacionados com o seu projeto, montagem e fabricação, bem como outras informações que permitam análises precisas e estimativas de custos rigorosas. (Henriques, 2012) (Figura 2.14).

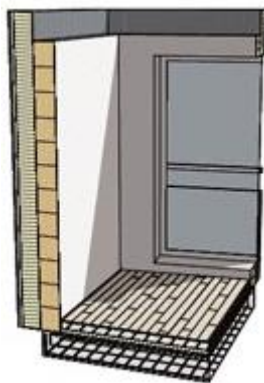


Figura 2.14 - LOD 400: Modelo de fabrico; (w7)

5. LOD 500 – Telas Finais

O LOD 500 pode ser considerado como uma representação digital “as-built” da construção. Neste nível de desenvolvimento, todos os elementos e sistemas são modelados de acordo com a construção e precisos em todos os detalhes. Este nível é adequado para operações de utilização e manutenção, para além de ser utilizado quando se pretende realizar renderings de alta qualidade. Raramente se atinge este LOD, visto que pode reduzir o desempenho do software utilizado (Figura 2.15).



Figura 2.15 - LOD 500: Telas finais; (w7)

Vantagens e limitações

Com a implementação da metodologia BIM são várias as vantagens esperadas, de forma sucinta, as principais são: i) Diminuição de erros de desenho; ii) facilidade nas modificações de projeto as quais são realizadas automaticamente em todo o modelo; iii) construção mais económica e consistente; iv) mais ajustes na execução; v) quantitativos de materiais mais precisos; vi) visualização 3D da estrutura; vii) melhor preparação do projeto; viii) modelação de objetos com definição das suas propriedades físicas; ix) facilidade na obtenção de documentos de construção (plantas, cortes, detalhes, alçados, entre outros); x) a estrutura é modelada uma única vez, podendo ser usada nas várias especialidades e fases do projeto; xi) consolidação da informação do projeto apenas num único ficheiro informático; xii) elevado nível da produtividade; xiii) facilidade de conceção e perceção das várias fases de construção; xiv) simplifica intervenções futuras no projeto (Bryde, D. et al., 2013).

O *software* com base em metodologia BIM, em termos de manuseamento e funcionalidades mais básicas, por si só não é um problema. Há uma complexidade lógica em relação às práticas tradicionais, mas as sessões de informação servirão para absorver a maioria dos novos métodos. Como não há muitos utilizadores BIM e os formadores são ainda algo inexperientes na sua utilização prevê-se que os grandes utilizadores desta ferramenta ultrapassem rapidamente em conhecimento os formadores. Para adquirirem um grau mais avançado de conhecimento terá que ser pelos processos de tentativa e erro. As desvantagens existentes na adoção desta metodologia passam basicamente por: i) necessidade de aquisição de *software*; ii) mudança de mentalidades; iii) necessidade de formação dos futuros utilizadores; iv) necessidade de computadores mais potentes e com mais memória;

A fim de esta metodologia ser implementada com sucesso devem-se criar ligações entra as fases de construção, permitindo o uso eficiente de informações previamente desenvolvido, o desenvolvimento de bibliotecas para objetos e materiais com descrições padrão e informações para agilizar o desenvolvimento do modelo, implementar formas de ligar desenhos e especificações técnicas, com base em ferramentas e linguagem padrão, desenvolver um único arquivo para todo o ciclo de vida da construção, como também desenvolver uma nova cultura de trabalho com base na colaboração (Taborda e Cachadinha, 2012).

2.3.3. Dimensões BIM

O BIM, sendo uma metodologia recente e com base em tecnologias de informação, encontra-se em constante evolução, e atualmente é mais do que simplesmente um CAD 3D (*Computer Assisted Design*) ou mais do que apenas um modelo em 3D de uma edificação.

As exigências de modelação para cada fase da obra variam, na medida em que os BIM fornecem diferentes funcionalidades para os modelos consoante as fases. Na fase de promoção do projeto, o modelo BIM permite ao utilizador aferir quanto à viabilidade do projeto e usufruir das capacidades de produção de *renderings* para fins promocionais, sendo apenas necessária uma versão pouco detalhada do modelo.

A fase de conceção corresponde à fase de maior utilização dos modelos BIM, onde o modelo é detalhado ao pormenor. Neste sentido, as funcionalidades BIM permitem testar novas soluções relativamente ao planeamento de projetos, na produção documental e na criação de *renderings*. O modelo de obra, já bastante pormenorizado, permite a deteção de erros e omissões dos modelos das várias especialidades, a coordenação de projetos, a estimativa de custos, o planeamento e gestão de obra. Por último, na fase de utilização, toda a informação recolhida durante a construção pode ser agrupada num modelo, servindo de apoio à gestão e manutenção do edifício (Monteiro e Martins, 2011).

As soluções em BIM usam tecnologias de base de dados inter-relacionados para integrar a informação e relacionamentos entre os modelos, criando “modelos inteligentes” com várias (BIM 3D, BIM 4D, BIM 5D, BIM 6D, BIM 7D), que podem ser entendidas como “camadas” (*layers*) de informações que são adicionadas (Figura 2.16).

2D – projetos tradicionais em ficheiros CAD

O recurso a projetos CAD em 2D, ainda possui relevância na execução de um modelo com base em metodologia BIM. Os ficheiros CAD, não possuem qualquer tipo de informação, sendo apenas representações, através de linhas e texto, de projetos de arquitetura ou de execução em obra. Os *softwares* atuais permitem a compatibilização das plantas CAD 2D com o modelo tridimensional, permitindo que o utilizador BIM, traduza essa informação, existindo assim um ambiente colaborativo entre 2 intervenientes que não tenham o mesmo nível de maturidade na implantação da metodologia BIM.

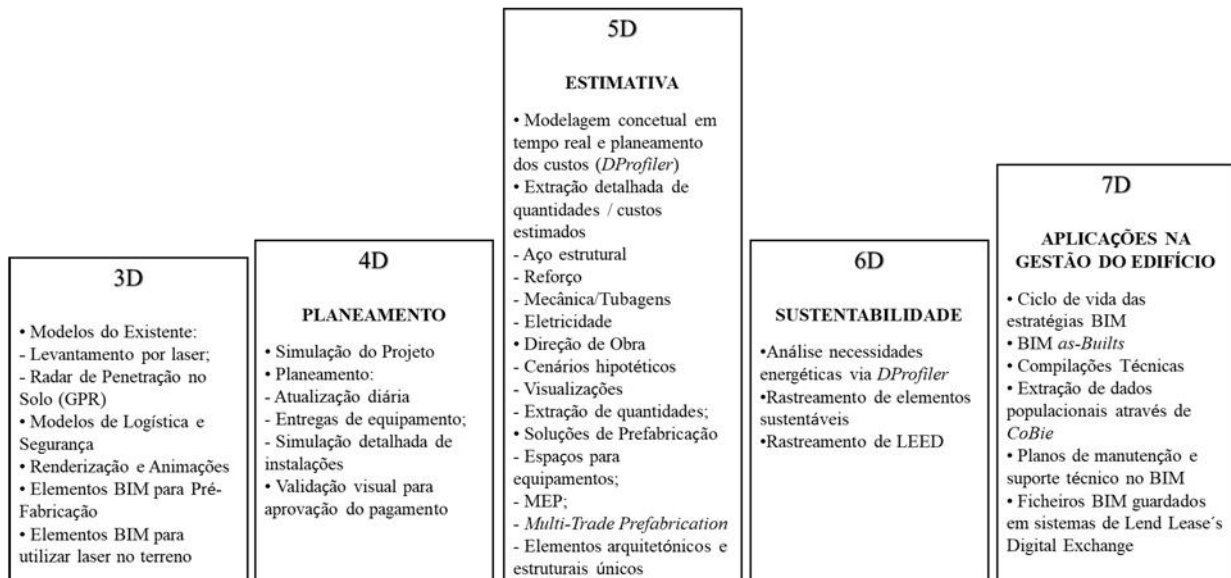


Figura 2.16 - Dimensões BIM. (Adaptado de McGraw-Hill Lean Construction BIM Report, 2013)

a) BIM 3D - Espaço tridimensional

A dimensão 3D, de elementos físicos ou do espaço que constitui o modelo, não é uma ferramenta exclusiva da metodologia BIM, pois esta dimensão já existia ao nível CAD. O BIM 3D consiste na consolidação dos diferentes projetos a executar no mesmo ambiente virtual (modelo), em 3D e com todos os elementos necessários para a sua caracterização e posicionamento no espaço.

Os elementos físicos que constituem os variados projetos, contêm informação que os caracterizam tanto ao nível da sua constituição (material) como também as suas propriedades geométricas, permitindo o *software* detetar conflitos entre elementos, ou seja colisões ou inconsistências espaciais.

Neste ponto retiram -se todas as plantas, cortes, *renders* bem como se interage a arquitetura com o projeto estrutural.

b) BIM 4D – Planeamento construtivo

Nesta fase, é recolhida toda a informação necessária para o planeamento das fases construtivas bem como é feita a gestão de todas as especialidades a intervir. Esta informação é obtida através da introdução da dimensão temporal ao modelo, fornecendo todos os elementos gráficos que em conjunto com o cronograma de obra permite acompanhar o avanço físico da construção/reabilitação como também possíveis conflitos que possam ocorrer.

c) BIM 5D – Planeamento Financeiro

Após a aplicação das “camadas” 3D e 4D, obtém-se um modelo composto por elementos que são quantificáveis em espaço e tempo, permitindo assim atribuir um custo à conceção destes. Assim, cada elemento dimensionado possui um vínculo ao custo dos materiais, mão-de-obra, custos diretos e indiretos, permitindo que qualquer alteração da dimensão espacial ou temporal deste atualize o orçamento final, o que representa uma vantagem ao nível de análise de diferentes soluções com o objetivo de economizar no preço final.

d) BIM 6D – Sustentabilidade

Atualmente, o estudo de processos e soluções que garantam a sustentabilidade do edifício com o cumprimento de parâmetros energéticos exigidos, tem ganho um papel importante na indústria AECO, ponto que é possível analisar na dimensão 6D.

e) BIM 7D – Manutenção

No final da construção do edifício, o dono de obra possui um modelo digital completo e rico em informação relativa a todos os elementos constituintes do edifício, permitindo uma gestão da qualidade e funcionalidade de todos os sistemas complementares. A informação é adicionada ao modelo durante todas as dimensões acima descritas, portanto esta dimensão, 7D, está presente em todo o ciclo de vida do edifício, com a previsão de todas as operações de manutenção.

Pode -se concluir que os edifícios são modelados através de objetos interligados por via de relações paramétricas. Para além da definição da geometria e dos materiais, os modelos BIM envolvem diversas especialidades durante todo o ciclo de vida do edifício. Geralmente, cada uma dessas especialidades utiliza as suas próprias ferramentas e procedimentos, de acordo com a sua forma particular de trabalhar. Desta forma, para que o fluxo de informação entre especialidades seja possível, é necessário existir interoperabilidade (Eastman et al., 2011).

2.3.4. Comunicação e Integração

Ao nível dos processos colaborativos entre os diferentes intervenientes no projeto, a metodologia BIM diverge das metodologias atuais, pois nestas, o projeto colaborativo tem como base o modelo cascata (Figura 2.17) que torna todo o fluxo de trabalho faseado e fragmentado.

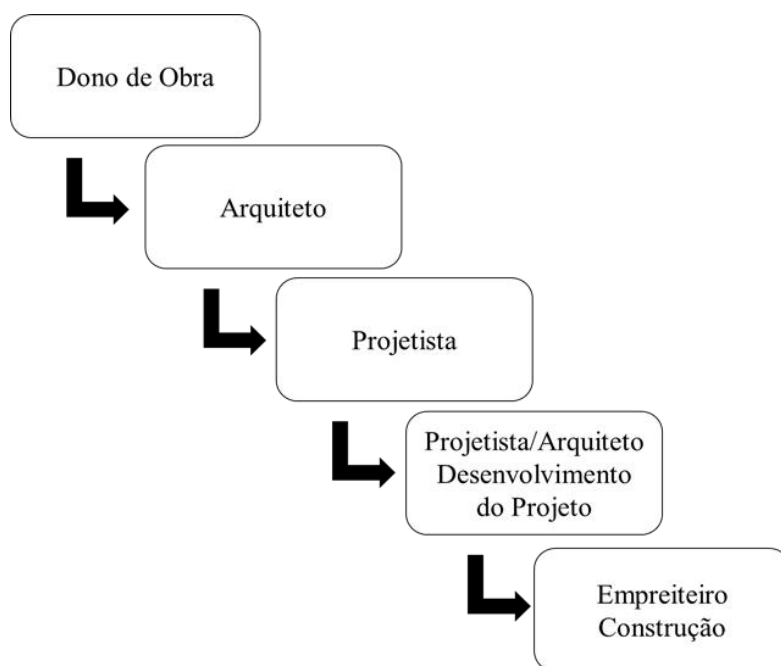


Figura 2.17 - Modelo Cascata. (Adaptado de Thomassen, M., 2009)

O processo colaborativo da metodologia BIM desenvolve-se sobre o mesmo modelo, o que permite um fluxo de trabalho cíclico (Figura 2.18), integrando todos os intervenientes nos vários processos de execução do projeto, como também, durante a construção do mesmo.

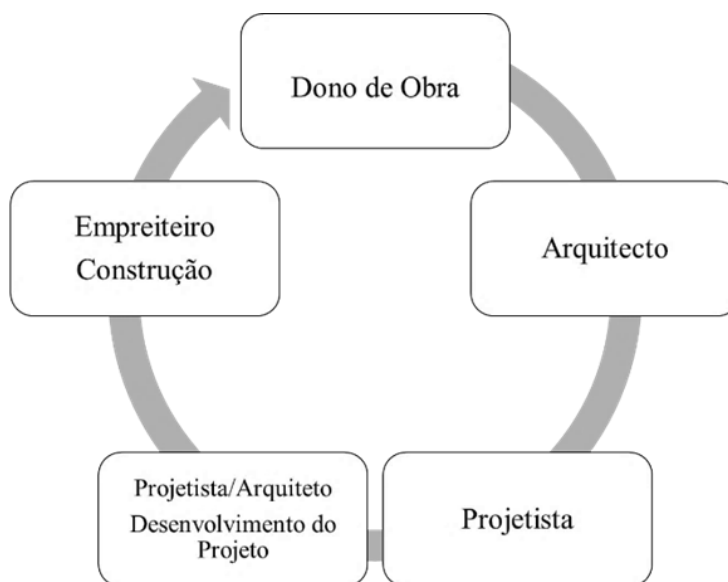


Figura 2.18 - Modelo colaborativo BIM (Adaptado de Thomassen, M., 2009)

Como este processo colaborativo integra diferentes intervenientes, cada um com uma maturidade diferente na implementação do BIM, existe a necessidade de normalização da informação partilhada como também uma “linguagem” comum entre os colaboradores (Crespo e Ruschel 2007).

Interoperabilidade

Como referido anteriormente, o processo de comunicação e de troca de informação entre os diversos intervenientes na atual atividade de construção tem vindo a ter como base vários canais, havendo perdas ou até repetição de informação.

A metodologia BIM permite centrar um volume significativo de informação relativa ao ciclo de vida do edifício, num único modelo que pode ser partilhado pelos diversos intervenientes. A partilha deste modelo permite que todos trabalhem na mesma plataforma (Figura 2.19), minimizando, assim os erros e omissões provenientes da falta de informação ou por falha de interpretação da mesma (Monteiro e Martins 2011).

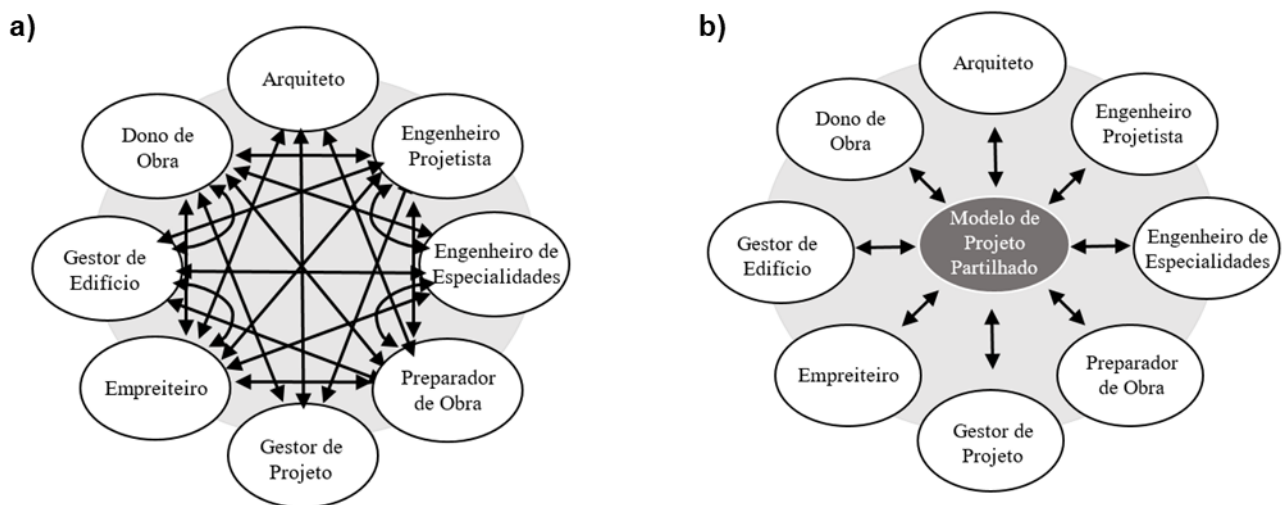


Figura 2.19 - Troca de informação entre os vários intervenientes num projeto; **a)** Metodologia tradicional; **b)** Metodologia BIM

Pode -se definir interoperabilidade como a implementação e gestão de relações colaborativas entre os diferentes participantes no projeto. Ao nível de *software*, o termo descreve a capacidade de diferentes programas trocarem dados entre si adequadamente. A falta de interoperabilidade pode estar relacionada com a diferença nos formatos, nos protocolos, nas rotinas ou, ainda, com a diferente linguagem de programação (Monteiro e Martins, 2011). Muitos fornecedores de *softwares* temem a interoperabilidade, vendo-a como um risco por esta permitir que os utilizadores migrem facilmente para um sistema concorrente.

Atualmente, ainda não é possível identificar uma preferência clara dos utilizadores a nível de aplicação BIM, logo, os problemas de interoperabilidade subsistem. Nos últimos tempos, várias iniciativas surgiram para responder aos problemas de interoperabilidade, sobretudo através da criação de formatos universais para classificação e organização dos elementos da construção. Contudo, e no que à interoperabilidade diz respeito, um formato, mais do que todos os outros, tem sobressaído consideravelmente – o modelo IFC (Andrade e Ruschel 2009).

O IFC, *Industry Foundation Classes*, é um formato neutro e aberto de armazenamento de dados desenvolvido pela *buildingSMART*, que permite a troca de informação entre diferentes *softwares* utilizados

pelos vários intervenientes de um projeto. O formato IFC foi registado pela ISO (*International Organization for Standardization*) como ISO/PAS16739, encontrando-se em processo de se tornar um formato internacional ISO/IS16739:2013. A primeira normalização do formato IFC foi lançada em 1997 e, desde então, tem sido alvo de sucessivas melhorias com o lançamento de várias versões (Corrêa e Santos 2013).

Níveis de Maturidade

Na implementação do BIM, o setor AECO terá um incentivo para maior transparência onde os lucros das empresas irão aumentar, impulsionando positivamente a reputação do setor. Os donos de obra terão de reconsiderar novos modelos contratuais e métodos de trabalho.

A metodologia BIM requer um investimento conjunto das diversas áreas da indústria AECO, sendo que as potencialidades do BIM são obtidas quando o projeto “nasce” como BIM e todas as restantes especialidades são projetadas igualmente em BIM. Com este facto, surge um obstáculo à implementação da metodologia. Quando alguma entidade envolvida no projeto não utiliza BIM irá implicar uma elevada oposição à capacidade de interoperabilidade, podendo tornar a elaboração do projeto mais moroso e/ou caro comparativamente ao tradicional CAD. A capacidade de interoperabilidade é permitida pelo formato IFC, sendo outro obstáculo à adoção do BIM.

Existe em alguns casos uma considerável perda de informação na importação de um modelo BIM para o formato IFC, delimitando a capacidade de comunicação entre modelos BIM de aplicações informáticas de distintas empresas. Isto compõe um obstáculo, contudo, um projeto poderá passar por distintos gabinetes e por várias especialidades, e conseqüentemente estes usarem aplicações informáticas diferentes, originando ineficácia na relação de interoperabilidade que afetará o custo, o tempo e qualidade do projeto final obtido. Durante os primeiros tempos de utilização, para que o BIM tenha uma elevada produtividade, terá que haver um forte investimento em programas informáticos e na formação de pessoal. Porém o investimento poderá representar um risco económico para as empresas. Todavia, a exploração e utilização desta metodologia poderá ser um benefício no mercado atual (Lino, J. et al., 2012).

A sofisticação dos projetos tem sido também um fator de escolha na prática do BIM. Em projetos de menor complexidade, particularmente em projetos de pequenas habitações, o BIM é ainda pouco utilizado, o que origina uma reduzida ocorrência de problemas, designadamente ao nível de conflitos entre projetos de especialidades. Acrescentando a este fator, o facto dos riscos intrínsecos ao investimento em BIM serem ainda maiores para empresas com inferior poder económico, que em regra se dedicam a estes projetos de menor complexidade. No mercado de trabalho a metodologia BIM encontra-se a dar os primeiros passos, esperando-se que haja uma elevada alteração dos métodos de trabalho nos próximos anos, estimulada pelo progresso da implementação do conceito BIM e pela otimização das aplicações informáticas que o suportam.

A implementação do BIM num país ou numa empresa é medido por níveis. O governo do Reino Unido foi um dos primeiros a definir uma estratégia de implementação de BIM (Figura 2.20) (Eadie, R. et al., 2013):

1. Nível 0

Metodologia tradicional, sem qualquer sistema de informação, recorrendo a um formato CAD 2D em papel ou formato eletrónico como principal sistema de troca de informação.

2. Nível 1

Metodologia tradicional CAD 3D com uma ferramenta de colaboração, criando deste modo um ambiente de troca de dados e informação entre alguns intervenientes.

3. Nível 2

Metodologia BIM 3D, onde o ambiente colaborativo é estruturado nas diferentes especialidades que constituem o projeto, com modelos parciais (BIM *models*) apoiados por ferramentas que permitem interligar os dados de cada modelo BIM. Pode incluir aplicações com a dimensão 4D e 5D.

4. Nível 3

Modelo único e totalmente integrado. Este sistema é gerido através de um servidor colaborativo onde todos os intervenientes trabalham no mesmo modelo.

Atualmente os *softwares* e ferramentas que tem como base a metodologia BIM, não estão preparados para serem usados no nível 3 de implementação.

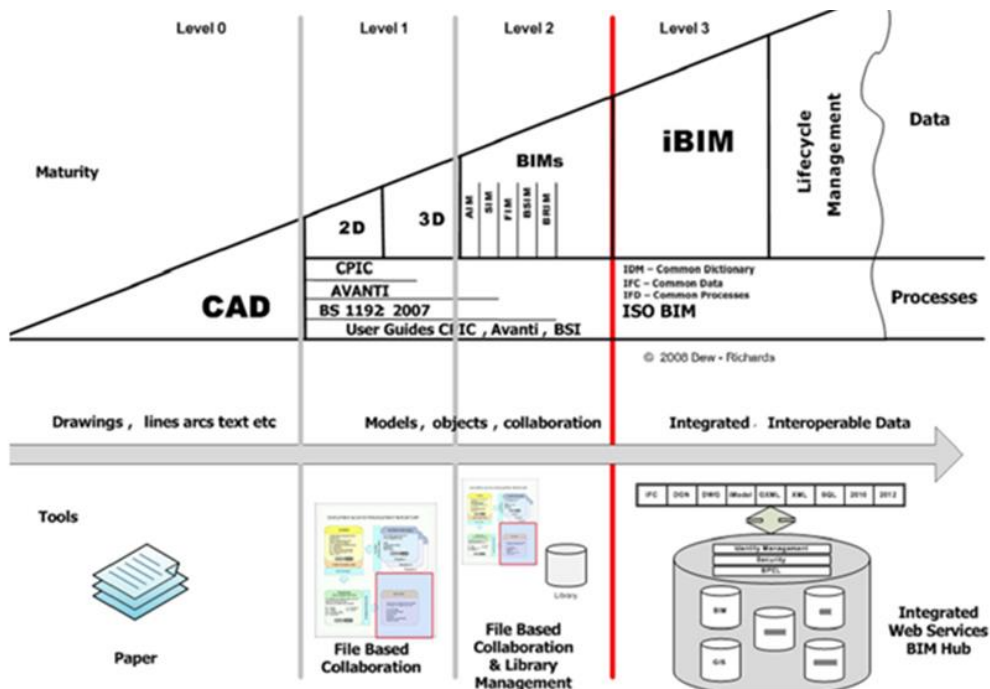


Figura 2.20 - Níveis de maturidade: exemplo do Reino Unido. (Adaptado de Eadie, R. et al., 2013)

Conforme referido anteriormente, a metodologia apoia -se num ambiente colaborativo entre os vários intervenientes no projeto, sendo notória a relação entre o grau de maturidade de implementação desta

metodologia, com o trabalho colaborativo ao longo do ciclo de vida de um edifício, verificando -se num nível zero de implementação um modelo faseado (modelo cascata) e no último nível, uma integração total de todos os atores e fases do ciclo de vida (Figura 2.21) (Succar, B., 2009).

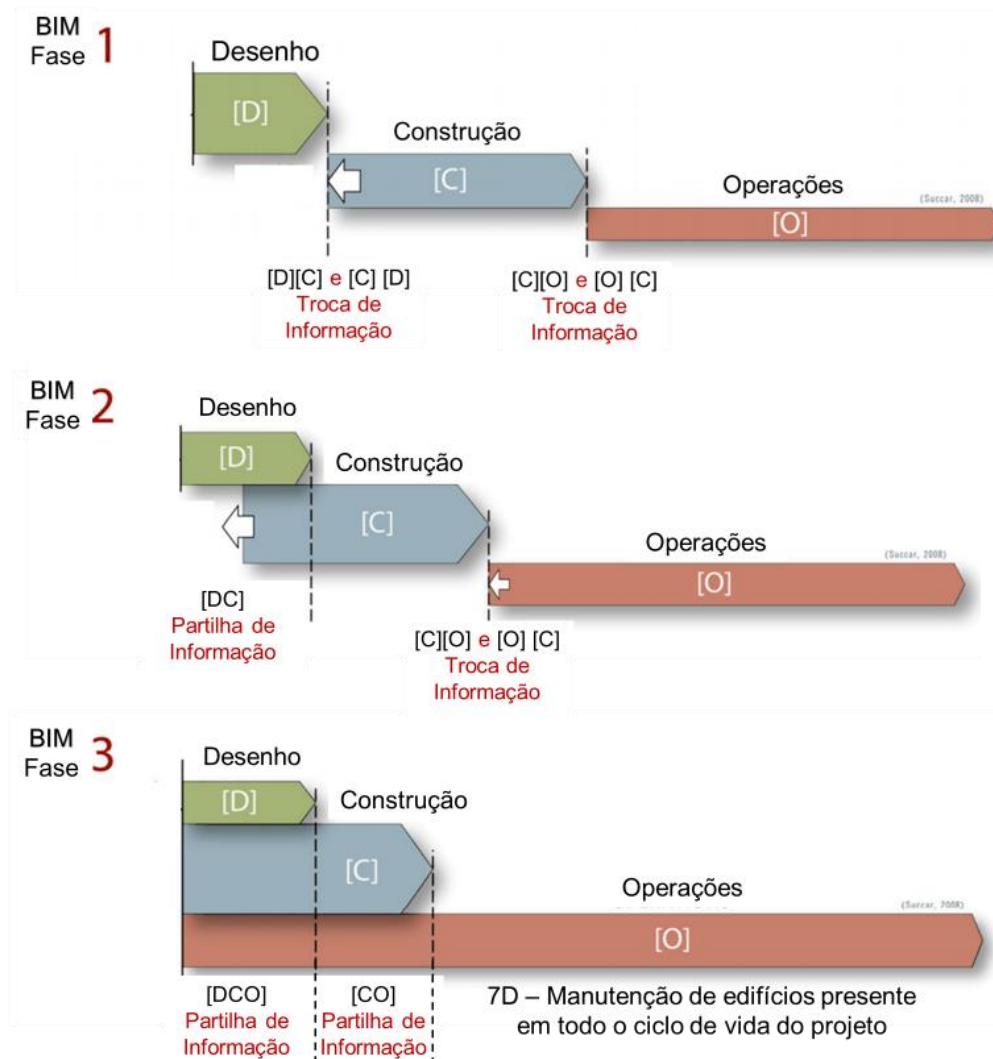


Figura 2.21 - Evolução do nível de maturidade e do processo colaborativo. (Adaptado de Succar, B., 2009)

Normalização

A adoção do BIM está a expandir-se um pouco por todo o mundo, sendo a procura de maior qualidade pelo menor custo possível, o principal fator para este fenómeno (Shaikh, A. et al., 2016). Verifica -se que nos países mais industrializados, a informação sobre as vantagens das tecnologias e processos BIM, têm vindo a aumentar o grau de implementação (Figura 2.22).

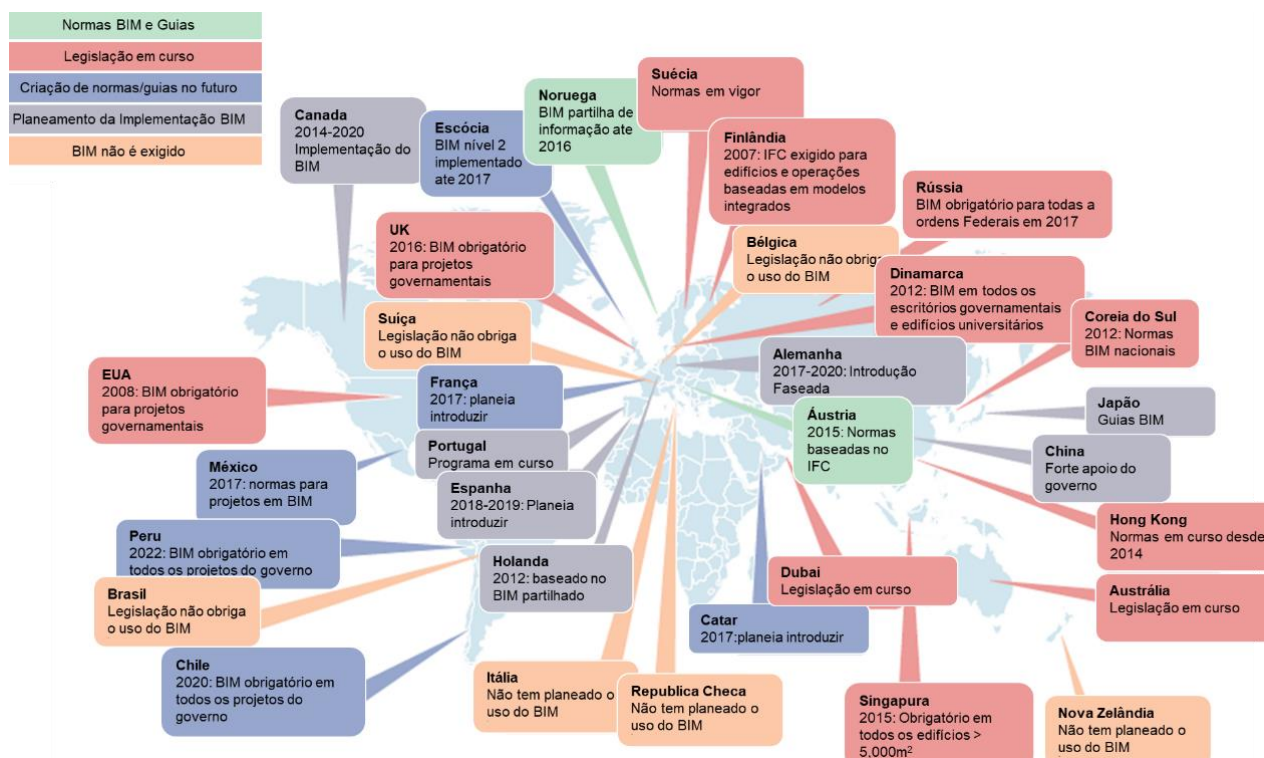


Figura 2.22 - Implementação do BIM no mundo. (Adaptado de *Global BIM Study Lessons for Ireland's BIM Programme*, 2017)

Um dos obstáculos à aceitação da metodologia BIM tem sido o tamanho da indústria. Comparando os EUA e a Finlândia, o país do norte da Europa, tem atualmente uma indústria construtiva de dimensão inferior, mas em sentido oposto apresenta um nível de implementação do BIM mais avançado, utilizando-o em projetos de pequena e grande escala. Existe, no entanto, uma tendência do BIM ser utilizado preferencialmente em projetos de grande escala (Jung e Lee 2015).

Para promover a adoção generalizada do BIM nas empresas do setor AECO, o papel desempenhado pelo governo de cada país é fundamental. Uns optam por alterações da lei, como é o caso de Singapura, e dos EUA, outros decidem criar orientações e diretivas, como a Finlândia e a Noruega. Muitos países utilizam o formato IFC, como é o caso da China e da Dinamarca e outros tantos aplicam limites máximos relativamente ao custo do empreendimento a partir dos quais, o projeto terá que ser executado sobre plataforma BIM, como é o caso da Holanda e da Finlândia. Existem mesmo governos a implementar o BIM com o objetivo de reduzir emissões de carbono, como é o caso do Reino Unido. Todos estes países têm como objetivo comum a forte aposta na Investigação e Desenvolvimento (I&D) do BIM como base para as suas estratégias de crescimento (Smith, 2014).

A *American Institute of Architects* (AIA) reuniu numa tabela a maioria das iniciativas implementadas em todo o mundo com o objetivo de apresentar normas ou diretrizes para o uso de BIM. A Tabela 2.2 é uma adaptação dessa tabela, onde se encontram listados os países e as organizações que têm feito um esforço para regulamentar os processos de modelação.

Tabela 2.2 - Normas BIM adotadas por país (adaptado AIA)

País	Organização	Norma/Diretriz/Requisito	Data de Publicação
Austrália	NATSPEC	<i>NATSPEC National BIM Guide</i>	19/Set/2011
		<i>NATSPEC BIM Object/Element Matrix</i>	
Dinamarca	Erhvervsstyrelsen (National Agency for Enterprise and Construction)	<i>Det Digitale Byggeri (Digital Construction)</i>	01/Jan/2007
Finlândia	BuildingSmart Finland	<i>Common BIM Requirement 2012 (COBIM)</i>	27/Mar/2012
Reino Unido	AEC (UK)	<i>AEC (UK) BIM Protocols</i>	07/Set/2012
Noruega	Statsbygg	<i>Statbygg Building Information Modelling Manual</i>	24/Nov/2011
Singapura	Building and Construction Authority	<i>Singapore BIM guide</i>	15/Mai/2012
	CORENET e-submission System (ESS)	<i>CORENET BIM e-submission Guidelines</i>	25/Jan/2010
Estados Unidos da América	National Institute of Building Science (NIBS) – buildingSMART alliance (bSa)	<i>National BIM Standard (NBIMS)</i>	04/Mai/2012
	American Institute of Architects (AIA) Contract Documents	<i>E202-2008 BIM Protocol Exhibit</i>	2008
	New York City Department of Design + Construction	<i>BIM Guidelines</i>	01/Jul/2012
	United States Department of Veterans Affairs (VA)	<i>The VA BIM Guide</i>	02/Abr/2010
	Indiana University Architect's Office and Engineering Services	<i>IU BIM Guidelines & Standards for Architects, Engineers and Contractors</i>	02/Jul/2012
	BuildLACCD (Los Angeles Community College District)	<i>LACCD BIM Standard</i>	02/Jun/2010
	United States General Services Administration (GSA)	<i>National 3D-4D Building Information Modelling Program</i>	15/Mai/2007

2.4. BIM na Reabilitação

2.4.1. Enquadramento

Os processos BIM já estão estabelecidos e com metodologias bem definidas ao nível da gestão do modelo de um projeto de construção nova, enquanto a maioria dos edifícios existentes não são mantidos, renovados ou reabilitados usando BIM. O uso da metodologia BIM está associado ao planeamento do projeto, análises de custo da construção ou análises energéticas e entregas de projeto do edifício e das estruturas construídas, verificando -se atualmente uma maior procura de adaptar estas ferramentas nas fases iniciais do ciclo de vida de um edifício existente (Volk, R. et al., 2014).

Em projetos de reabilitação, a modelação deixa de ser sobre elementos novos, e passa a ser a criação de *“as-built” models*, ou seja, modelo do edifício existente com todas as informações e características associadas ao estado inicial de construção. A este modelo associam-se todas as fases de manutenção, remodelação ou demolições.

Os principais desafios da implementação do BIM em edifícios existentes são relativos à modelação dos elementos singulares que o constituem, obrigando a um esforço laboral na modelação da informação capturada em objetos BIM e a constante necessidade de atualizar essa informação (Penttila, H. et al., 2007; Volk, R. et al., 2014). Cada projeto de reabilitação é único e apresenta problemas e dificuldades individuais quer no seu projeto de modelação, demolição ou reconstrução, aspetos onde o BIM se torna vantajoso ao ser possível monitorizar todas as incompatibilidades que aconteçam e prever eventuais obstáculos.

Outros benefícios de aplicação do BIM em projetos deste tipo são ao nível do próprio modelo criado e a sua visualização, estimativa de quantidades e custos e otimização dos recursos humanos e equipamentos e garantir uma construção mais sustentável com a diminuição de desperdícios.

A implementação do BIM numa construção nova ou num edifício existente difere, pois no segundo caso existe a necessidade de captura e de avaliação do estado atual do edifício.

Segundo alguns autores (Volk, R. et al., 2014), existem 3 casos distintos na criação de um processo BIM, para edifícios novos e existentes (Figura 2.23). No primeiro caso, para edifícios novos o modelo criado denomina -se *“as-planned”* (como planeado), através de um *software* que permite interação entre o projeto e planeamento e que atualiza o modelo *“as-built BIM”*.

No caso 2, o utilizador possui ou um modelo desatualizado ou apenas possui informação relativa ao edifício existente, que carece de atualização do preexistente. No último caso, referente também a edifícios existentes, não existe qualquer informação referente ao projeto inicial e ao edifício atual, sendo necessário recorrer a um levantamento de dados *“points-to-BIM”*.

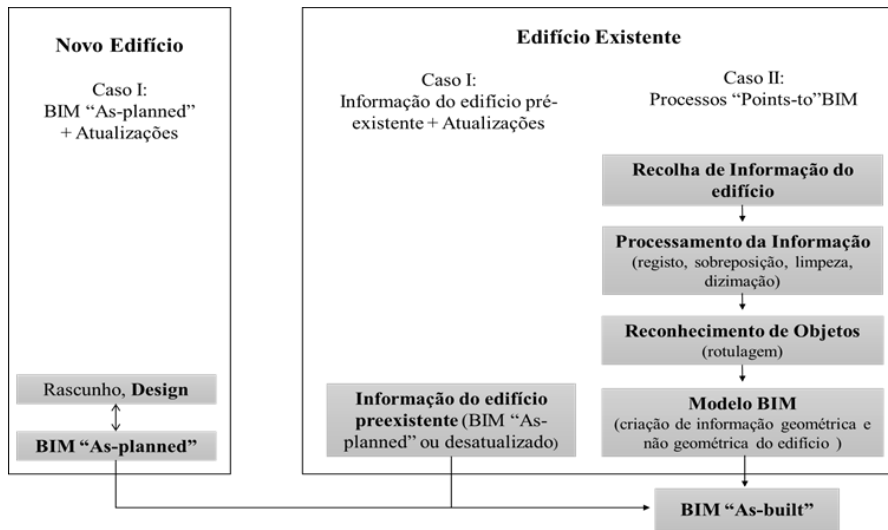


Figura 2.23 - Criação do modelo BIM (Adaptado de Volk et al., 2014)

2.4.2. Levantamento de Informação

Nos edifícios existentes, o acesso à informação relativa à sua construção e aos processos usados durante o ciclo de vida tais como ações de manutenção ou reabilitação, são geralmente raras ou nulas. Em projetos de reabilitação, é necessário realizar um levantamento de todos os dados que sejam possíveis de obter do atual estado do edifício. Independentemente da técnica que se irá usar para o levantamento de dados, uma visita ao local é fundamental como primeiro passo, de modo que o observador obtenha as perspetivas e dimensões do espaço o que irá facilitar a interpretação dos dados obtidos posteriormente.

Após a inspeção visual do espaço, é possível aplicar várias técnicas de levantamento (Figura 2.24), onde se destacam técnicas destrutivas, técnicas não destrutivas (fotogrametria ou videogrametria), técnicas de alcance (*Laser scanner*) e outras técnicas, tais como GPS (*global positioning system*), fotografias e desenhos da preexistência (Volk, R. et al., 2014).

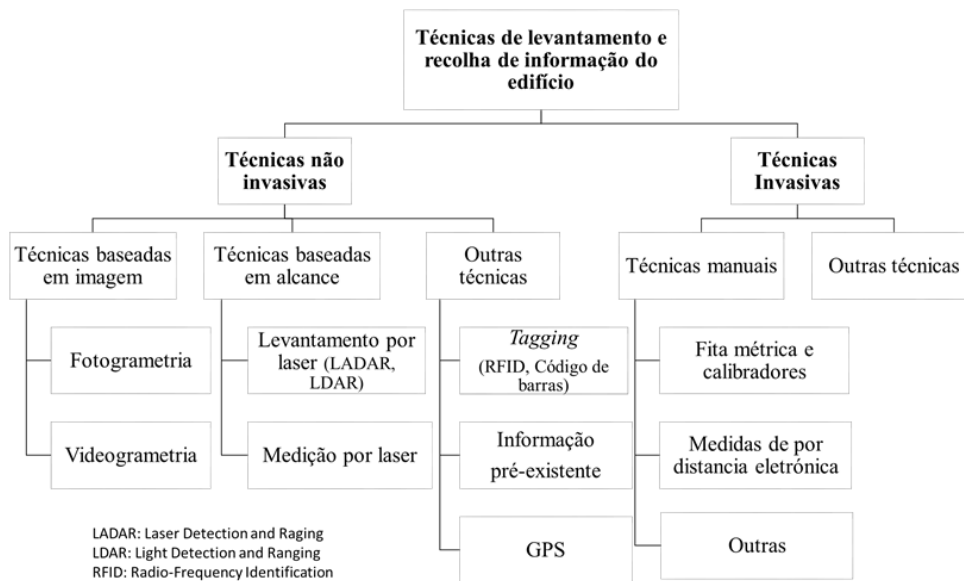


Figura 2.24 - Técnicas de levantamento do existente (Adaptado de Volk et al., 2014)

2.4.3. Levantamento por Laser – *Laser scanner*

Trata-se de uma técnica tem vindo ser adotada em projetos com base BIM, pois é reconhecida como uma tecnologia 3D capaz de medir com uma grande capacidade e precisão o edifício existente. A metodologia BIM, conforme já referido anteriormente, introduz nos projetos de construção e reabilitação bastantes benefícios, contudo, ao ser combinada com o LS 3D, criam -se modelos “*as-built*” (telas finais) ou modelos “*as-is*” (existente) com precisão, flexibilidade de gestão de informação, eficiência o que permite ao utilizador obter projetos de conceção e construção sem utilizar técnicas invasivas (Randall, T., 2013).

O *laser scanner* pode ser utilizado na captura tridimensional das dimensões de uma determinada instalação existente sendo que a correspondente NP resultante pode ser manipulada de forma a criar um “*as-built model*” e facilitar, através da automação, um trabalho que outrora se revelava moroso, subjetivo e propenso a erros. Quando se utiliza o LS é possível capturar informação num curto espaço de tempo. Para o fazer, são necessárias algumas estações posicionadas em locais estratégicos para que se consiga capturar todo o espaço envolvente através da transmissão de milhões de lasers para as superfícies da divisão e baseado no tempo que demora a incidir na superfície, obtém-se a nuvem de pontos (NP) da divisão em poucos segundos, e informação adicional relativa a coordenadas polares (range - r , azimute - θ e ângulo de elevação - φ) e cartesianas (x , y e z) pode também incluir a intensidade de reflexão e a cor associada a cada coordenada (red - r , green - g , blue - b) (Randall, T., 2013). Alguns equipamentos já vêm com uma câmara fotográfica integrada que permite no final do levantamento de pontos realizar uma fase de captura de imagem que inclui fotografias que servirão para uma futura compreensão da interligação de áreas, assim como para detetar eventuais defeitos que surjam no processo de levantamento. Ao utilizar o LS é possível recolher visualização espacial através de milhões de pontos e aceder a locais inalcançáveis ao contrário do levantamento tradicional que apenas se obtém simples medições e alguns apontamentos. O 3D LS e o BIM oferecem novas possibilidades de captura, *mapping* e análise de informação de edifícios (Mahdjoubi, L. et al., 2013).

Aplicações *Laser scanner*

Existem diversas áreas em que o BIM e o LS podem ser úteis tais como: desempenho energético de edifícios, estudos de estado, medições, características dos materiais, cumprimento de regulamentos por parte do edifício, inventário de instalações, monitorização do estado de conservação de estruturas e principalmente em fases de inspeção, armazenamento de informação e fase de recuperação (Mahdjoubi, L. et al., 2012). As aplicações do LS são inúmeras, segundo a empresa Leica, como é o caso da:

1. Arquitetura, em que cria documentação 2D e 3D precisa, modelo BIM de onde se pode fazer desde a colaboração de contratos, estudos energéticos, até monitorizar estruturas ao longo do tempo e executar pré-fabricações;
2. Construção, onde é monitorizado todo o faseamento da obra e criada toda a documentação 2D e 3D com base nesse progresso o que facilita todas as mudanças e *Revitalizações* efetuadas;

3. Engenharia, em que tira partido da rápida digitalização das estruturas à distância que possibilita a recolha medições de deformações para futura análise de reforço;
4. Património histórico, através dos modelos 3D gerados com informação detalhada, que quando capturada, permite documentar as condições em que se encontra a construção e os seus danos existentes, formando uma base mais precisa num futuro projeto de restauração, e para além disso, serve ainda para realizar uma monitorização preventiva de forma contínua durante toda a vida da construção;
5. Topografia, na criação de mapas topográficos que permitem medir distâncias, áreas e volumes e detetar deficiências de construção como deformações em pontes, para além disso, o levantamento virtual é automatizado com a visualização tridimensional que também permite gerar documentação 2D precisa como elevações e perfis de seções;

Condicionantes e vantagens

Apesar desta abordagem apresentar várias vantagens comparando com as técnicas convencionais baseadas em medições, sem um planeamento rigoroso e visitas prévias ao espaço, pode se tornar um trabalho demoroso e suscetível a imperfeições. Isto acontece porque quando se realiza um levantamento do existente as superfícies por vezes estão obstruídas com objetos o que impede a leitura correta de determinados elementos tornando um espaço que poderia vir a ser simples em algo complexo de modelar, este tipo de objeto que não é necessário ser incluído no modelo é denominado de “*clutter*” (desordem do espaço). Outra desvantagem é o facto de por vezes o acesso à cobertura ou a determinadas zonas não ser possível o que resulta uma ausência de informação e que se traduz como uma “sombra” na NP (Tang P. et al., 2010).

Ao contrário do levantamento utilizando métodos convencionais que requerem trabalho e tempo intensivos, o levantamento com a aplicação do 3D LS consegue ser mais apropriado na captura de maior informação sobre estruturas existentes especialmente em locais inacessíveis. O grande benefício da utilização desta tecnologia reflete-se na captura de detalhe com alta definição ao ponto de incluir características de texturas dos materiais (Mahdjoubi, L. et al., 2013). A tecnologia pode fornecer avaliações independentes e mais precisas da evolução das fendas e as suas implicações na segurança da estrutura do edifício. Um “*as-built BIM project*” de uma obra de reconstrução consegue fornecer vários tipos de informação que completam o levantamento como as NP, ou então outro tipo de análise primitiva que possa eventualmente existir como o caso de modelos ou desenhos do “*as-built*” ou “*as-designed*”. Toda a informação que é possível recolher é bastante útil na medida em que complementa ou serve de apoio ao modelo BIM. O resultado esperado deste processo pode variar dependendo do nível de detalhe, tipos de objetos e nível de semântica que se pretenda que o modelo tenha. Em algumas aplicações como “*spatial program validation*” (validação espacial) apenas é de interesse os componentes “principais” de um edifício, ou seja, o toco do edifício como as paredes e pilares. Por vezes a informação de um determinado ponto é baseado na média retirada de várias leituras, o que, se o instrumento estiver bem calibrado fornece a verdadeira medida do ponto (GSA, 2009).

Capítulo 3

Caso de estudo

3.1. Enquadramento do caso de Estudo

Para a realização da presente dissertação, e de forma a aplicar a metodologia BIM num caso de estudo de reabilitação funcional, foi disponibilizado pela empresa Sonae Sierra, com a qual o LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil) tem um protocolo de cooperação, um projeto de reabilitação de um espaço comercial, localizado no CascaisShopping.

Este centro comercial, foi inaugurado a 15 de maio de 1991 sendo o primeiro grande shopping regional em Portugal com um número inicial de 165 lojas. Em termos de localização geográfica, o CascaisShopping situa -se a 30 km de Lisboa, em Alcabideche, concelho de Cascais sendo servido por várias redes viárias, das quais se destaca a A5 e A16 (Figura 3.1).

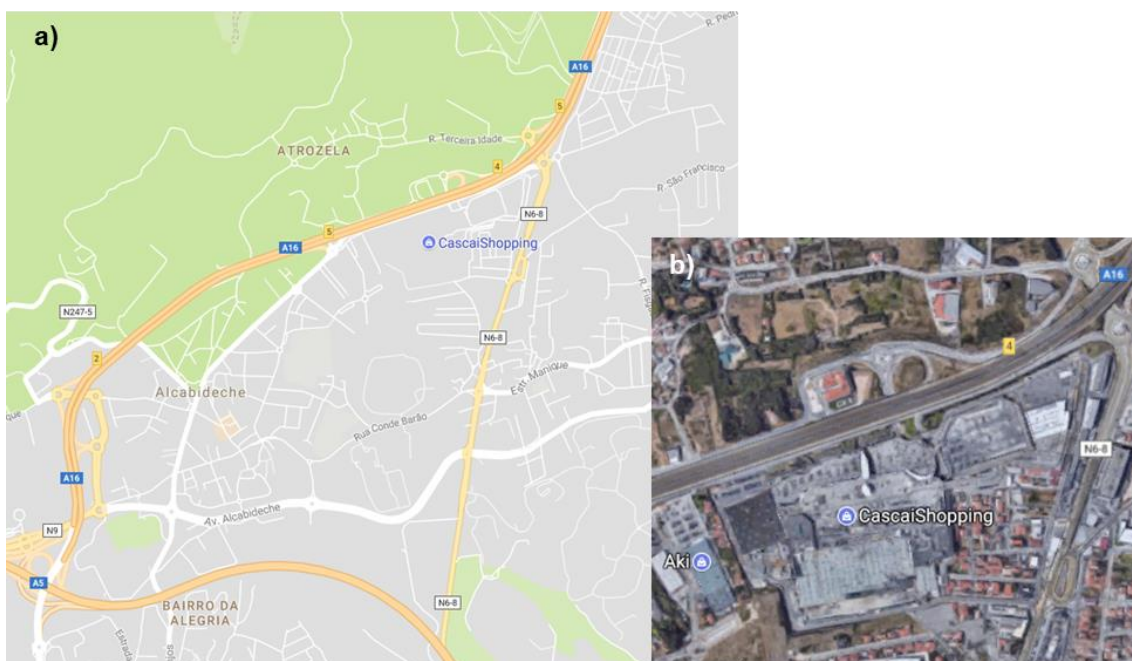


Figura 3.1 – Localização CascaisShopping: **a)** Localização do CascaisShopping e redes viárias **b)** Fotografia aérea do CascaisShopping (Google maps)

Este espaço, o primeiro a ser desenvolvido de raiz pela Sonae Sierra, foi sofrendo ao longo dos anos diversas obras de expansão, com destaque para o ano de 2003, onde foram realizadas obras de melhoria de acesso ao espaço bem como a expansão do mesmo de modo a acolher mais 40 lojas. Atualmente dispõe de uma área bruta locável superior a 73.000 m² e acolhe 205 lojas, 7 salas de cinema, 36 restaurantes e um estacionamento com lotação para 4 mil lugares de estacionamento. A última obra de reabilitação que o centro comercial recebeu, foi a renovação de toda a área da restauração com uma área de 2.800 m² e com capacidade para 900 lugares sentados.

Atendendo a fatores diversos como a localização geográfica, facilidade de acessos e oferta de lojas, este centro comercial continua a ser atrativo à população de Cascais, bem como às pessoas de concelhos vizinhos, razão pela qual a empresa gestora do espaço, Sonae Sierra, procura através de ações de expansão e reabilitação do espaço, melhorar as condições de conforto para os utilizadores bem como oferecer novos serviços comerciais e culturais.

No sentido desta estratégia, a Sonae Sierra, em conjunto com a empresa que explora as salas de cinema, pretendem adicionar ao centro comercial, uma sala de cinema IMAX (*Image Maximum*), oferecendo aos seus utilizadores uma nova experiência na visualização de filmes com recurso às novas tecnologias 3D.

O espaço escolhido para receber esta nova sala de cinema, é um armazém de mercadorias da superfície comercial Continente (Figura 3.2).

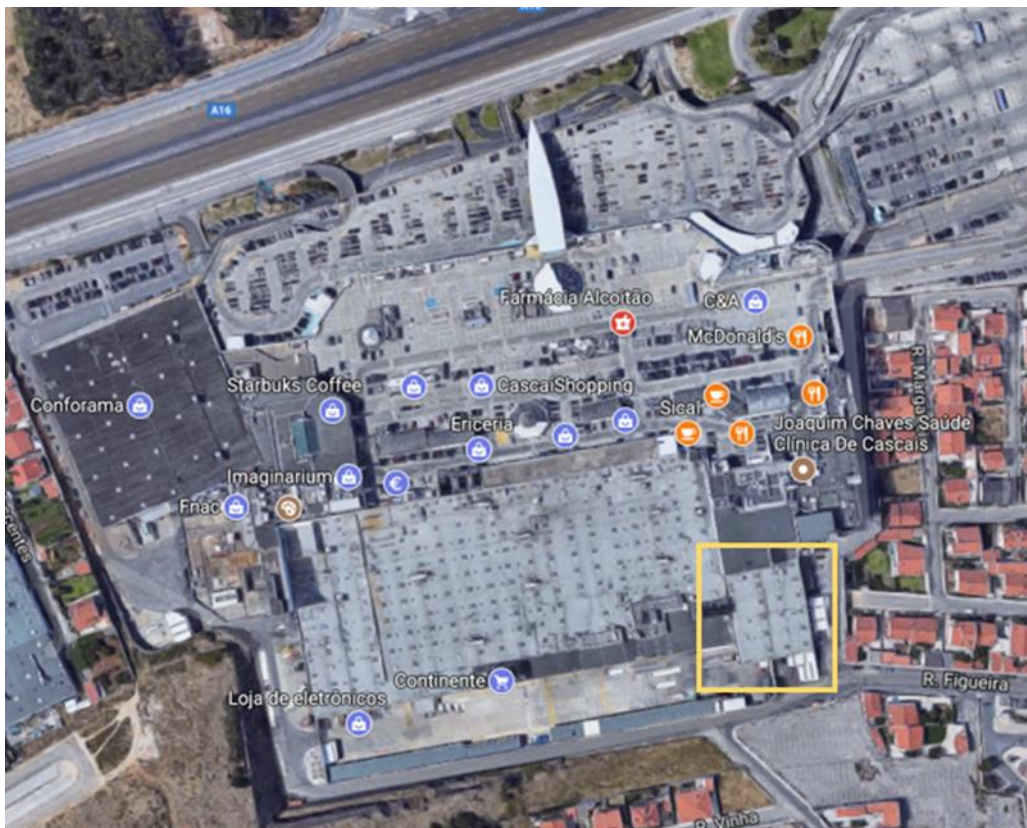


Figura 3.2 - Localização do armazém a intervir no CascaisShopping

A nova sala IMAX a construir em parte na área atualmente ocupada pelo atual armazém de mercadorias, terá uma área de implantação de 697,15m² e uma lotação de 400 lugares sentados, mais 8 lugares para pessoas com mobilidade condicionada. Uma das principais características dos cinemas IMAX é a instalação de um ecrã curvo e de grandes dimensões, sendo que para este espaço, o ecrã terá uma altura de 12 metros e um raio de curvatura de 30 metros, que corresponde a 20,85 metros de largura.

O espaço existente sofrerá alterações ao nível da estrutura, com a introdução de uma estrutura metálica de suporte à bancada e à nova cobertura da sala e com o reforço da estrutura do piso 1, que irá receber o projetor e todo o equipamento complementar. Relativamente aos trabalhos de construção civil, a alteração da função de armazém para sala de cinema obriga a demolições das paredes exteriores e da cobertura existente. De modo a cumprir com as dimensões do ecrã, o pé-direito da nova estrutura será de 15 metros ficando a cobertura nova a uma cota de 149,05 m, respeitando a cêrcea do edifício existente, pois esta é inferior à cota existente máxima de 154,80 m.

Em termos de comprimento e largura, este espaço é limitado pela zona exterior de acessos ao centro comercial, e no interior pelo armazém de mercadorias do Continente, que continuará ativo. De forma a respeitar a lotação do novo cinema e as medidas exigidas para o ecrã, as paredes exteriores serão demolidas, sendo as medidas finais de 22,30 metros de largura e 28.30 metros de comprimento. Na fase de construção nova, serão realizadas novas paredes de alvenaria e cobertura, com isolamento acústico dimensionado de modo a garantir a exigência ao nível do som de uma sala de cinema IMAX. Todos os traçados das redes existentes de AVAC (Aquecimento, Ventilação, Ar condicionado), eletricidade, saneamento e incêndios serão alterados e substituídos por sistemas atualizados que cumpram as exigências funcionais e de segurança. A nova sala será interligada aos cinemas existentes através de um corredor no piso 1, e no final deste, existe atualmente uma área descoberta (8,70 m²). De forma a proteger as pessoas das intempéries, esta área passará a ser coberta, passando a ser considerada área bruta de construção.

Enquadramento legal e urbanístico

O projeto do caso de estudo em análise está enquadrado no regime estatuído pelo artigo 18 do Decreto-Lei nº 555/99, de 16 de dezembro, com a redação atual dada pelo Decreto-Lei nº136/2014 de 9 de Setembro. Este projeto apresenta características de “obra de alteração”, definidas pela alínea d) do artigo 2.º do RJUE, onde por estas se entendem “as obras de que resulte a modificação das características físicas de uma edificação existente...sem aumento da área de construção, da área de implantação ou da altura da fachada”.

3.2. Aplicação Prática e Objetivos

A presente dissertação de mestrado surge com o intuito de demonstrar as vantagens do uso de metodologias BIM, num projeto de reabilitação funcional. Embora a reabilitação de edifícios seja uma opção em detrimento da construção nova, existe pouca informação relativamente a esta temática, principalmente na área da alteração de funções de um edifício.

Com a análise deste caso de estudo, pretende-se reunir um conjunto de instruções para a implementação do BIM em obras de reabilitação, de forma a transmitir ao utilizador, procedimentos para a aplicação do BIM no seu projeto, assim como detalhes relativos ao levantamento e modelação de objetos existentes.

Este conjunto de indicações demonstrará como poderá ser aplicado este conceito desde a fase de levantamento e recolha de dados do existente até à fase de modelação do edifício em formato digital, onde serão definidos os elementos a construir ou a demolir. O caso de estudo irá sustentar esta hipótese, onde será descrita a forma de aplicação da metodologia BIM numa obra de reabilitação, com o objetivo de obter resultados que demonstrem a vantagem do uso desta metodologia, servindo de motivação para o desenvolvimento de outros estudos, como a aplicação em projetos.

Para a realização do estudo de técnicas necessárias para uma obra de reabilitação com auxílio à metodologia BIM recorrer-se-á ao caso de estudo acima descrito, com a aplicação de técnicas de levantamento e de que forma estas podem ser adaptadas na modelação do edifício existente.

Relativamente ao caso de aplicação prática, após todo o conhecimento obtido com o trabalho de campo e toda a experiência adquirida, foi modelado o projeto de reabilitação, com base nos levantamentos do existente e nas plantas fornecidas pela empresa Sonae Sierra, consistindo na modelação dos elementos pertencentes à arquitetura e estrutura. Com o modelo digital do edifício existente, são comparados os diferentes modelos obtidos, e será analisado os dados obtidos pela modelação de elementos a demolir ou a construir e toda a informação que se pode retirar do modelo.

3.3. Levantamento por *Laser scanner*

A aplicação desta técnica de levantamento revela-se uma importante mais-valia em projetos de reabilitação porque permite obter uma nuvem de pontos bastante densa e detalhada, representando de uma forma muito fiável e precisa a estrutura existente, podendo ser utilizada na criação do modelo BIM e na sua verificação. Assim, entendeu-se que a compreensão e aplicação desta técnica seria muito importante no estudo deste caso de reabilitação funcional, sendo possível acompanhar o processo de preparação, coordenação e levantamento do existente, e posteriormente no tratamento e análise dos dados recolhidos.

Metodologia - Trabalho de Campo

Os trabalhos iniciaram-se com uma visita ao local com o objetivo de analisar a arquitetura e a geometria do espaço, de forma a planear a localização de cada estacionamento do equipamento e definir o nível de detalhe desejado no varrimento.

O referido planeamento prévio é essencial na preparação do levantamento com *laser scanner*, pois permite garantir a recolha da informação necessária de forma a planear o trabalho para obter a nuvem de pontos adequada para a execução do modelo com a máxima eficiência possível, no intervalo de tempo mais curto.

A ausência de um planeamento adaptado às características do local pode representar custos acrescidos, bem como a obtenção de uma nuvem de pontos incompleta que não irá permitir cumprir com os requisitos do cliente.

No local, observou-se a presença de bastantes obstáculos, pois como referido anteriormente, o edifício era utilizado como armazém de mercadorias do hipermercado Continente, (Figura 3.3) situação que interfere com a captação das estruturas desejadas.



Figura 3.3 – Armazém de mercadorias da loja Continente

Verificou-se também que, devido à geometria do espaço, não existia ligação direta e contígua entre o armazém e o espaço adjacente às salas de cinema no piso superior, tendo sido por isso necessário planear a união das nuvens de pontos destes 2 espaços distintos através de alvos (pontos de referência) a colocar no exterior, numa zona visível de ambos os locais (Figura 3.4).



Figura 3.4 - Ligação ao piso superior pelo exterior

Tendo em conta as distâncias previstas para os objetos, e a complexidade geométrica dos mesmos, o detalhe definido para todos os varrimentos foi de 3 mm a 10 metros de distância. A escolha do nível de detalhe tem implicação direta na duração da captação da nuvem de pontos e no seu tratamento posterior, em gabinete.

Maiores exigências em termos de captação de área de trabalho e respetivo detalhe, acarretam maiores custos operacionais que devem ser analisados com o cliente. O equipamento utilizado foi o Leica ScanStation P40 (Figura 3.5).

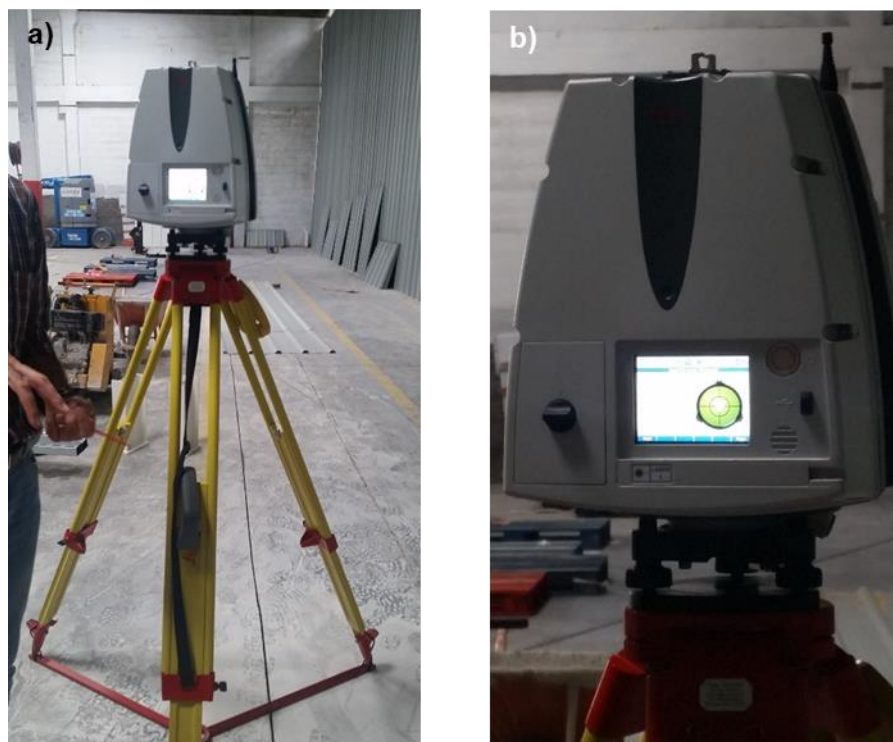


Figura 3.5 - Leica ScanStation P40; **a)** Posicionamento do equipamento apoiado no tripé; **b)** Nivelamento digital do aparelho

Este modelo possui uma velocidade de varrimento de um milhão de pontos/segundo e um erro de posicionamento 3D de 3mm a 50 metros de alcance. Tem também compensador biaxial automático, garantindo, desde que ativo e nivelado aquando do início do varrimento, que todos os pontos são armazenados já corrigidos segundo a vertical do lugar (correção à falta de verticalização).

Antes de se proceder ao varrimento foi definida a área a abranger (Figura 3.6) (delimitada em termos angulares, nas componentes vertical e horizontal) e a resolução desejada. Em função dos parâmetros introduzidos o sistema estima o intervalo de tempo necessário para realizar o varrimento. Para as definições utilizadas neste trabalho (captação da nuvem de pontos de toda a área envolvente (“full dome”) com uma resolução de 3 mm a 10 m de distância), foram estimados 3m50seg, que o sistema cumpriu.



Figura 3.6 - Espaço interior do piso zero

Foi realizado o desenho esquemático da planta dos espaços interior e exterior, identificando a localização aproximada dos locais onde se posicionaram o equipamento e os alvos (Figura 3.7). Este esquema é um método de trabalho recomendado e que permite auxiliar, já em gabinete, nas tarefas de registo, isto é, de união de todas as nuvens de pontos.

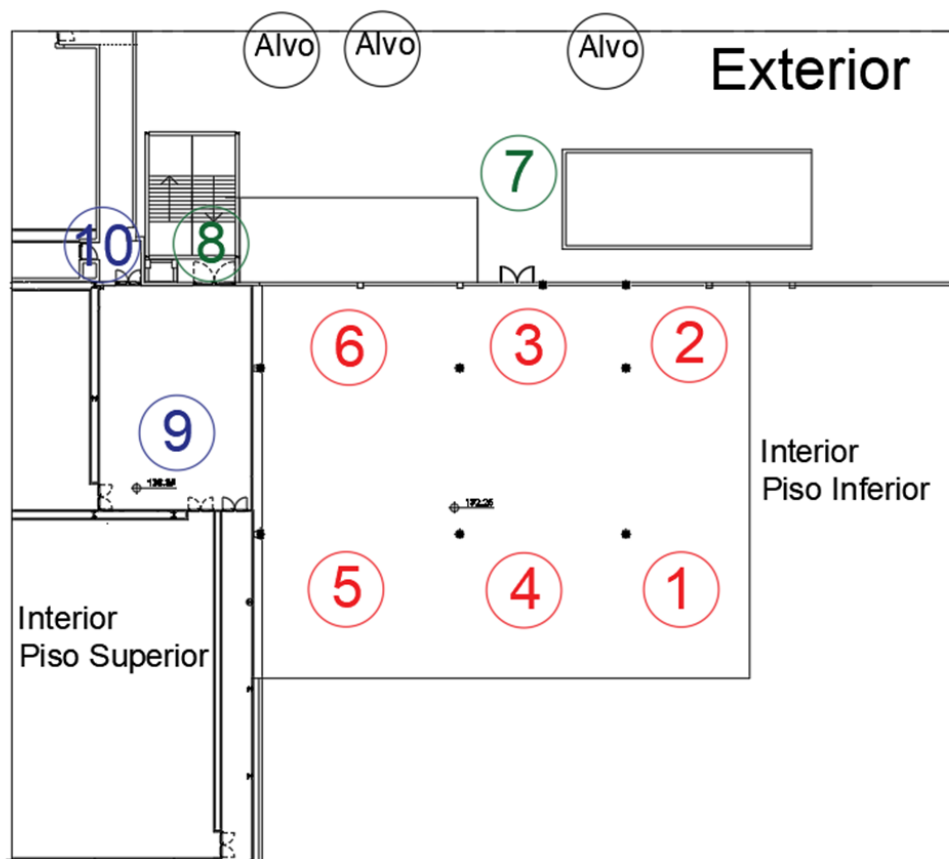


Figura 3.7 - Planta com localização de estacionamentos do equipamento e alvos

O esquema representado na figura 3.5 identifica 3 grupos distintos: i) grupo de levantamento (1 a 6) obtido no interior do armazém do hipermercado Continente, onde foram realizados 6 estacionamentos; ii) grupo

de levantamento para ligação entre o espaço de armazém e o piso superior (7 e 8), com 2 estacionamento no exterior; e iii) grupo de levantamento no interior do piso superior (9 e 10), onde foram realizados 2 estacionamentos.

Para as tarefas de importação, registo, limpeza e segmentação das nuvens de pontos foi utilizado o módulo REGISTER da plataforma de *software* Leica Cyclone. A fase inicial consistiu na criação de um projeto e respetiva importação de todos os elementos obtidos em campo (nuvens de pontos e alvos). Durante a importação todos os alvos foram geometricamente reconhecidos como tal (e não como nuvens de pontos genéricas), pois foram já captados no local sob esta forma, evitando assim o sempre moroso e, por vezes manual, trabalho de reconhecimento deste tipo de elementos em gabinete a partir das nuvens de pontos globais.

Na fase subsequente foi efetuada a tarefa de registo de todas as nuvens de pontos. Esta tarefa foi logo iniciada durante a importação onde o *software* criou automaticamente, através de algoritmos de reconhecimento de zonas comuns entre diferentes estacionamentos, 3 diferentes grupos de nuvens de pontos: grupo 1 com os 6 estacionamentos obtidos no interior do armazém; grupo 2 com os 2 estacionamentos de ligação obtidos no exterior; e grupo 3 com os 3 estacionamentos obtidos no interior do piso superior. A união destes 3 grupos, de forma a constituir apenas uma nuvem de pontos única e global, foi efetuada utilizando uma técnica de união visual que utiliza os 2 estacionamentos de diferentes grupos com maior área em comum (Figura 3.8).

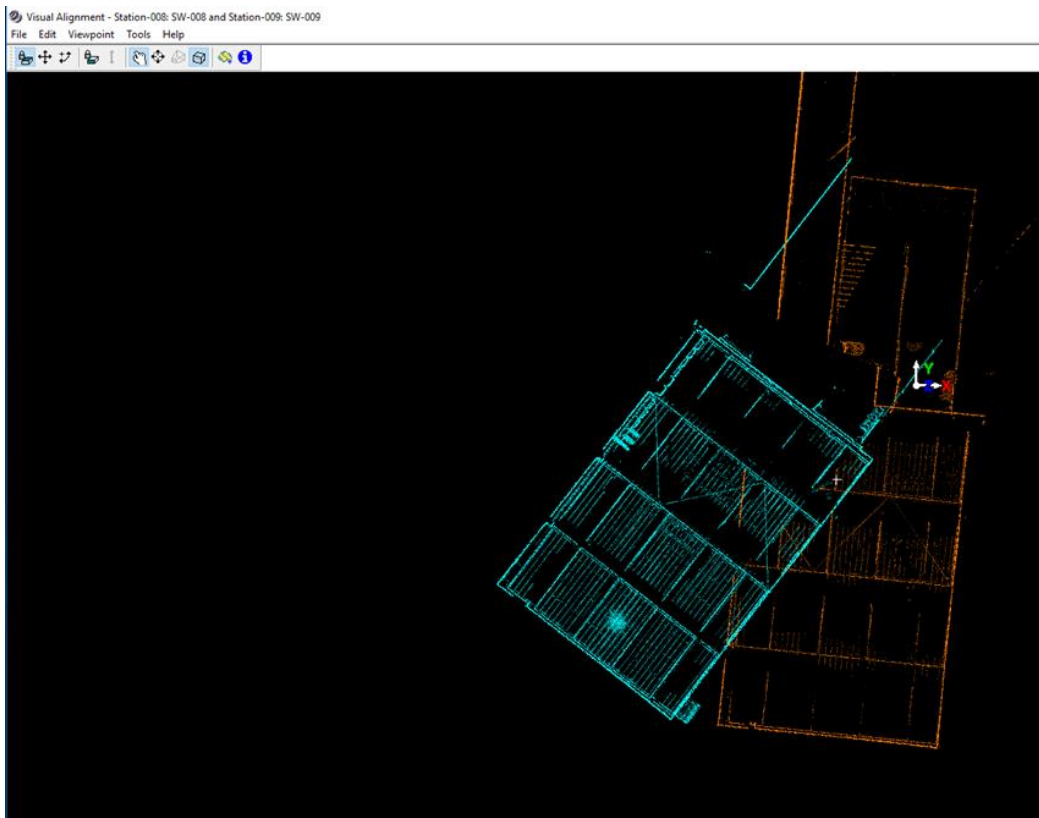
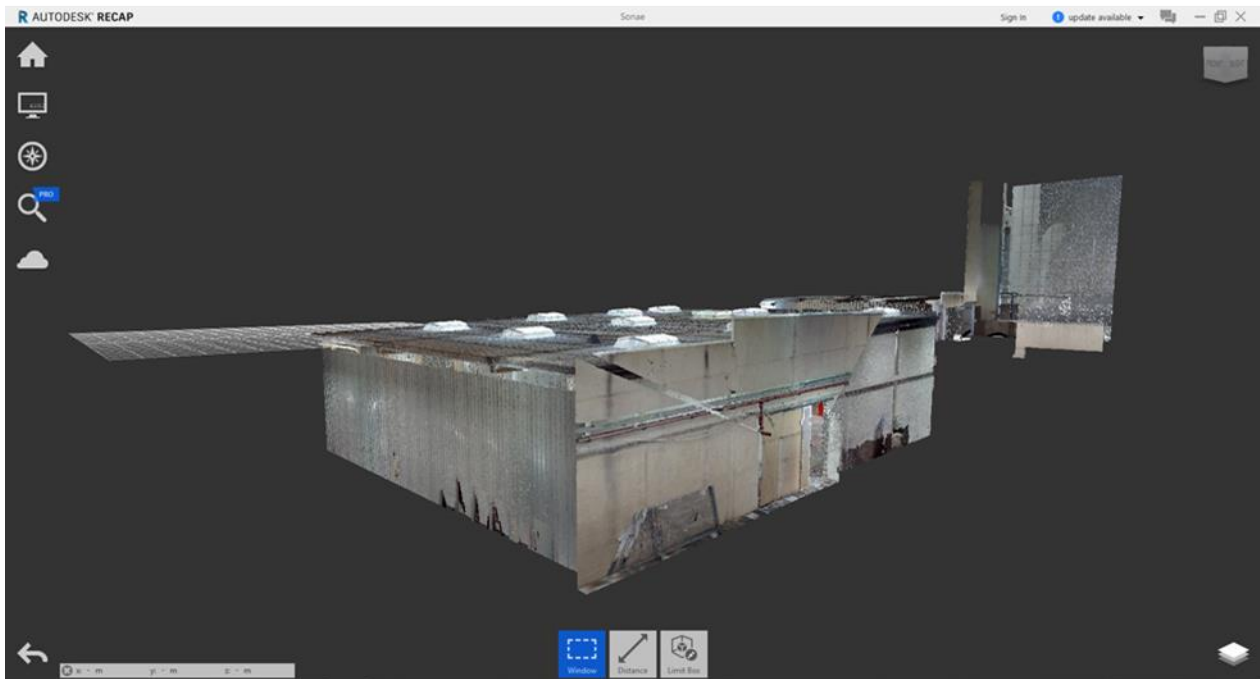


Figura 3.8 - União visual de duas nuvens de pontos

Neste sentido, os grupos 1 e 2 foram unidos utilizando os estacionamentos 3 (do grupo 1) e 7 (do grupo 2), do qual resultou um único grupo intermédio (com os estacionamentos de 1 a 8), e depois foram utilizados os estacionamentos 8 (do grupo intermédio) e 9 (do grupo 3) para formar um grupo único, com a nuvem de pontos global (Figura 3.9)

a)



b)

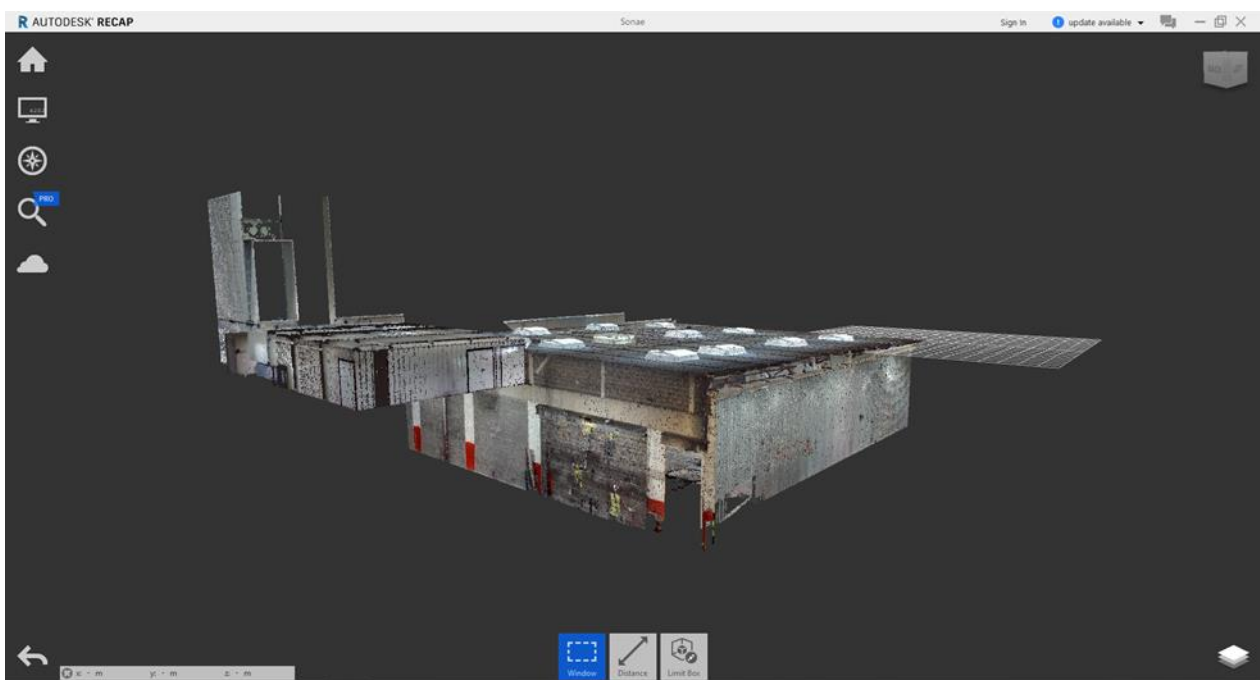


Figura 3.9 - Modelo único obtido pela união das várias nuvens de pontos; **a)** Alçado Este da nuvem de pontos; **b)** Alçado Norte da nuvem de pontos

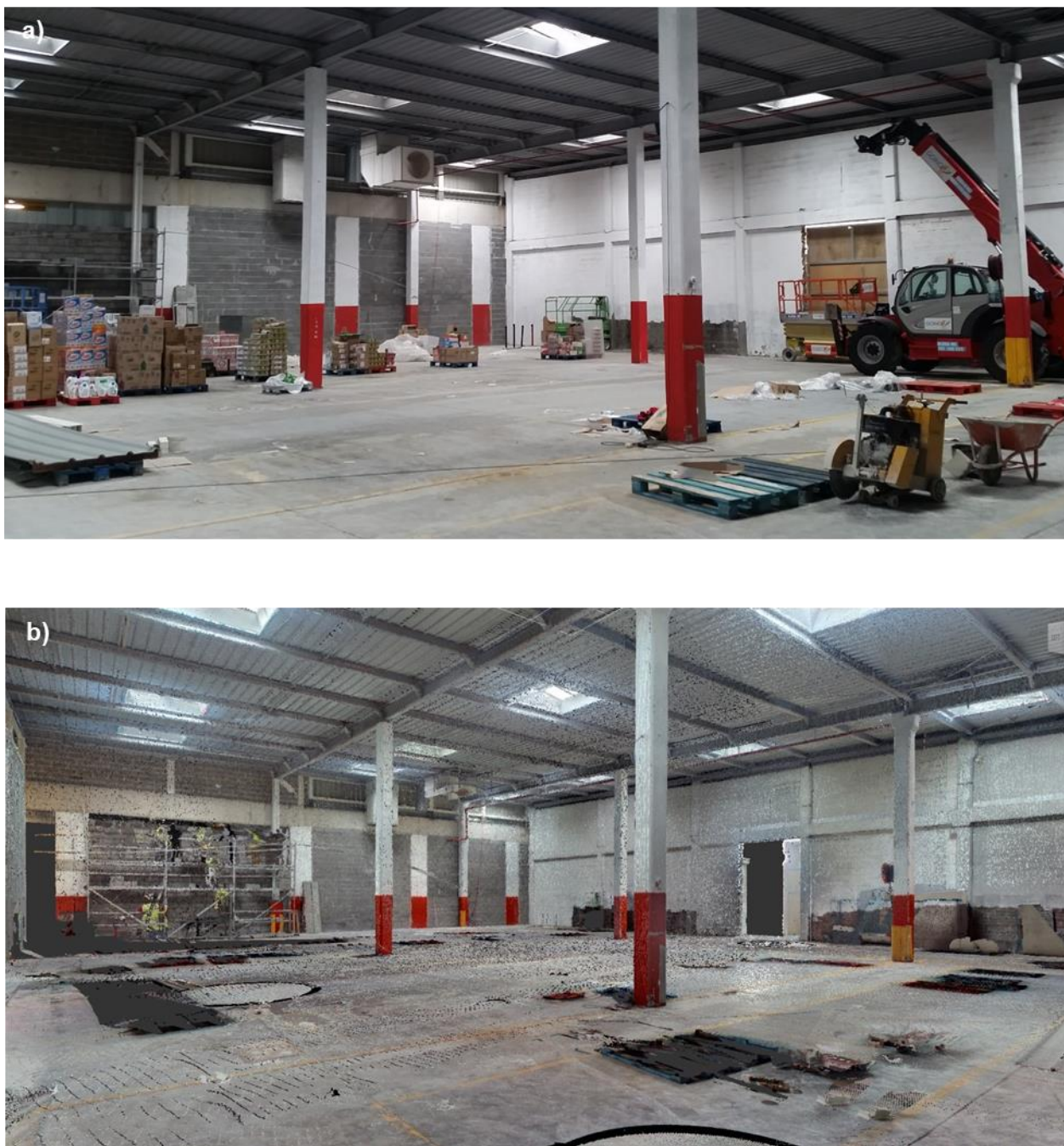


Figura 3.10 - Laser scanner: Realidade vs Nuvem de Pontos; a) Aspetto real do espaço interior; b) Nuvem de pontos do espaço interior

Com este caso prático foram possíveis reter algumas conclusões sobre a utilização deste tipo de equipamentos. O tempo de *scan* está diretamente relacionado com o nível de pormenor que se deseja para este, por isso quanto maior precisão se requerer mais tempo este demorará a ser realizado. No entanto, comparativamente com métodos mais convencionais, o nível de precisão consegue ser de tal forma detalhado que o tempo despendido acaba por ser justificado.

Apesar de ser possível realizar algumas simplificações na realização de *scans* de curta duração, estas podem estar sujeitas a algumas consequências como é o caso de ausência de informação que poderá ser

útil futuramente. Porém, em determinadas situações são justificadas para se conseguir reduzir o tamanho de ficheiro ou tornar o levantamento menos moroso.

Através da manipulação direta da NP foi possível averiguar a complexidade que um ficheiro destes requer, tanto a nível de hardware como a nível de experiência na área. Cada leitura *scan* foi armazenada num ficheiro diferente cujo tamanho impede que seja manuseado corretamente e de forma fluida em qualquer tipo de computador, exigindo uma placa gráfica capaz de processar rapidamente todos os pontos que cada leitura *scan* contém.

Para além disso, apesar de algumas empresas estarem a investir na criação de *software* capaz de detetar superfícies de objetos semi-automaticamente, estes ainda não se encontram de acesso facilitado aos utilizadores em geral. Porém, mesmo sem este acesso consegue-se manipular uma NP e criar objetos através desta em programas como o *Revit*.

A este levantamento estão ainda associadas algumas falhas a nível de modelação no que concerne as espessuras de elementos que, se não estiverem presentes no *scan* não são possíveis desenhar sem especulação. Para além disso, por se tratarem de pontos e não de linhas ou superfícies a delimitação de elementos pode suscitar dúvidas e ser adotada a seleção de pontos médios o que diminuiu de certa forma a precisão da modelação.

No entanto este método de levantamento e modelação apresenta inúmeras vantagens em detrimento dos utilizados convencionalmente. Num curto espaço de tempo é possível recolher informação minuciosa relativa ao edifício não só relativa a áreas como também a texturas, cor e propriedades do próprio material em que se consegue reconhecer eficazmente de que elementos se tratam através das suas características peculiares captadas pela leitura *scan*. Neste caso é possível distinguir os materiais, pois foi utilizada uma máquina complementar à estação de levantamento, que tem como principal função a obtenção de fotografias, aplicando posteriormente a cor das fotografias às respetivas leituras *scan*.

3.4. Modelação do Existente

3.4.1. Considerações gerais

Como componente prática da presente dissertação, criou -se um modelo digital através do *software Autodesk Revit*. A escolha deste *software* teve como base vários fatores, tais como a familiarização com o ambiente de trabalho, ferramentas e as funcionalidades de outros produtos da *Autodesk*, nomeadamente o *Autocad*, sendo também atualmente um dos produtos com maior utilização em diversas áreas da AECO.

O *Revit*, é um *software* com base em metodologia BIM, que possui recursos para modelar projetos de arquitetura, estruturais e de construção bem como todos os sistemas complementares (MEP - *Mechanical, Electric and Plumbing*) e que usa dois conceitos-chave que o tornam especialmente poderoso e fácil de ser utilizado. O primeiro conceito consiste na captura de relações enquanto o projetista trabalha e o segundo consiste na propagação das alterações no modelo.

Este *software* oferece um ambiente colaborativo entre os diferentes intervenientes, permitindo inserir no mesmo modelo os diversos projetos de especialidades, criando entre eles relações paramétricas, automaticamente pelo programa ou pelo operador enquanto trabalha. Esta capacidade oferece uma coordenação fundamental e benefícios de produtividade, pois quando se altera um dos diversos projetos constituintes do modelo, o *Revit* determina imediatamente o que foi afetado pela alteração e reflete a mesma em todos os elementos, sejam eles de desenho ou alfanuméricos. Esta é uma característica fundamental deste programa de modelação de projetos, conseguindo manter a consistência e a atualização do modelo em tempo real.

3.4.2. Formatos de Origem

Neste caso de estudo, foi possível obter informação do edifício existente através de duas fontes distintas. Inicialmente foi fornecido por parte da empresa Sonae Sierra, as plantas em formato. *dwg*, contendo informação sobre arquitetura, estrutura e sistemas secundários do edifício. Posteriormente, com o levantamento por laser do existente, obteve-se um modelo contendo informação semelhante conforme referido anteriormente, neste caso em formato. *rcp* (*Autodesk Recap*).

Com a premissa que o *Revit* está orientado para trabalhar em ambiente colaborativo, é necessário que este *software* consiga reconhecer e ler diferentes formatos já que no mesmo modelo trabalham diferentes intervenientes, cada um com um *software* diferente. Na execução do modelo digital deste edifício existem dois formatos distintos, *dwg* e *.rcp* sobre os quais o *Revit* tem capacidade de interpretar. (Figura 3.11).



Figura 3.11 - Formatos de origem compatíveis com o *software Revit*

Modelação – Origem em formato. *dwg*

Como anteriormente referido, a empresa Sonae Sierra forneceu plantas em formato. *dwg* do edifício existente e apesar do *software* de modelação reconhecer os ficheiros, este é incapaz de gerar um modelo automático do edifício em estudo. Esta incapacidade deve -se em parte ao formato origem. *dwg* que não contém informação sobre os elementos relativamente à sua geometria, classificação (arquitetura, estrutura, MEP) ou materiais constituintes contrariando um dos princípios da metodologia BIM, ao nível da partilha de toda a informação relativa ao edifício ou elementos constituintes do mesmo. Estas plantas, neste caso de estudo específico, irão servir apenas de guias à modelação conforme irá ser demonstrado.

Um dos dados retirados dos ficheiros corresponde à cota para cada planta, pelo que a abordagem inicial ao nível da criação do modelo consistiu na consideração de vários níveis, com correspondência direta para uma cota referente ao projeto (Figura 3.12).



Figura 3.12 – Criação de níveis em *software Revit*: modelo do edifício em análise

As plantas que correspondem a cada nível criado no modelo, são de fácil leitura e interpretação (Figura ou anexo) facilitando a introdução dos objetos que constituirão a arquitetura e estrutura do edifício em análise. Porém como apenas se possui quatro plantas, existem partes intermédias entre pisos que não contêm qualquer representação gráfica nestas, apenas sendo visíveis em cortes transversais.

De forma a modelar estes elementos, para além de se utilizar fotografias foram necessárias novas visitas ao local e realização de esboços e medições manuais ao nível de paredes, pilares e ligações entre o piso inferior com a sala do piso superior (Figura 3.13).

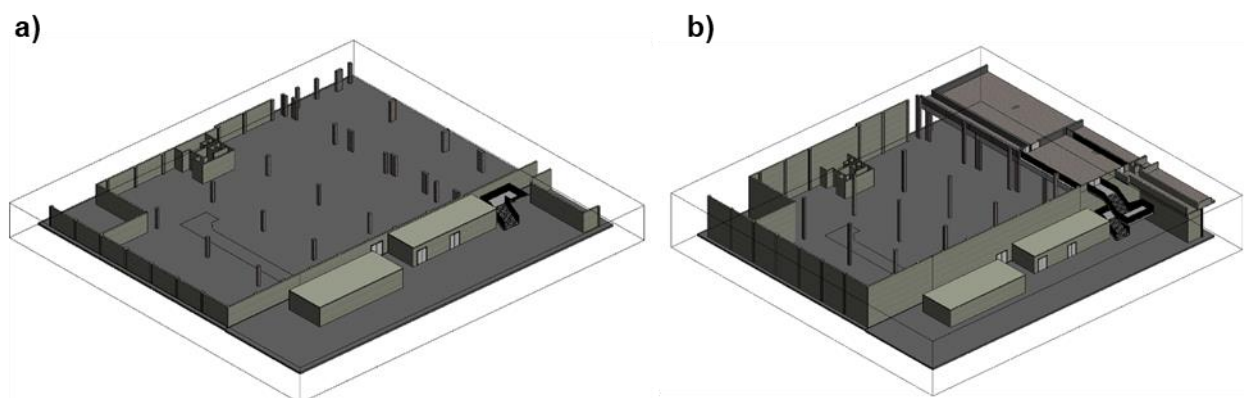


Figura 3.13 - Evolução do modelo por níveis; **a)** Nível do pavimento (cota: 132,25 m); **b)** Nível do piso intermédio (cota: 138,25 m)

Um dos objetivos do trabalho desenvolvido é a obtenção de um modelo do edifício existente utilizando a modelação de objetos existentes da arquitetura e da estrutura.

Assim sendo, a modelação destes objetos foi relativamente fácil, uma vez que, dada a sua geometria simples representada nas plantas. dwg, foi possível aproveitar uma família de objetos existente na biblioteca online e, a partir daí, adaptar as paredes e fachadas no caso da arquitetura, e pilares e vigas no caso da estrutura, alterando apenas alguns aspetos como dimensões e respetivas relações geométricas. Nas paredes não foi possível adicionar informação relativa ao número de camadas que constitui as mesmas, material ou a cor, já que esta informação não está justificada nas plantas.

Objeto - Pilares

Os pilares foram modelados através do comando “Coluna estrutural” do grupo de comandos “Estrutura”. As famílias dos pilares de betão foram divididas, segundo a sua secção, em pilares circulares e quadrados e segundo as dimensões dos mesmos. As dimensões dos pilares criados, bem como, os nomes das respetivas famílias estão representados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Famílias e dimensões referentes aos pilares de betão

Tipo	Família	Dimensões	Total (un.)
Quadrados	Pilar 35x35 (cm)	35x35 (cm)	6
	Pilar 40x40 (cm)	40x40 (cm)	39
Retangulares	Pilar 100x30 (cm)	100x30 (cm)	6
	Pilar 100x40 (cm)	100x40 (cm)	4

Como nas plantas. dwg não existe qualquer informação sobre as fundações existentes, iniciou -se a modelação pela introdução dos pilares, conforme figura 3.14

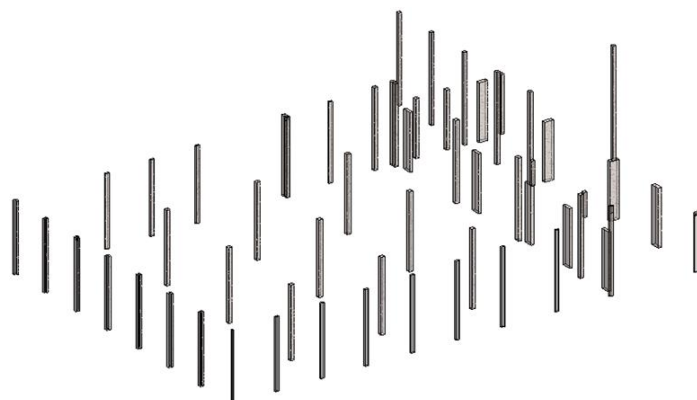


Figura 3.14 – Modelo BIM com introdução de objetos referentes aos pilares

Objeto - Paredes

Para a conceção das paredes utilizou-se o comando “Parede” do grupo de comandos “Arquitetura”. As famílias de paredes existentes foram adaptadas às dimensões a utilizar. As espessuras das paredes criadas e o nome das respetivas famílias estão representados na Tabela 3.2, criando o modelo representado na figura 3.15.

Tabela 3.2 - Famílias e dimensões de paredes utilizadas no modelo

Tipo	Família	Dimensões
Alvenaria de blocos de betão	Parede básica – 200 mm	Espessura: 200 mm
	Parede básica – 350 mm	Espessura: 350 mm

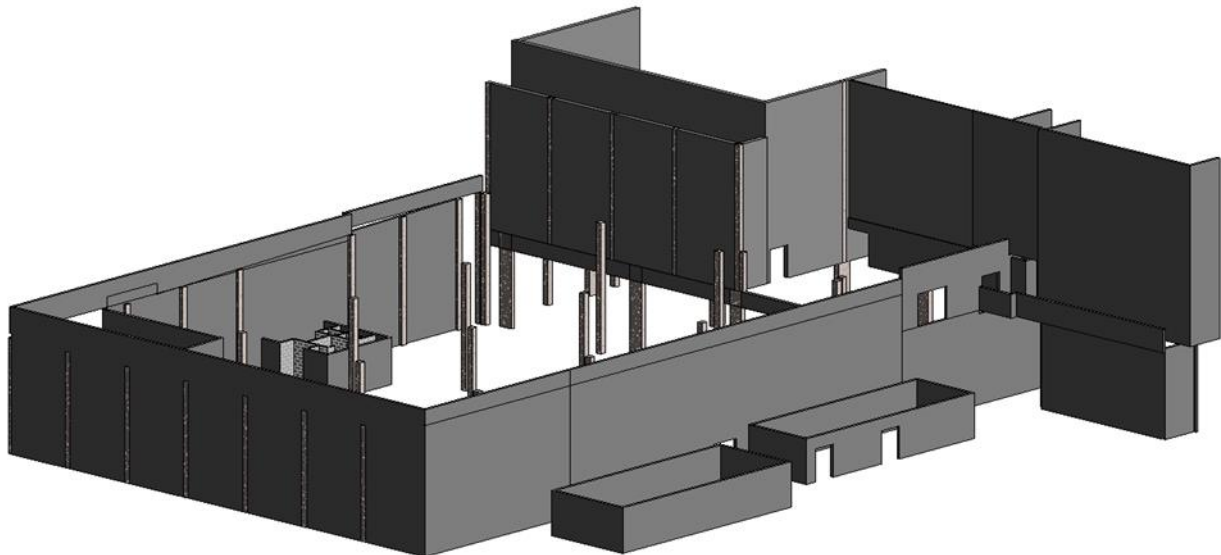


Figura 3.15 – Modelo BIM com introdução de objetos referentes às paredes

Objeto - Lajes

Para se adicionar as lajes ao modelo utilizou-se, inicialmente, o comando “Piso: Estrutural” do grupo de comandos “Estrutura”. Apesar de ser um comando pertencente ao grupo de “Estruturas”, estas lajes não são reconhecidas como elemento estrutural quando são exportadas para outros *softwares*, principalmente de cálculo e dimensionamento estrutural, usando-se para esse efeito o comando “Fundação Estrutural: Laje do grupo” de comandos “Laje”. Este comando fornece informações como o volume de betão a utilizar e não apenas a área, ao contrário do comando anteriormente utilizado.

No caso do modelo digital do caso de estudo, usou-se o comando mais básico, introduzindo-se uma laje de espessura 300 mm e uma laje de piso com 200 mm de espessura, pois o objetivo é obter um modelo representativo do existente (Figura 3.16).

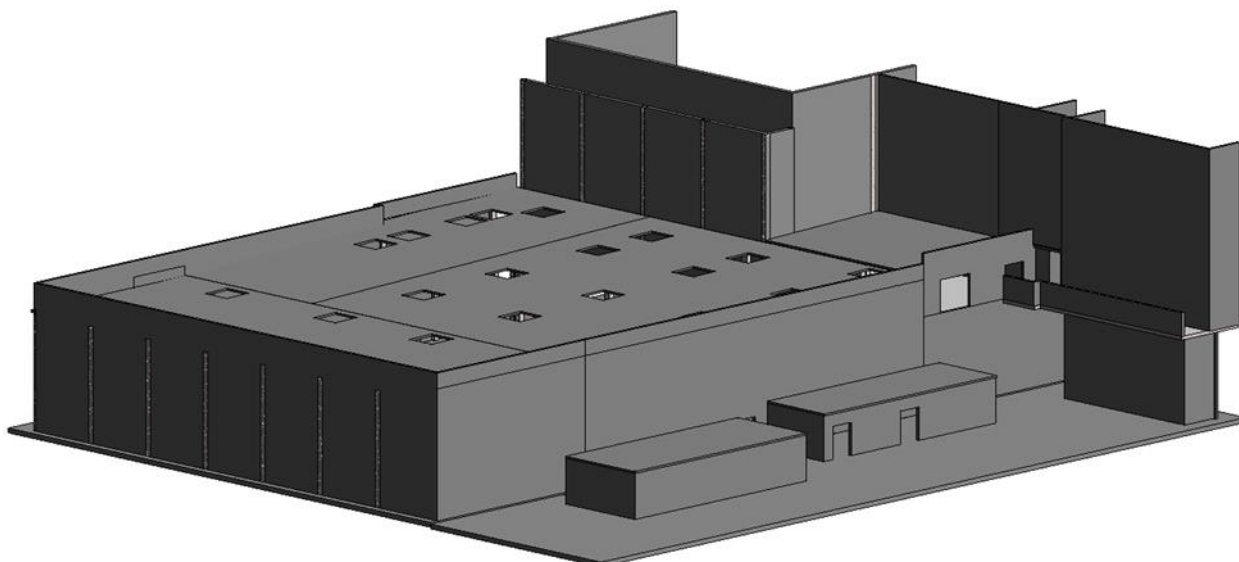


Figura 3.16 – Modelo BIM com introdução de objetos referentes às lajes

Objeto - Elementos Arquitetónicos

Para além destas adaptações foram ainda criados mais três elementos são essenciais ao nível da arquitetura, como as portas corta-fogo, claraboias e fachadas em chapa metálica. Preferencialmente é aconselhada a utilização do menor número de classes de família possível, de forma a que, no final, aquando da recolha de uma lista de objetos e materiais, esta se revele o mais homogénea possível, evitando assim que na mesma classe não exista um elevado número de objetos com composições diferentes.

Em projetos de reabilitação, é um fator importante pois existem elementos existentes que precisam de ser substituídos por novos com as mesmas características geométricas, permitindo aos fabricantes o uso de um menor número de moldes para fabrico desses elementos (caixilharias, clarabóias, portas, entre outros).

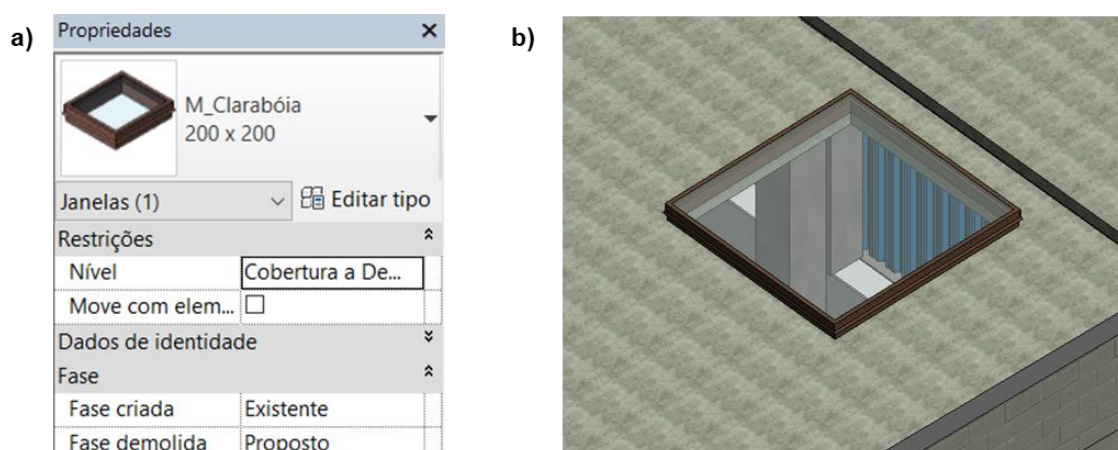


Figura 3.17 – Criação de Clarabóias; a) Definição de propriedades do objeto; b) Modelação do objeto claraboia;

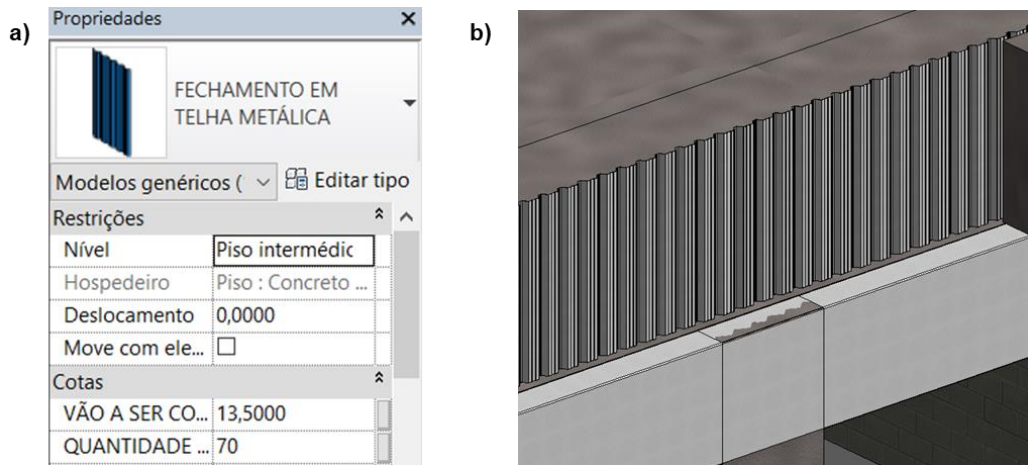


Figura 3.18 – Criação da chapa metálica; a) Definição de propriedades do objeto; b) Modelação do objeto chapa metálica;

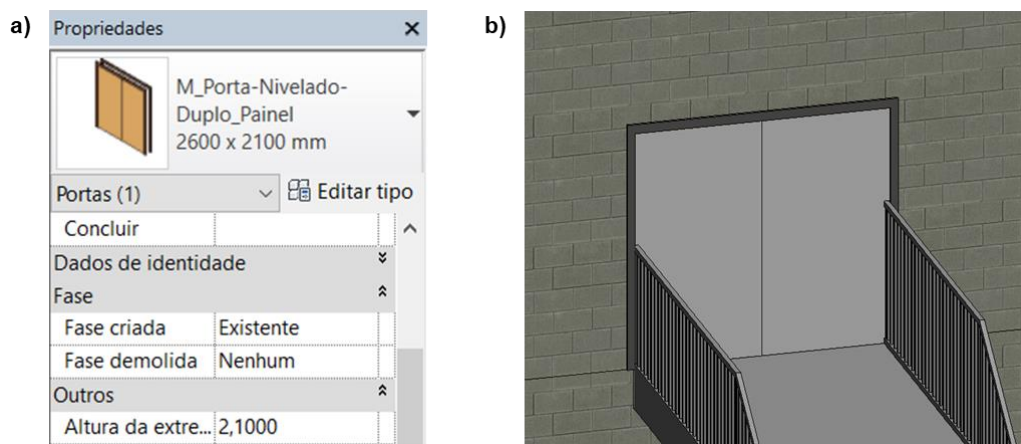


Figura 3.19 - Criação de porta corta-fogo; a) Definição de propriedades do objeto; b) Modelação do objeto porta corta-fogo;

Modelação – Origem em formato. RCP

Outra vertente da componente prática do trabalho desenvolvido no âmbito da presente dissertação é a obtenção do mesmo modelo do edifício existente, mas através da nuvem de pontos obtida pelo levantamento laser.

Após o tratamento da NP é possível então manipulá-lo de maneira a criar o modelo BIM. Para criar elementos parametrizáveis, existem duas formas bastante simplificadas que tornam este processo bastante prático e intuitivo.

Convertendo o ficheiro para um formato. rcp. (*Autodesk Recap*) é possível inserir a NP num *software* como o *Autodesk Revit* que, através de “linkagem”, cria uma base de trabalho onde a partir de elementos arquitetónicos conceptuais como paredes, lajes, telhados, portas, janelas consegue-se dar forma à imagem representada apenas por pontos (Figura 3.20).

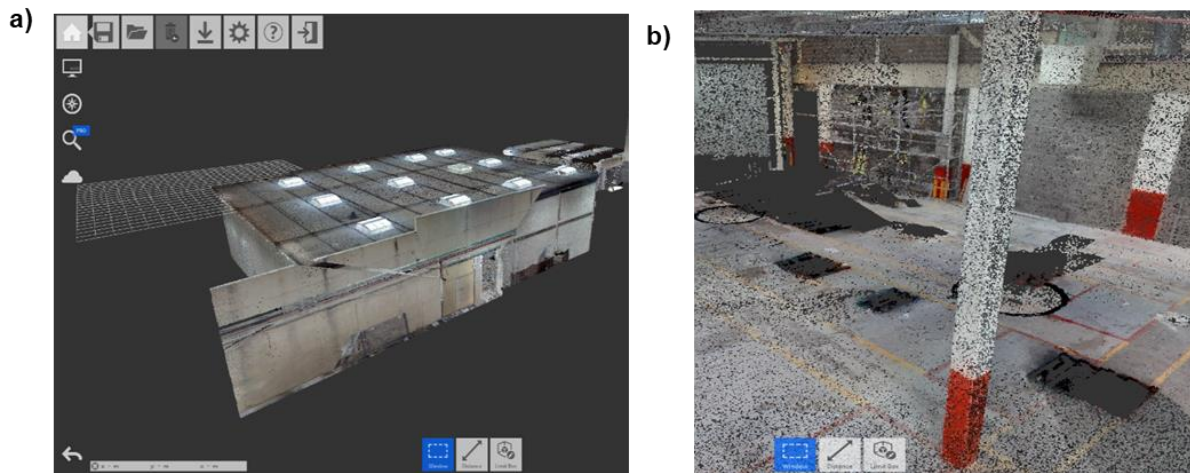


Figura 3.20 - Nuvem de pontos em formato rcp: **a)** Modelo da nuvem de pontos (. rcp); **b)** Aspeto de um pilar no modelo de nuvem de pontos (. rcp)

Além do mais, tendo em conta que num projeto único, como é o caso dos projetos baseados em edifícios existentes, todos os elementos são singulares e requerem uma modelação específica, pelo que a utilização das famílias “default” dos *softwares* não se considera uma abordagem exequível. De forma a representar um modelo representativo do edifício real, recomenda-se que sejam editadas estas classes de objetos e, caso seja necessário, criadas novas que se adaptem à finalidade desejada.

Em termos de modelação, esta nuvem de pontos quando inserida no *Revit*, tem um aspeto de modelo BIM, mas é apenas uma representação do edifício existente (Figura 3.21) onde não existe qualquer elemento modelado com informação associada.



Figura 3.21 - Modelo de nuvem de pontos: *software Revit*

De forma a criar um modelo é necessário editar a vista da nuvem de pontos, sendo um dos vários recursos que o *software* disponibiliza. Usando a ferramenta caixa de corte (Figura 3.22) é possível definir vários parâmetros relativos aos elementos que se quer observar, de forma a modelar os objetos na mesma posição e com as mesmas características do existente.

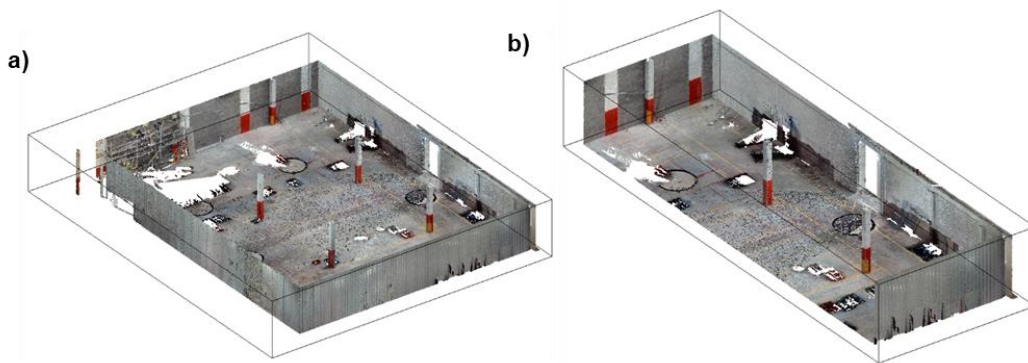


Figura 3.22 - Manipulação do modelo de nuvem de pontos em *Revit*; **a)** Corte transversal da nuvem de pontos; **b)** Corte longitudinal da nuvem de pontos;

Relativamente à criação do modelo, é realizado de forma análoga ao processo de modelação por objetos, correntemente utilizado num projeto BIM, neste caso conforme descrito na modelação com origem em ficheiros. *dwg*.

A esta nuvem de pontos, estão associadas algumas falhas a nível de modelação no que concerne as espessuras de elementos que, se não estiverem presentes no *scan* não são possíveis desenhar sem especulação. Para além disso, por se tratarem de pontos e não de linhas ou superfícies a delimitação de elementos pode suscitar dúvidas e ser adotada a seleção de pontos médios o que diminuiu de certa forma a precisão da modelação.

3.4.3. Modelação – Elementos a demolir e a construir

Num projeto de reabilitação, independentemente do grau de intervenção que os trabalhos irão ter na arquitetura e ou na estrutura do edifício, estes são representados nas plantas em conjunto com os elementos existentes do edifício. Quer sejam trabalhos de demolição ou construção nova, num projeto deste tipo são utilizadas as plantas de “vermelhos e amarelos”. Conforme definido na Portaria 113/2015 de 22 de abril de 2015, Anexo II: *“Sempre que a operação urbanística a apreciar compreenda alterações ou demolições parciais e/ ou afetar a via pública, devem ser utilizadas para a sua representação as seguintes cores convencionais:*

- d) A vermelha para os elementos a construir;*
- e) A amarela para os elementos a demolir;*
- f) A preta para os elementos a manter;*
- g) A azul para elementos a legalizar; “*

De forma a definir esta representação no modelo do edifício, foram criados parâmetros com base na fase que cada elemento seria alvo de trabalhos. Assim, criaram-se fases relativas a cada trabalho (Demolição /construção nova /sem alteração) com o código de cores acima referido. Estes podem ser facilmente personalizados de acordo com o uso que se pretende dar, ajustando o padrão e o nível de transparência.

Estes parâmetros estão associados a uma variável de texto que, quando definida por uma das palavras: demolir, construir, legalizar, existente, atribui ao elemento as respetivas propriedades. Para além disso, podem ainda ser explorados as categorias a que se pretende associar determinado parâmetro. Neste caso prático foram definidos os trabalhos representados na Figura 3.23.

Status da fase	Projeção/Superfície		Cortar		Meio-tom	Material
	Linhas	Padrões	Linhas	Padrões		
Existente				Oculto	<input type="checkbox"/>	Fase - Existente
Demolido					<input type="checkbox"/>	Fase - Demo
Novo					<input type="checkbox"/>	Fase - Nova
Temporário					<input type="checkbox"/>	Fase - Temporária

Figura 3.23 - Definição de fases de trabalho em Revit

Conforme planta de “amarelos e vermelhos” a parede selecionada (Figura 3.24) será demolida, portanto e como já referido em pontos anteriores, pode -se adicionar diversos tipos de informação ao objeto, neste caso à parede. Além de informações como o tipo de material ou a geometria do elemento, pode -se definir o mesmo como um elemento existente, com ou sem fase demolida, ou um elemento de construção nova (Figura 3.25).

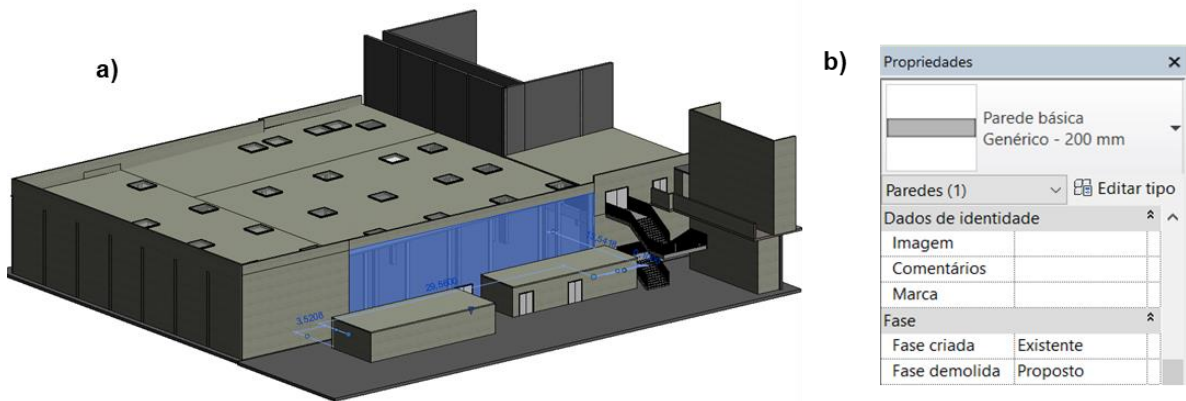


Figura 3.24 – Modelo BIM em Revit; a) Seleção de parede a demolir no modelo; b) Propriedades: Definição da fase de demolição;

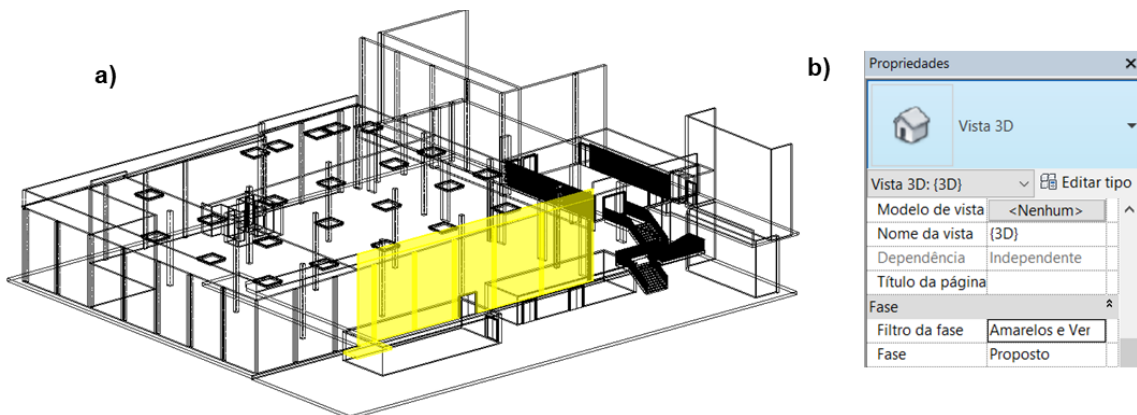


Figura 3.25 – Vista da fase de amarelos em modelo BIM; a) Fase de demolição da parede; b) Definição das fases visíveis no modelo BIM 3D;

Capítulo 4

Análise de Resultados

4.1. Enquadramento

Este capítulo é referente à apresentação da metodologia de trabalho e análise dos resultados obtidos, após aplicação prática dos conhecimentos adquiridos relativamente à utilização das ferramentas BIM na modelação do edifício existente. Atendendo à complexidade do edifício e das suas redes de especialidades, ao nível de AVAC, incêndios e eletricidade, apenas se modelou a estrutura e arquitetura.

Inicialmente será comparado o modelo obtido pelas plantas *Autocad*, fornecidas pela empresa Sonae Sierra com a nuvem de pontos obtida pelo levantamento do existente por *laser scanner* realizada pela empresa *Leica Geosystems*, para este caso de estudo.

Pretende-se com a demonstração destes resultados, sensibilizar para a importância do conhecimento inicial do edifício existente, de forma a serem concebidos projetos viáveis, onde seja possível numa fase preliminar prever todos os constrangimentos e variáveis que em fase de obra poderão adicionar trabalhos a mais, e por sua vez custos acrescidos e alargamento do prazo da obra.

Ainda neste capítulo, são demonstradas e comparadas vistas e alçados obtidos pela utilização de ferramentas BIM, bem como a demonstração da fase de amarelos e vermelhos no modelo BIM.

4.2. Modelo BIM vs Nuvem de Pontos

Conforme demonstrado no subcapítulo 3.5 (Modelação do existente), através das plantas *Autocad*, obteve-se o modelo digital do edifício (Figura 4.1) e por levantamento *laser scanner* uma nuvem de pontos (Figura 4.2).

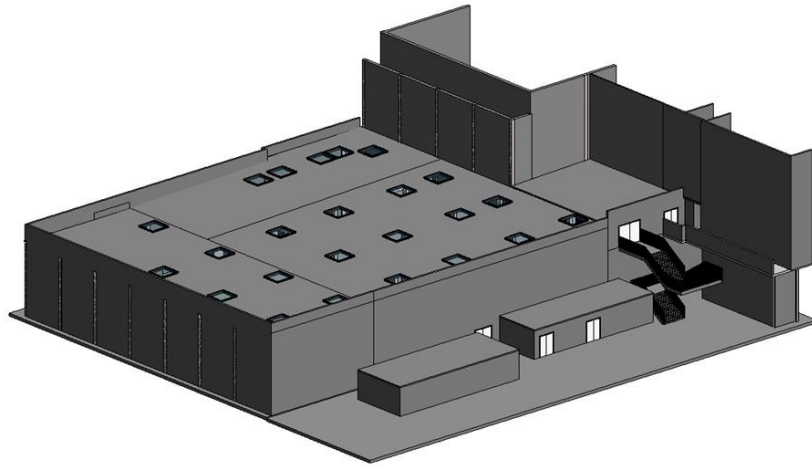


Figura 4.1 - Modelo BIM: plantas *Autocad* (.dwg)

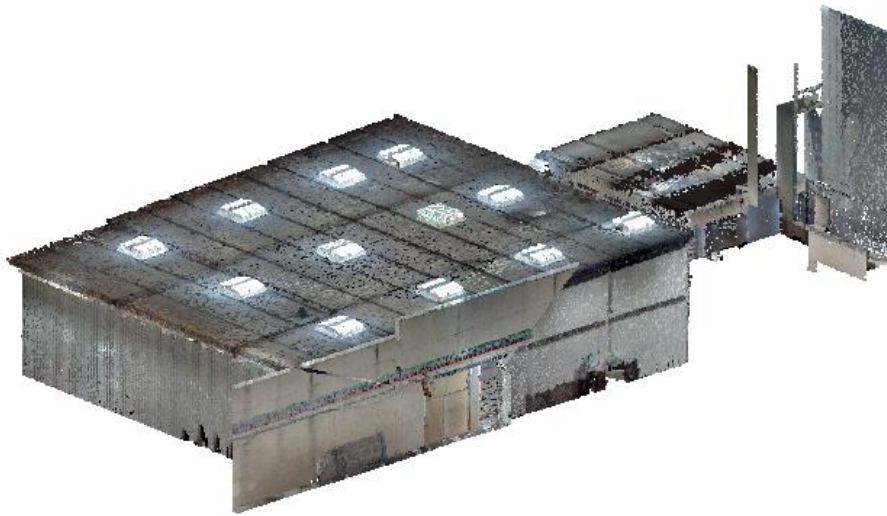


Figura 4.2 - Nuvem de pontos: *Laser scanner* (.rcp)

Apesar do *software Revit* conseguir interpretar estes dois formatos, não possui ferramentas que sobreponham, de forma automática os dois modelos, pois qualquer deles não possui informação relativa ao seu posicionamento no espaço (Figura 4.3), que só seria possível com recurso a apoio topográfico.



Figura 4.3 - Início da sobreposição dos dois modelos sem referência topográfica.

Neste sentido, foi necessário sobrepor manualmente os dois modelos. No entanto este método não se afigura como sendo o mais indicado pois o utilizador poderá estar a forçar o erro e a obrigar dois elementos a ocupar o mesmo espaço, quando na realidade tal pode não acontecer. Como já referido no ponto 2.3 (BIM na reabilitação), em projetos de reabilitação, as plantas fornecidas do edifício existente muitas vezes não são as telas finais, não tendo sido atualizadas em conformidade com a construção do edifício e com as alterações que possam ter vindo a ser efetuadas.

O método manual para a sobreposição dos dois modelos no espaço, teve como base encontrar, nos dois modelos, pontos comuns com a mesma distância entre si. Neste caso de estudo, os pilares (Figura 4.4) serviram como guia para a sobreposição na medida em que são elementos de fácil visualização em planta, e que, quando sobrepostos, os seus centros ficam rigorosamente alinhados nos dois modelos.



Figura 4.4 – Alinhamento dos pilares do modelo BIM e da nuvem de pontos

Outro problema sentido no procedimento de sobreposição, foi o facto de apesar dos centros geométricos dos pontos comuns escolhidos se encontrarem alinhados, os próprios modelos podiam estar desalinhados. Neste caso, a solução que garantiu uma sobreposição perfeita, foi o alinhamento da espessura da parede que se obteve do levantamento da nuvem de pontos, devido aos estacionamento interiores e exteriores, com a espessura da mesma parede do modelo digital (Figura 4.5).



Figura 4.5 - Alinhamento de paredes dos dois modelos

Com este método, obtém-se um modelo (Figura 4.6) em que se pode comparar o edifício existente modelado através de plantas *Autocad*, com a informação obtida por levantamento *laser scanner* dos elementos que realmente existem no local, informação esta que contém todas as dimensões, aspetos visuais (cor, material) alterações e/ou anomalias visíveis.

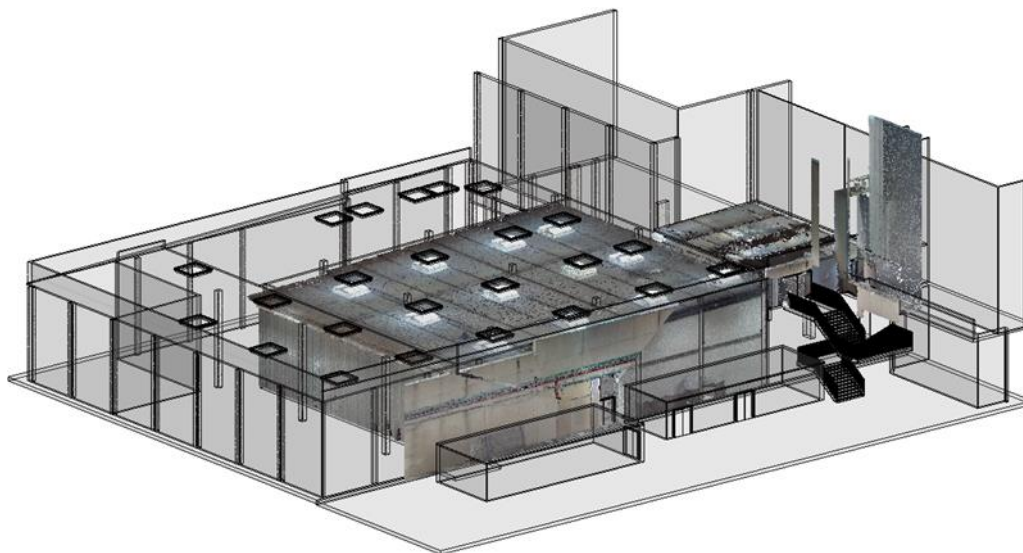


Figura 4.6 - Nuvem de pontos incorporada no modelo *Revit* do edifício

O expectável seria que ambos os modelos apresentassem as mesmas semelhanças, mas utilizando as ferramentas de visualização que o *software Revit* dispõem, detetou-se diferenças entre modelos ao nível arquitetónico e estrutural, como também a presença de anomalias nos elementos constituintes.

Analisando o corte da Figura 4.7, verifica-se que os pilares não têm a mesma secção. Na realidade estes elementos estruturais possuem uma secção menor do que projetado e apresentam deformações ao longo da sua altura (Figura 4.8). Estes dados seriam importantes na fase de projeto, pois implicaria soluções de reforço dos mesmos, embora para este caso de estudo não seja necessário, pois são elementos a demolir.

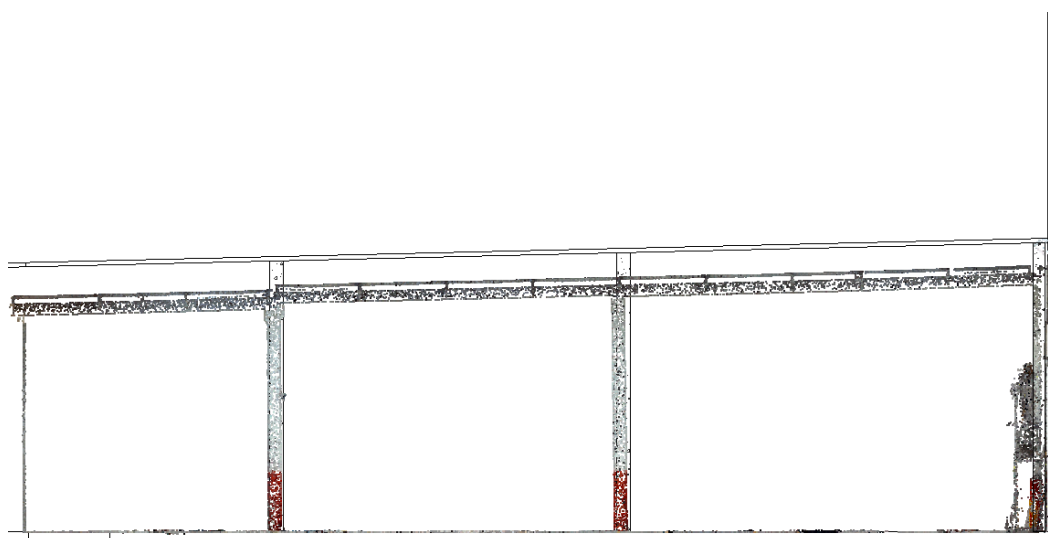


Figura 4.7 - Corte longitudinal para comparação de pilares

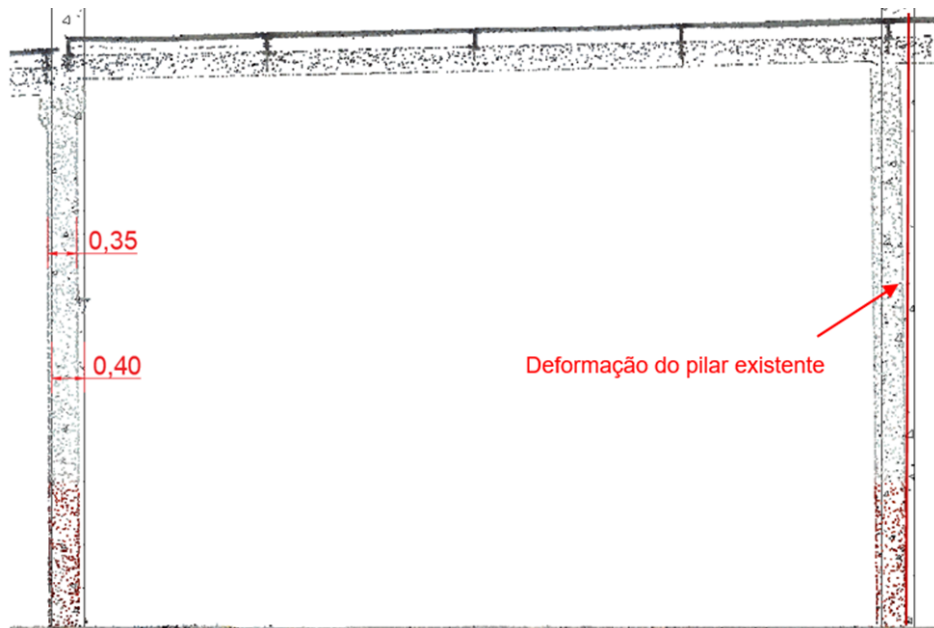


Figura 4.8 - Comparação de secções dos pilares e deformações existentes

Outro dos elementos analisados foi a cobertura existente. Como se pode verificar na Figura 4.9, a cobertura existente encontra-se a uma cota inferior à cota definida em projeto, com uma diferença negativa de 1m.

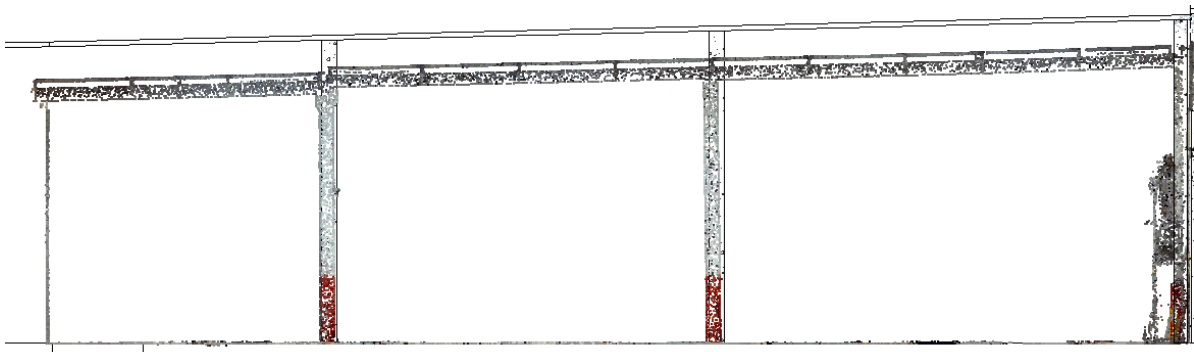


Figura 4.9 – Diferença de cotas da cobertura nos dois modelos

É possível identificar que este elemento apresenta deformações ao longo do seu vão (Figura 4.10), apresentando, como tal, problemas ao nível de suporte de cargas. De facto, e analogamente aos pilares, trata-se de um elemento a demolir pois, conforme o projeto de reabilitação para o objeto do estudo, prevê-se a execução de uma cobertura nova a uma cota superior, de forma a receber o novo cinema IMAX.



Figura 4.10 - Identificação de deformações no vão da cobertura existente

Como referido atrás, a cobertura e os pilares analisados são elementos a demolir, pelo que, em termos de conceção do projeto de reabilitação funcional, as anomalias identificadas e as dimensões geométricas não irão ter relevância no processo de escolha das soluções e processos construtivos. Em termos de obra, já são um fator a ter em conta pois representam um saldo negativo na quantidade de material demolido (Tabela 4.1) e no tempo que a equipa responsável está afeta ao trabalho de demolição.

Tabela 4.1 - Comparação de quantidades de material demolido

Projeto	Nº Pilares	H (altura (m))	Área Secção (m ²)	Volume (m ³)
Autocad (.dwg)	6	8,5	0,40 x 0,40	8,16
Existente	6	7,5	0,35 x 0,35	5,51
Diferença				- 2,65

Outro ponto a ter em conta é que este projeto apenas corresponde a uma área parcial do espaço de armazém da loja Continente, portanto as anomalias identificadas neste levantamento podem-se estender à restante cobertura e aos elementos estruturais que a constituem, situação que deve ser alvo de acompanhamento e se necessárias, ações de reforço estrutural.

A análise da sobreposição dos dois modelos não incidiu apenas nos elementos que os constituem e que foram alvo de análise no presente capítulo. As características do espaço, tais como as dimensões e a cota

altimétrica de implantação do projeto, foram igualmente comparadas entre modelo digital em *Revit* e a nuvem de pontos.

Ao nível da cota de implantação da sala de acesso ao cinema no piso superior, existe uma diferença entre a cota de projeto (138,35) e a cota real do edifício existente (Figura 4.11).

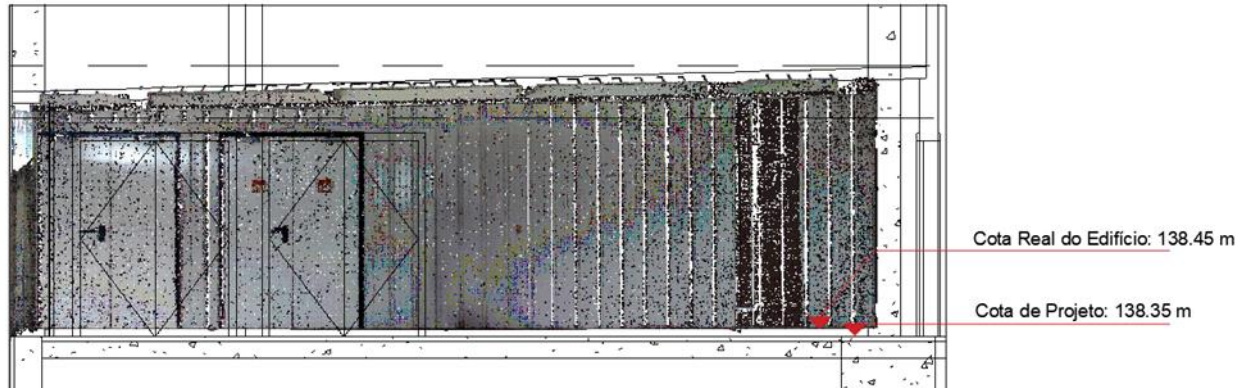


Figura 4.11 - Comparação de cotas do piso superior

Inicialmente, esta diferença foi associada ao processo de sobreposição manual, que como foi referido, é um processo que força dois elementos a ocupar o mesmo espaço, dando origem a erros como o que se observa na figura ou algum erro na compatibilização entre as várias nuvens de pontos, pois este espaço no momento do levantamento por laser, não tinha ligação ao espaço inferior de armazém.

Estas duas hipóteses foram eliminadas, com recurso à comparação da cota altimétrica do piso inferior do armazém em projeto e da nuvem de pontos, que neste caso correspondiam (132,25 m), sendo que a situação acima descrita foi comprovada no decorrer da obra (Figura 4.12).



Figura 4.12 - Verificação em obra da diferença de cotas altimétricas

Sendo que o projeto de reabilitação funcional, foi executado com base nestas cotas de projeto, esta situação representa um obstáculo, pois este espaço serve de ligação entre as salas de cinema existentes

com a nova a ser construída e também irá ser construído neste mesmo espaço um piso superior, que servirá como sala de projeção.

Uma das condições imposta pela NOS, empresa exploradora do novo cinema IMAX, é que a altura entre a sala de projeção e o palco respeite os 8,80 metros, portanto de forma a cumprir esta condição, a solução possível de se executar, passou pela elevação de toda a estrutura metálica que irá servir de apoio às bancadas, palco e respetivos corredores de ligação (Figura 4.13). Apesar de ser uma solução de execução fácil, representa um trabalho a mais com custos acrescidos à obra.



Figura 4.13 - Elevação da estrutura metálica de suporte às bancadas

Ainda no mesmo espaço, foi identificada uma diferença de comprimento da sala. Analisando a sobreposição dos modelos verifica-se que as paredes interiores não se encontram alinhadas (Figura 4.14), situação semelhante no alinhamento das portas de saída de emergência (Figura 4.15).

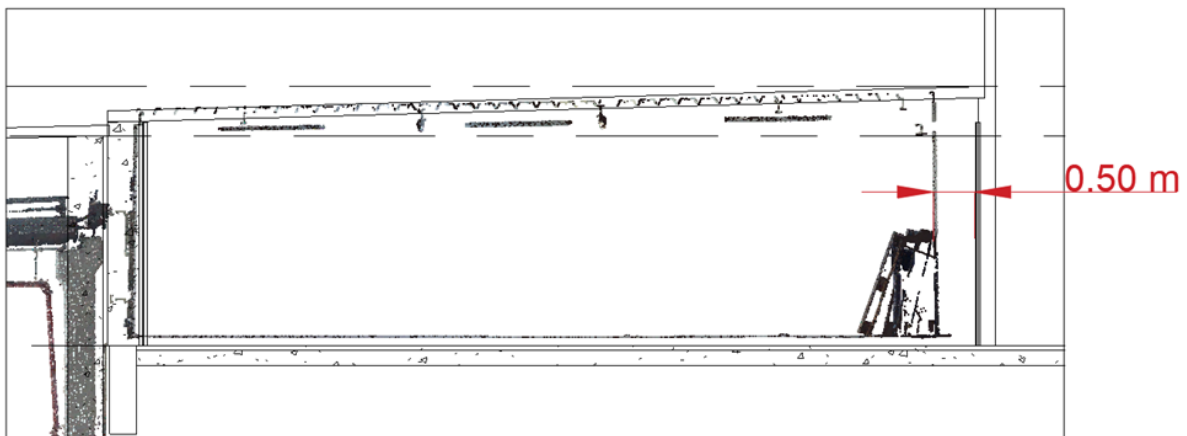


Figura 4.14 - Comparação do alinhamento das paredes interiores da sala do piso superior

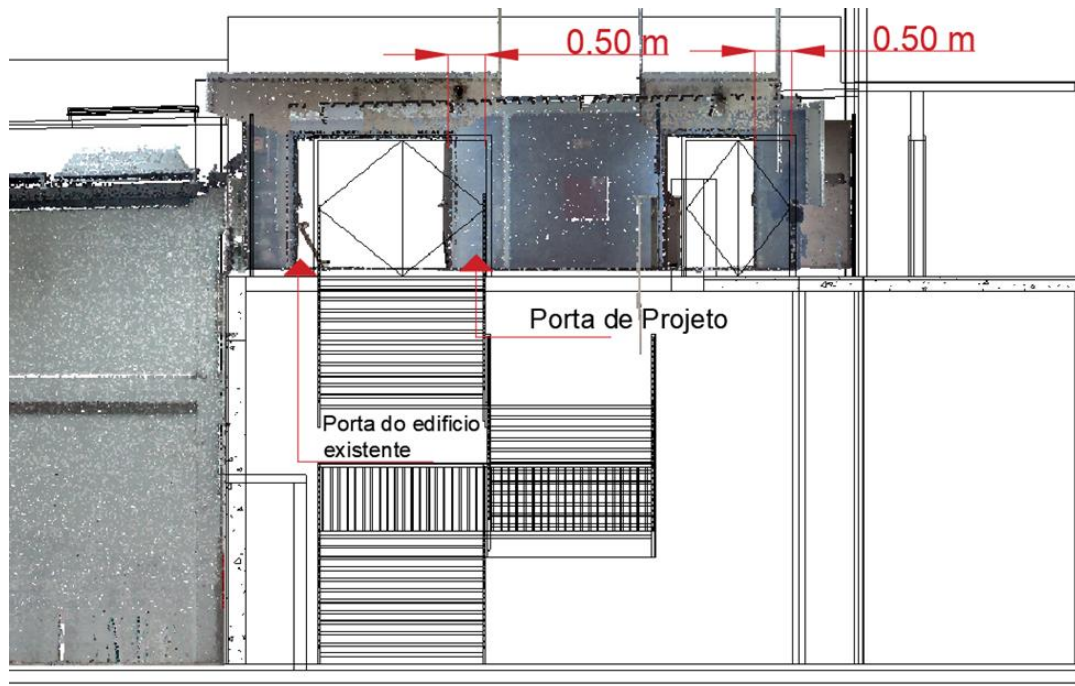


Figura 4.15 - Comparação do alinhamento das portas de emergência da sala do piso superior

Esta diferença de comprimento encontra-se diretamente ligada com uma das questões mais complexas já abordadas em secções anteriores da presente dissertação: a atualização das plantas durante a fase de obra. De facto, o espaço do CascaisShopping, tem sofrido várias ações de expansão durante os últimos anos, criando -se para cada expansão um projeto novo sem compatibilização com os espaços já existentes. Em obra, esta situação só pode ser verificada e confirmada com medições no local (Figura 4.16), após demolição dos pilares de suporte da cobertura antiga e da parede em chapa metálica, permitindo à Sonae Sierra redimensionar os elementos metálicos (vigas) constituintes da estrutura a construir. Sem esta informação, não seria possível alterar as dimensões destas vigas metálicas, provocando atrasos na obra enquanto se redimensionava os novos elementos, com custos adicionais à obra.



Figura 4.16 - Espaço para aplicação das vigas metálicas redimensionadas

4.3. Modelo BIM: Demolição vs Construção Nova

Um dos objetivos da dissertação, é o de avaliar o potencial das ferramentas que *softwares* como o *REVIT* disponibilizam de forma a visualizar as diferentes fases de projetos de reabilitação funcional.

Neste tipo de projetos é essencial a visualização da fase de demolições e da fase da construção nova permitindo ao utilizador uma perceção do espaço existente, durante a fase de demolições e após a construção nova.

De seguida, apresenta -se os resultados da aplicação da metodologia BIM ao nível da dimensão 3D com a visualização do modelo constituído por objetos com relações paramétricas, e com a aplicação da dimensão 4D, com simulação das diferentes fases de obra (Figura 4.17).

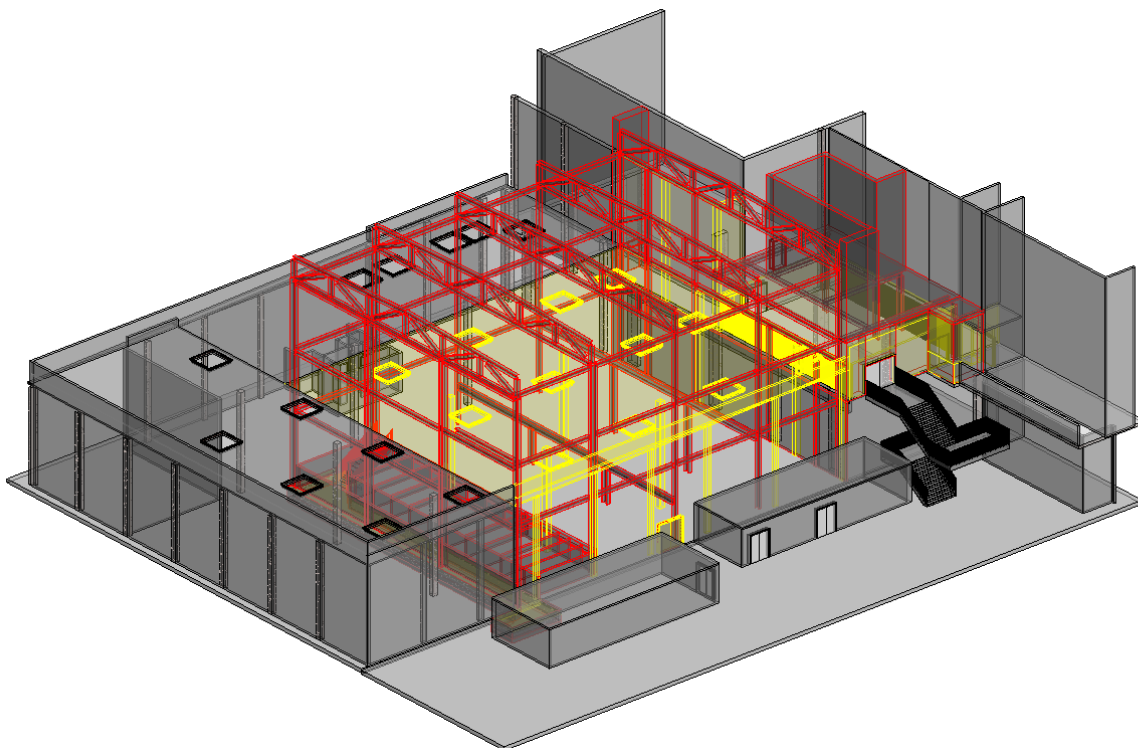


Figura 4.17 – Vista da fase de amarelos e vermelhos em modelo BIM 3D

Nos pontos seguintes serão demonstrados vários cortes das duas fases em análise. Na figura 4.17 verifica-se as duas fases modeladas em simultâneo. Numa primeira análise a sobreposição destas duas fases possibilita um planeamento rigoroso de atividades, ou seja, é possível executar elementos novos sem demolir todos os elementos previstos em projeto.

Em obras de reabilitação, onde o espaço a intervir é o próprio estaleiro, é necessário compatibilizar diferentes trabalhos que requerem mão-de-obra e equipamento especial para essas intervenções, sendo necessário planejar os tempos de entrada e de execução de demolições ou construção nova, sem comprometer o prazo definido de obra. Neste caso de estudo, a atividade relativa à demolição da cobertura

existente é crítica, pois como se pode visualizar na figura 4.17 esta é um obstáculo à execução da estrutura metálica a construir.

4.3.1. Modelo BIM: Demolições

Neste subcapítulo são apresentados os resultados da simulação da fase de demolições do modelo BIM, relativo ao edifício existente. Estão representados a amarelo os elementos de arquitetura e da estrutura que foram demolidos.

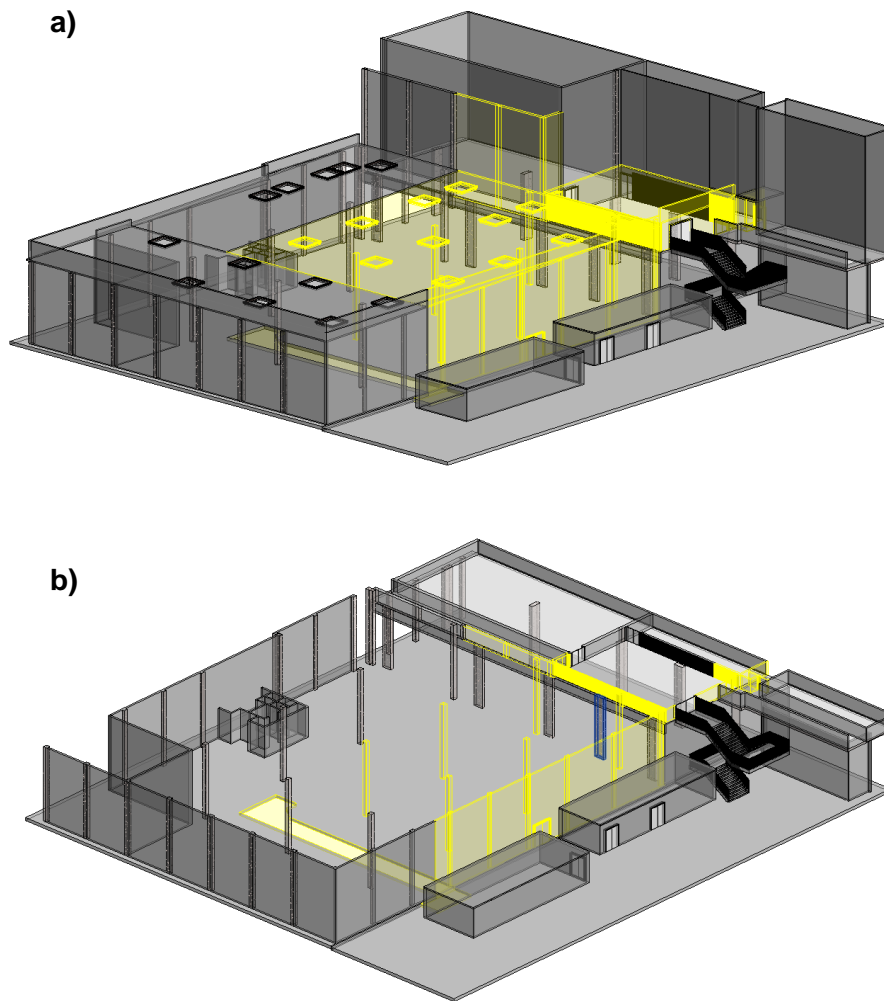


Figura 4.18 – Demolições: Alçado Este; **a)** Vista alçado este; **b)** Corte Transversal

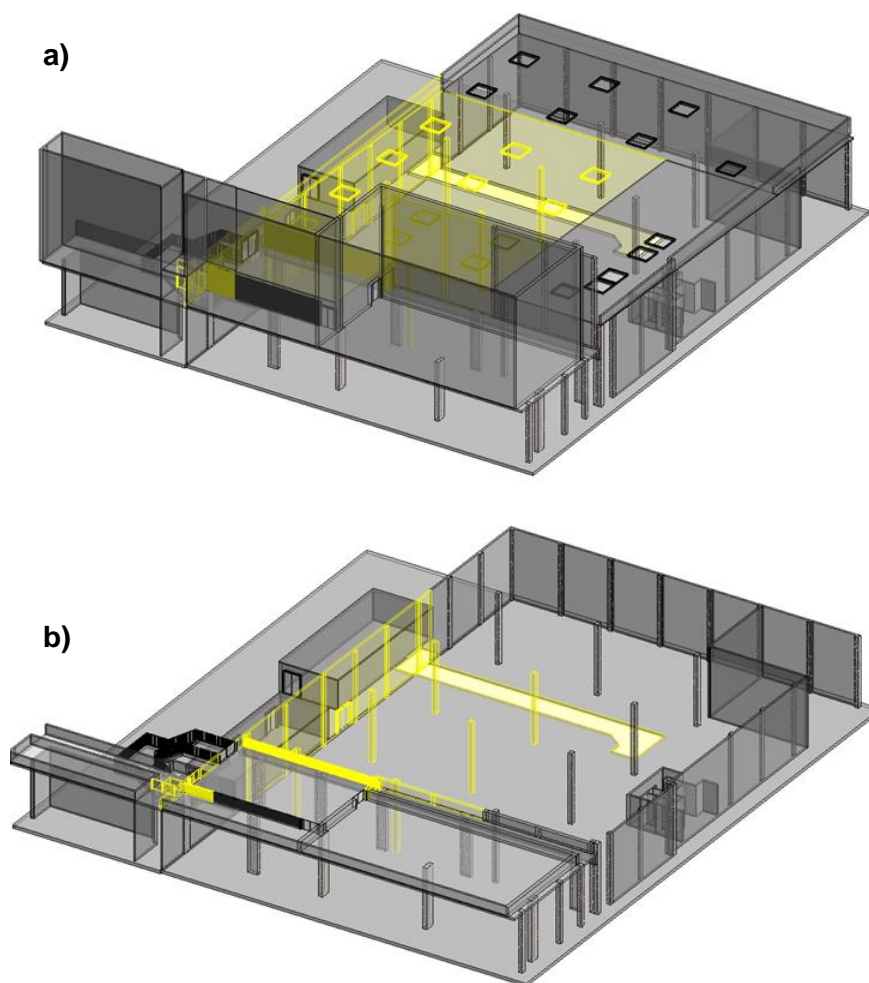


Figura 4.19 – Demolições: Alçado Norte; a) Vista alçado Norte; b) Corte Transversal

Através da modelação desta fase, com a representação de todos os elementos demolidos é possível visualizar de que forma estas ações afetam o espaço existente, ao nível arquitetónico e estrutural (figura 4.20).

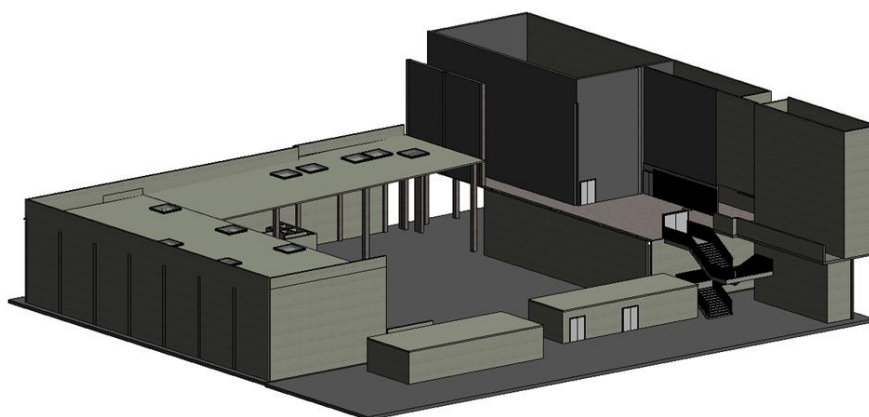


Figura 4.20 - Modelo BIM final após demolições

Pelas figuras apresentadas, visualizam -se diferentes elementos a demolir que se interligam entre si e com a estrutura existente. A possibilidade de visualizar estas ligações nesta fase permite realizar um planeamento da atividade de demolições sem pôr em causa a integridade da estrutura que não sofrerá intervenção, bem como executar planos de segurança para estas atividades.

Outra vantagem de modelar fases de demolição é a de antever atividades de apoio ou de contenção de elementos estruturais, servindo como exemplo a fase de demolição da figura 4.18 e 4.19, onde se verifica elementos estruturais verticais sem apoio numa das extremidades (cobertura).

4.3.2. Modelo BIM: Construção Nova

Como parte da construção nova foram modelados os elementos constituintes da estrutura metálica que servirá para suporte das bancadas e da cobertura. Destes elementos destacam -se vigas, pilares e treliças metálicas de forma a vencer o vão de 25 m entre paredes.

Ao nível da arquitetura, sendo, um espaço destinado à função de entretenimento e lazer, e devido às características destes espaços, o edifício é completamente fechado por paredes de alvenaria com isolamento acústico.

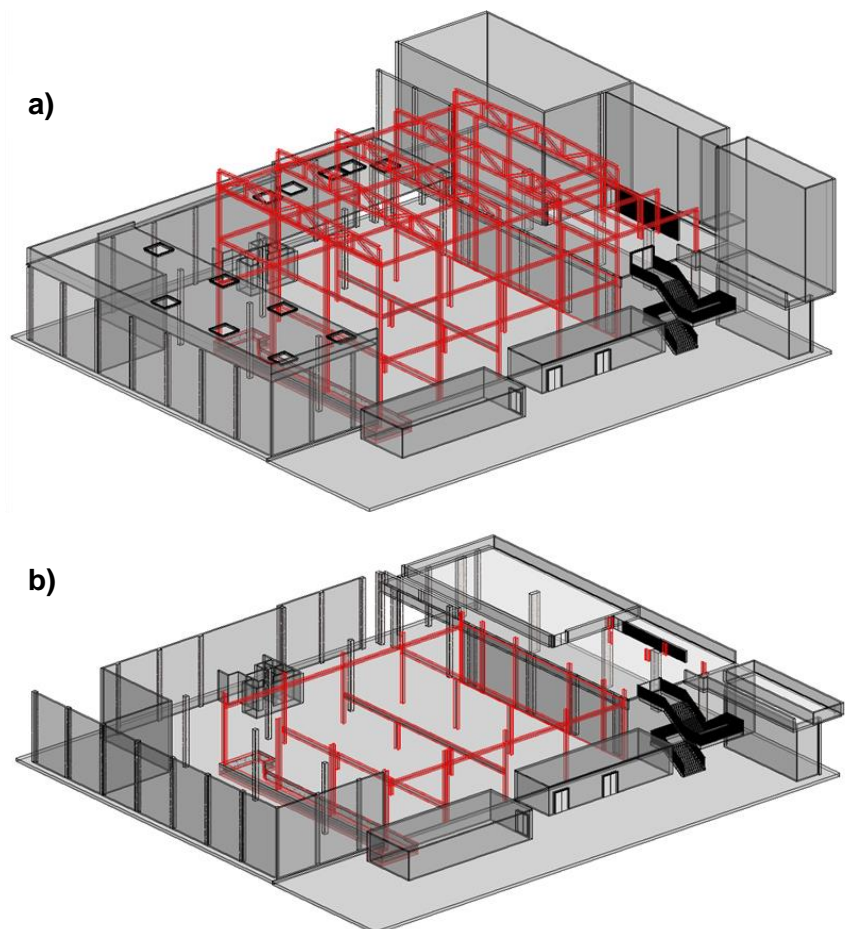


Figura 4.21 – Construção Nova alçado Este; **a)** Vista alçado este; **b)** Corte Transversal

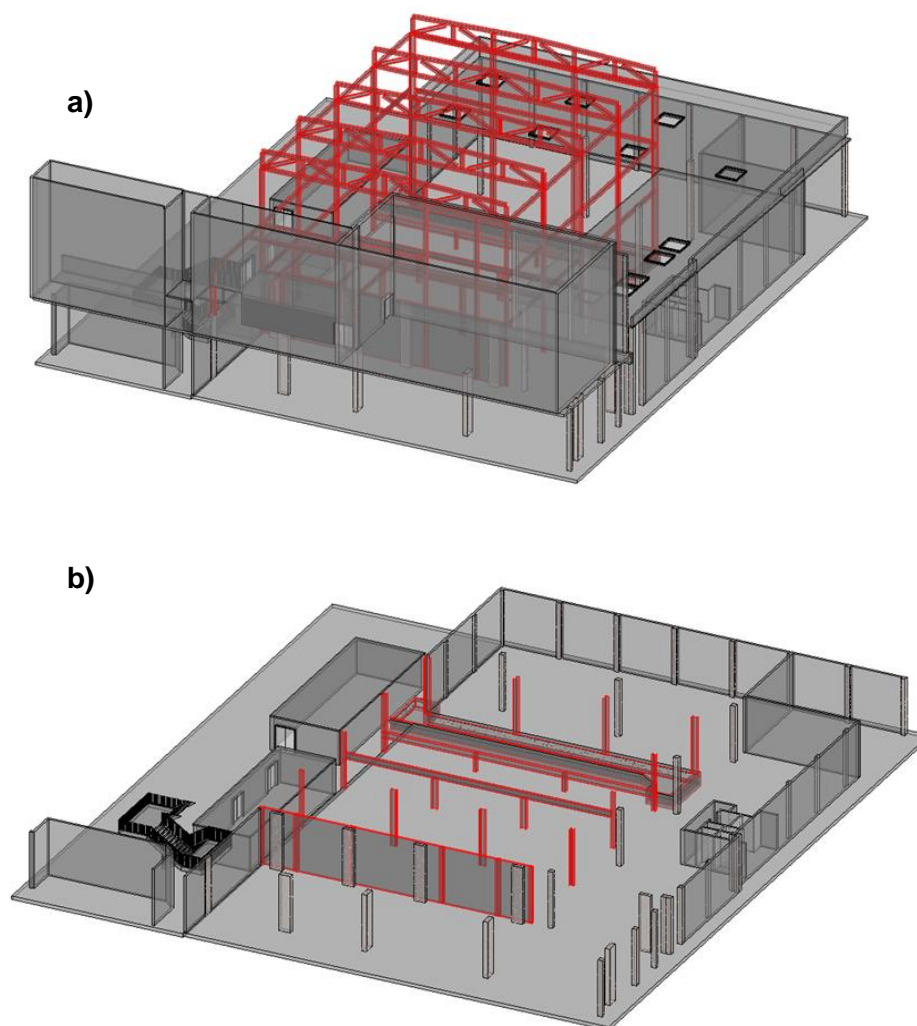


Figura 4.22 - Construção nova alçado Norte; **a)** Vista alçado este; **b)** Corte Transversal

A fase da construção nova, ou a fase de vermelhos, é um elemento bastante importante pois permite visualizar no modelo digital, a forma como a estrutura nova e os seus elementos se vão interligar com a estrutura existente (figura 4.23).

Como se pode verificar nas figuras, a modelação destes elementos novos numa fase precoce de projetos de reabilitação pode apoiar o projetista na tomada de decisão na escolha de soluções estruturais eficazes que sejam compatíveis com os elementos existentes.

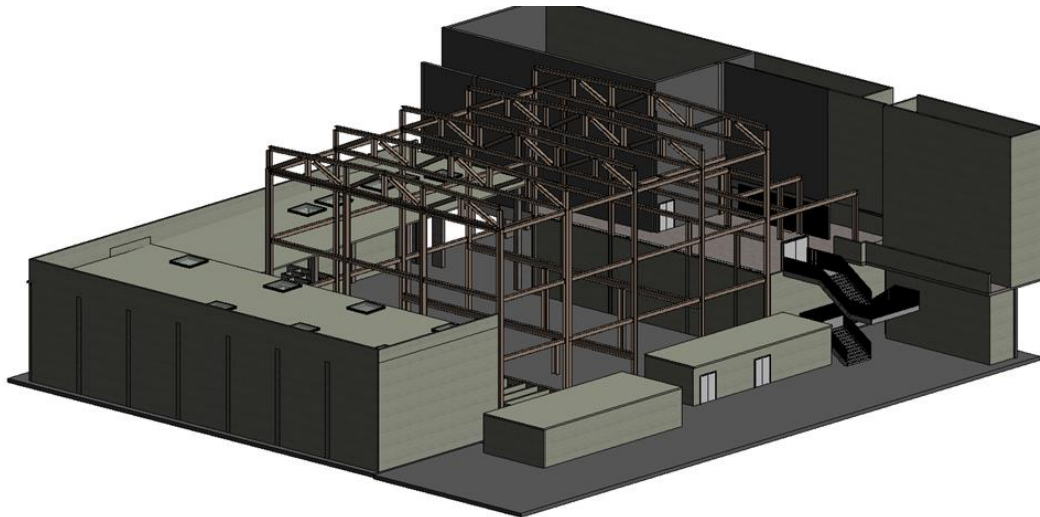


Figura 4.23 – Modelo BIM final com construção da estrutura metálica

Neste caso de estudo, existe uma preocupação acrescida devido à exigência por parte do dono de obra, no cumprimento de várias dimensões, tais como largura e comprimento com o objetivo de fornecer o número de lugares sentados (400 + 8 lugares), como também do pé-direito (15 m) para a instalação do ecrã de cinema IMAX (12 m).

4.3.3. Alterações ao Projeto durante a obra

Durante a obra, na fase de demolições, as equipas deparam -se com um obstáculo na parede exterior do alçado este. Esta parede serve de divisória entre o armazém e um posto de transformação (P.T.) de eletricidade que se encontra no exterior (figura 4.24), posto que alimenta todo o centro comercial.

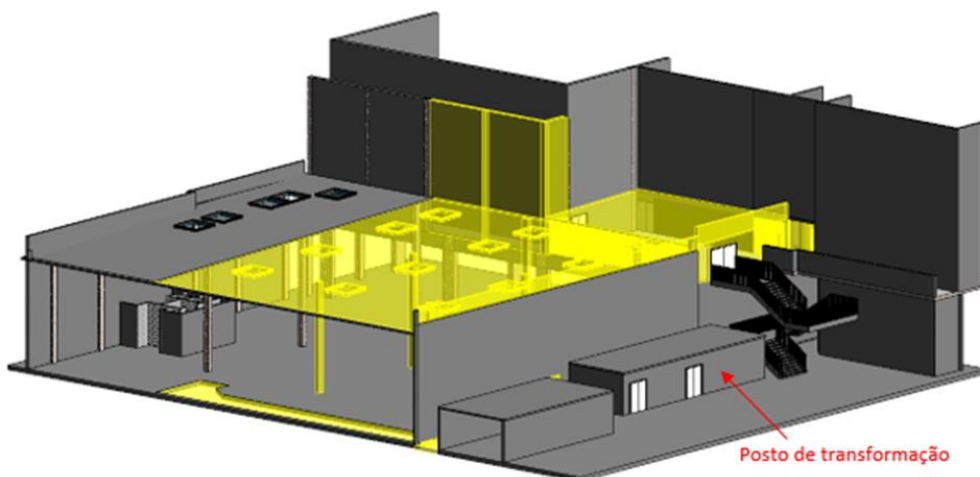


Figura 4.24 – Localização do posto de transformação no modelo BIM (fase de demolições)

Devido aos elevados custos da alteração do P.T. de lugar ou caso este fosse danificado no momento da demolição da parede, provocando um corte de energia em todo o centro comercial, optou-se por manter a parede existente e construir a nova estrutura metálica no interior (figura 4.25)



Figura 4.25 – Construção no espaço interior da nova estrutura metálica

Com a obra a decorrer, torna-se necessário o acesso a um conjunto de informações de forma a adotar uma solução viável e que respeite todas as condições. Um destes dados, é a largura livre entre a parede existente e a parede-tapume instalada para limitar o espaço intervencionado. Com o levantamento *laser scanner* do existente, foi possível recolher esta medida (23.40 m) (figura 4.26), sem ser necessário a medição em obra.

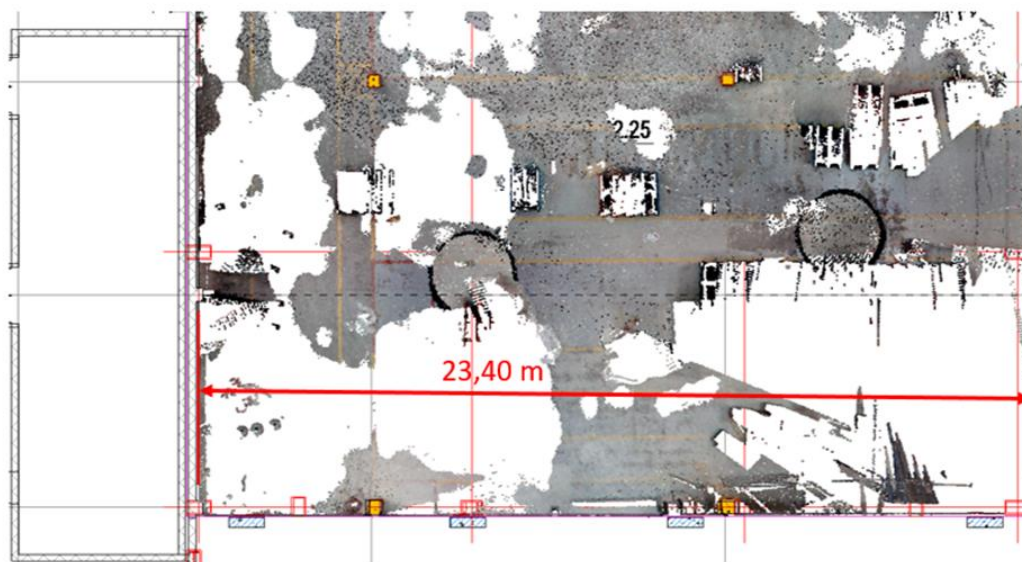


Figura 4.26 – Medição da largura livre na nuvem de pontos, em *software Revit*

A esta medida, retira-se 1,40 m relativo às duas paredes de alvenaria com isolamento acústico, cada uma com 0,70 m de espessura, sendo o vão livre final de 22,20 m. Em projeto, de forma a cumprir com os

requisitos impostos pela NOS, a largura necessária é de 22.44 m, portanto com esta alteração existe uma diferença negativa de -0,24 m entre a largura existente em obra e a necessária em projeto.

A solução viável em termos de execução e económica passa pelo redimensionamento acústico das paredes de forma a recuperar a diferença negativa de -0,24 m.

A parede de alvenaria original foi definida em *Revit*, conforme a Figura 4.27

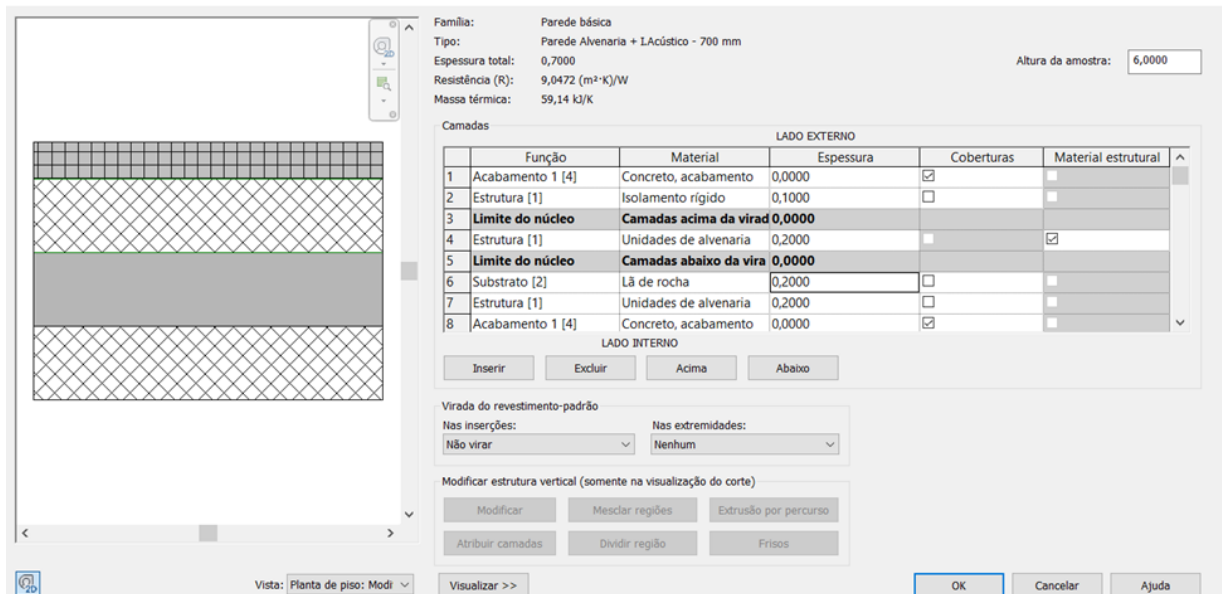


Figura 4.27 – Definição dos materiais e espessuras da solução original de parede a construir

Em modelos BIM, a modelação de paredes e a escolha das suas diferentes camadas, é um processo simples permitindo ao projetista que analise diferentes espessuras de cada camada, obtendo no imediato várias informações importantes para o estudo acústico e térmico deste elemento o que torna qualquer alteração necessária num processo simples e expedito, condições necessárias para a resolução deste obstáculo com a obra a decorrer.

Através da análise das várias espessuras e com a aprovação do engenheiro projetista do condicionamento acústico, alterou -se a constituição original desta parede exterior para a solução demonstrada na Figura 4.28.

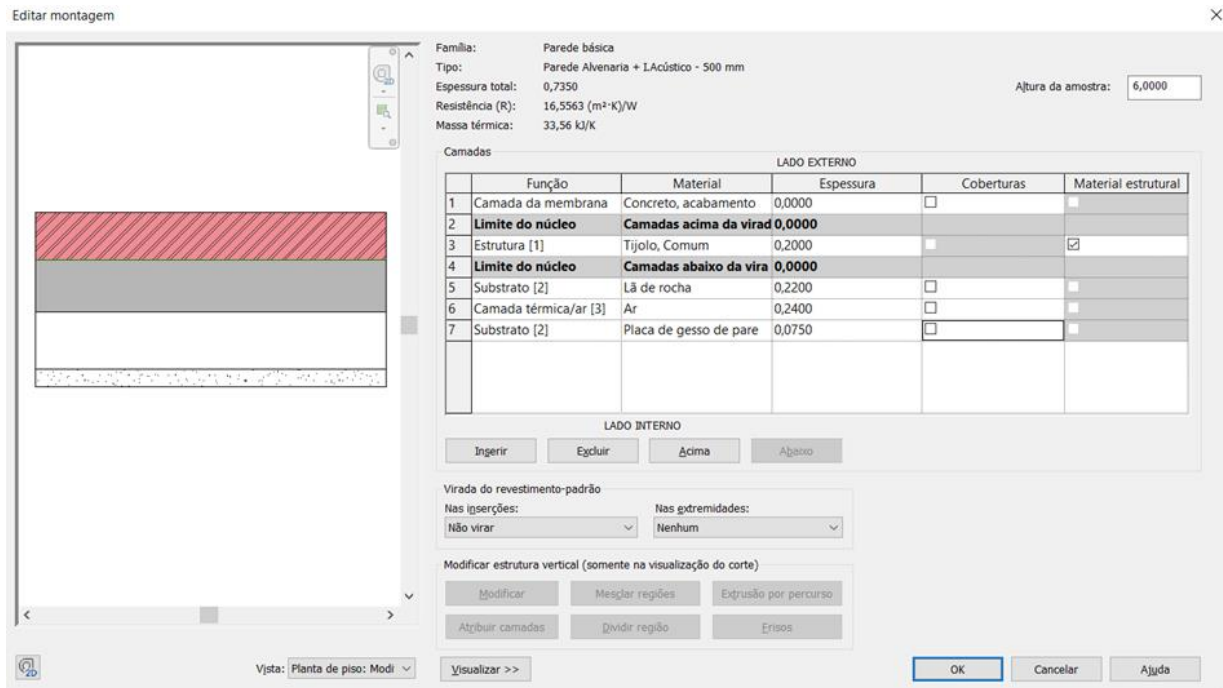


Figura 4.28 – Alteração dos materiais e espessuras da solução original para a solução final de parede

De forma a comprar a solução projetada para a nova parede a construir com a solução final, correspondente ao que é possível executar no local, fez-se a Tabela 4.2. Aqui poderá encontrar-se os diferentes materiais e respetivas espessuras de ambas as soluções.

Tabela 4.2 - Tabela comparativa da solução original com a solução final da parede exterior

Camada	Solução original	Esp. (m)	Solução final	Esp. (m)	Diferença (m)
1	Reboco	0.001	Reboco	0.001	0,00
2	ETICS	0.10	-	-	- 0,10
3	Blocos de Betão	0.20	Alvenaria Existente	-	Estrutura já existente: - 0.20
4	Lã Rocha	0.20	Lã Rocha	0.22	0.02
5	Blocos de Betão	0.20	Caixa de Ar	0.24	0.04
6	Reboco	0.001	Placa de Gesso	0.075	0.075
Espessura Total:		0,70	Espessura Total:	0,535	-0,165

Neste capítulo foi demonstrada a modelação e alteração desta solução de parede, pois foi a que sofreu maiores alterações à sua constituição de materiais e espessuras. Pela análise da tabela, conclui-se que com esta solução existe um ganho de 0.165 m. Como é necessário recuperar 0.24 m, na parede que separa o novo cinema do restante armazém do Continente, substituiu -se uma das placas de lâ rocha (Esp. 0.10 m) por uma caixa-de-ar de com 0.03 m. Desta forma, com estas alterações nas paredes de alvenaria, recupera -se a largura livre de 22.44 m, e mantém -se os requisitos acústicos da sala de cinema IMAX.

4.4. Proposta de metodologia de abordagem em projetos de reabilitação funcional

Após realização dos procedimentos descritos, e análise dos resultados obtidos no caso de estudo, aferiu-se que a abordagem realizada para o estudo comparativo do projeto com o existente, não foi a mais adequada para a situação em causa. Neste sentido, passa-se a apresentar (Figura 4.29) de forma esquemática uma proposta que visa ser um guia de orientação na abordagem de projetos de reabilitação funcional.

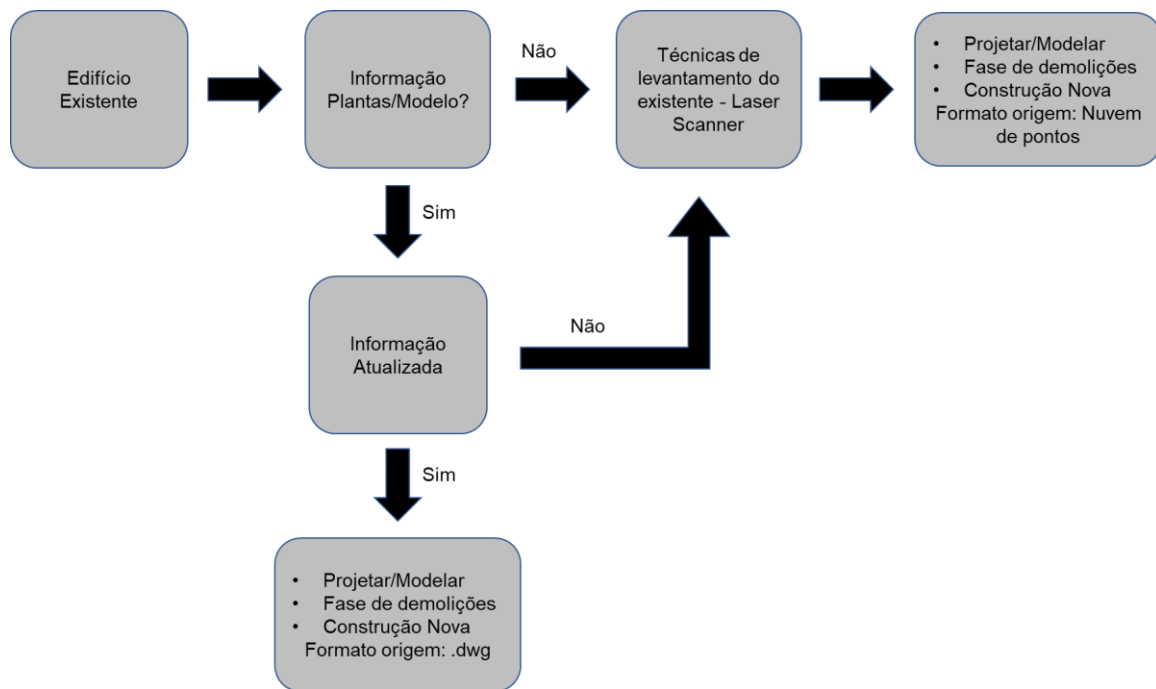


Figura 4.29 – Esquema de abordagem em projetos de reabilitação funcional

Neste caso de estudo, a abordagem usada foi inversa aquela que se propõem no esquema apresentado na figura. Este facto deve-se que, para a realização dos modelos BIM, foi fornecido inicialmente as plantas em formato .dwg do edifício existente, e só posteriormente foi possível realizar o levantamento *laser scanner*, e de modo a não atrasar a parte prática, se iniciou a modelação com base nessas plantas.

Os resultados demonstram que as plantas em formato .dwg não correspondem ao existente, e através da comparação com a informação obtida por levantamento *laser scanner*, identificaram-se bastantes diferenças que neste caso de estudo seriam obstáculos que comprometeriam o decorrer normal da obra, com custos e tempo de trabalho acrescidos.

A abordagem proposta insere-se numa fase prévia do ciclo de vida de um projeto de reabilitação (figura 4.30), fase na qual onde se projeta a construção nova e respetivas especialidades, compatibilizando-se estes novos elementos com o existente.

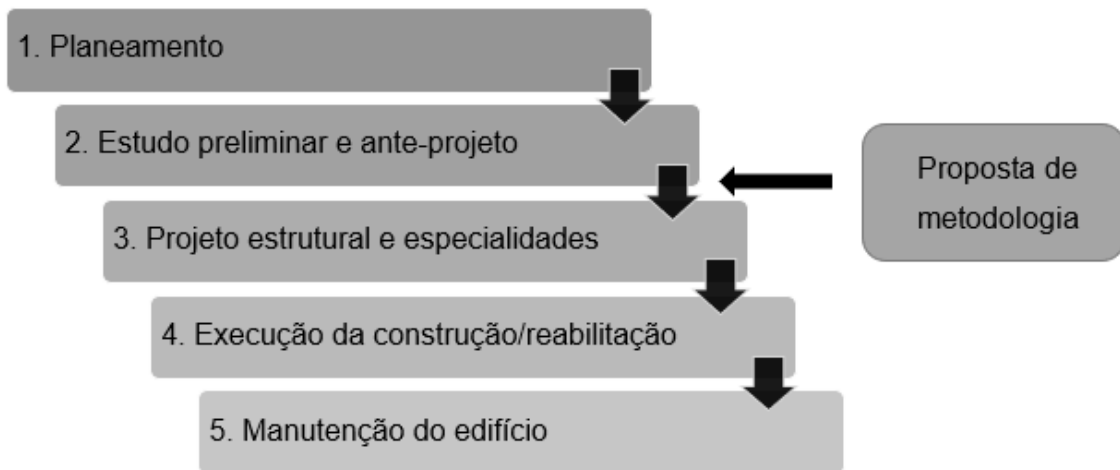


Figura 4.30 – Interação entre a metodologia proposta com o ciclo de vida de um projeto de construção/reabilitação

Conforme figura 4.30 a introdução desta abordagem com recurso a metodologia BIM entre a fase 2 e 3, contribuirá positivamente para fases futuras de um projeto. Realizar uma compatibilização prévia entre o existente e a construção nova, num único modelo digital com toda a informação relativa ao edifício a reabilitar, permite que em fases de execução de obra, todos os obstáculos e até constrangimentos entre as várias especialidades a instalar, estejam analisados e solucionados.

Este contributo faz com que projetos de reabilitação se tornem financeiramente e tecnicamente mais viáveis que os projetos atuais, pois existe um maior controlo de custos e tempo das atividades, bem como um planeamento prévio de atividades com grau elevado de dificuldade ao nível técnico.

Vantagens e limitações

Sendo uma metodologia a aplicar em casos práticos com base em novas tecnologias, esta apresenta vantagens e limitações em relação ao método tradicional na abordagem de projetos de reabilitação, relativamente ao tempo, custos e gestão de pessoal e equipamentos.

Na metodologia proposta, com a utilização de laser scanner, obtém -se num menor período de tempo um nível de detalhe, relativamente à geometria e localização dos elementos, superior ao método tradicional. Conforme descrito no caso de estudo da presente dissertação, esta informação apresenta -se num modelo digital que pode ser partilhado por vários intervenientes sem existir perda de informação e sobre a qual se pode criar um projeto de reabilitação preciso e ajustado à realidade do edifício ou espaço.

Como limitações, a técnica de levantamento por laser scanner necessita de pessoal qualificado na execução do planeamento do levantamento e posteriormente no tratamento da informação recolhida, pois este processo não é totalmente automático, ou seja, é necessário modelar sobre aquele aglomerado de pontos o objeto ou elemento existente. Outra limitação, e que foi verificada neste caso de estudo, é que para um levantamento preciso é necessário realizar uma limpeza e remoção dos obstáculos, de forma que

seja possível o equipamento captar todos os pontos dos elementos em estudo, sendo que numa fase tão prévia do projeto nem sempre é possível executar esta atividade.

Atualmente, a aplicação destas atividades, apresentam custos superiores relativamente às técnicas tradicionais, condição que muitas empresas ou até donos dos edifícios não estão dispostos a pagar. Apesar destas atividades acrescentarem um custo extra à fase de projeto, na fase de execução e construção, esta metodologia apresenta retornos positivos ao nível de custos e no prazo da obra, pois todos os constrangimentos e incompatibilidades entre elementos antigos e novos estão previamente identificados. Prevê-se que com o aumento do uso destes levantamentos e com a execução de mais projetos em modelos digitais com base BIM, estes custos diminuam, pois existirá uma maior oferta por parte de empresas qualificadas e com experiência destes serviços e atividades.

Os modelos obtidos apresentam uma grande quantidade de informação ao nível da nuvem de pontos como posteriormente no modelo digital BIM do projeto de reabilitação, sendo necessário equipamento informático com grande capacidade de suporte para partilha, análise e manipulação destes modelos. Nesta dissertação, uma das dificuldades sentidas foi ao nível da manipulação da nuvem de pontos e do modelo com base na mesma, pois o equipamento disponível não possuía capacidade suficiente para cumprir com os objetivos. Ao nível das empresas do setor AECO, é necessário um investimento considerável na aquisição de equipamentos e de licenças para uso de *softwares* (exemplo: *Revit* ou *Archicad*), com as ferramentas necessárias à execução de projetos BIM e na qualificação dos seus quadros técnicos.

Capítulo 5

Conclusões e Desenvolvimentos Futuros

5.1. Conclusões

Neste trabalho foram avaliadas as vantagens e problemáticas da aplicação de técnicas de levantamento e de modelação, quer do existente, quer dos elementos a construir com recurso a *softwares* com base em metodologia BIM. Através da pesquisa bibliográfica e o trabalho prático desenvolvido na presente dissertação foi, assim, possível tirar várias conclusões.

A utilização de levantamentos com recurso ao *laser scanner* é cada vez mais uma realidade em Portugal, com predominância em edifícios de grandes dimensões e complexidade onde serve de apoio topográfico e de controlo de obra, mas assiste-se a uma tendência na generalização da aplicação desta técnica em levantamentos para projetos de reabilitação de edifícios. Este tipo de levantamento apresenta inúmeras vantagens em relação aos levantamentos tradicionais, sendo uma delas a facilidade de aquisição da informação relativa ao edifício, e posteriormente a sua manipulação numa nuvem de pontos.

Apesar da obtenção da nuvem de pontos ser um processo expedito, manipular e tratar todos os dados obtidos dos diferentes levantamentos com o objetivo de obter um único modelo consistente, não é um processo automatizado, sendo necessário recorrer a aplicações que permitem a semi-automatização desta tarefa. Este caso de estudo permitiu a aquisição de conhecimentos sobre a técnica de levantamento, o tratamento dos dados adquiridos, e a posterior modelação por objetos, explorando assim a melhor forma de aplicar o BIM em ficheiros deste formato.

Na modelação dos objetos existentes, foi demonstrado que, apesar de ser uma tarefa que exige algum tempo e conhecimento do utilizador, é possível obter virtualmente um modelo representativo do real, com um elevado nível de detalhe e pormenorização. Durante todo este processo de modelação do edifício, a apresentação tridimensional (3D), tornou-se um poderoso auxiliar na identificação de diferenças entre os dois modelos já descritos, anomalias nos elementos existentes e na obtenção de medidas dimensionais essenciais à tomada de decisão e agilizando as mesmas.

O *software* usado permite a possibilidade de integrar no mesmo modelo, as diversas fases de construção, tais como a demolição e a construção nova, sendo esta ferramenta uma mais-valia, pois no mesmo modelo aglomera-se toda a informação, que pelos meios tradicionais, implicava a realização de desenhos

diferenciados. Com o modelo BIM, retiram-se automaticamente desenhos e vistas dos elementos que nele estão inseridos. Sendo um único modelo, evita-se cópias de ficheiros, prevenindo-se desta forma erros e omissões que pudessem eventualmente ocorrer na passagem de informação de um lado para o outro. A rentabilização do tempo gasto para tarefas mais morosas como é o caso da criação de objetos é uma das suas vantagens mais notórias.

Neste sentido, conclui -se que a integração do BIM num projeto de reabilitação tem bastantes vantagens em relação aos métodos convencionalmente utilizados, tanto no tratamento da informação sobre o edifício existente como na criação de todos os elementos novos a adicionar ao existente. Com o uso mais frequente de técnicas de levantamento como o *laser scanner*, os custos de aquisição e recolha de informação serão cada vez menores, e assim sendo, as empresas do setor AECO, irão substituir os seus aparelhos bidimensionais em levantamentos topográficos e arquitetónicos por aparelhos tridimensionais, sendo expectável num futuro próximo a criação automática de modelos BIM.

5.2. Desenvolvimentos futuros

Relativamente ao *laser scanner*, e conforme já referido, este é um assunto de grande interesse e com novos desenvolvimentos, nomeadamente a questão da automatização da transformação da nuvem de pontos em componentes que *softwares* BIM consigam identificar, de modo a criarem automaticamente objetos.

Seria interessante acrescentar informação suplementar ao modelo, através de ensaios ou sondagens, dados sobre características da construção, materiais usados e patologias dos mesmos, de forma a permitir decisões de intervenção viáveis, consoante a finalidade pretendida para cada elemento.

Como desenvolvimentos futuros deste trabalho relacionado com o modelo BIM, considera-se que seria interessante explorar mais aprofundadamente a questão das dimensões BIM, tais como, a obtenção de plano de trabalhos e faseamento de obra (4D), mapa de quantidades e de custos (5D), e se possível comparar os mesmos com os mapas obtidos durante o curso da obra em estudo nesta dissertação.

Outro desenvolvimento futuro, seria a abordagem da geração de renders e produção de vídeos que se revelam uma forma bastante prática para a comunicação entre os diversos intervenientes, nomeadamente entre o dono de obra e o arquiteto. Para os desenvolvimentos futuros enumerados, seria necessário a exploração de outro tipo de *softwares*, nomeadamente o *Autodesk Naviswork*.

Referências bibliográficas

- Abreu, M. e Lucas J. C. 2002. *Terminologia Geral Sobre Patologia Da Construção*. Editado por LNEC. Lisboa
- Andrade, M. L. e Ruschel R. C. 2009. "Interoperabilidade de Aplicativos BIM Usados Em Arquitetura Por Meio Do Formato IFC." *Gestão & Tecnologia de Projetos* 4(2):76–111
- Appleton, J. 2003. *Reabilitação de Edifícios Antigos – Patologias E Tecnologias de Intervenção*. Edições Orion
- Appleton, J. 2011. "A Sustentabilidade Nos Projetos de Reabilitação de Edifícios.". Encontro Nacional de Engenharia Civil - ENEC 2011
- Bryde, D., Broquetas M., e Volm J. M.. 2013. "The Project Benefits of Building Information Modelling (BIM)." *International Journal of Project Management* 31(7):971–80
- Bullen, P. A. 2007. "Adaptive Reuse and Sustainability of Commercial Buildings." *Facilities* 25(1/2):20–31
- Bullen, P. A. e Love, P. E. D.. 2011. "Adaptive Reuse of Heritage Buildings." *Structural Survey* 29 :411–21
- Corrêa, F. R. e Santos, E. T.. 2013. "Ontologias Na Construção Civil: Uma Alternativa Para O Problema De Interoperabilidade Com O Uso Do Ifc." *VI Encontro de Tecnologia de Informação E Comunicação Na Construção* 9(2):1271–82
- Crespo, C. C. e Ruschel, R. C.. 2007. "Ferramentas BIM: Um Desafio Para a Melhoria No Ciclo de Vida Do Projeto." *Encontro de Tecnologia de Informação E Comunicação Na Construção Civil* (3):9
- Eadie, R., Browne, M., Odeyinka, H., McKeown, C. e McNiff., S.. 2013. "BIM Implementation throughout the UK Construction Project Lifecycle: An Analysis." *Automation in Construction* 36:145–51

- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. e Liston, K.. 2011. *BIM Handbook - A Guide to Building Information Modelling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. Edições I. John Wiley & Sons
- Gamazo, C. G.. 2016. "Urban Renewal Versus Rehabilitation - Case of Fuencarral Social Housing Estates in Madrid." *Procedia Engineering* 161:2109–14
- Ghassemi, R. e Becerik-Gerber, B.. 2011. "Transitioning to Integrated Project Delivery: Potential Barriers and Lessons Learned." *Lean Construction Journal* (September)
- Del Giudice, M. e Osello, A.. 2013. "BIM for Cultural Heritage." *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives* 40(5W2)
- Göçer, Ö. et al. 2016. "Old and New - The Complex Problem of Integrating New Functions into Old Building." *Procedia Engineering* 161:14–27
- GSA. 2009. "GSA Building Information Modeling Guide Series: 03 – GSA BIM Guide for 3D Imaging." (January)
- INE e LNEC. 2013. *O Parque Habitacional E a Sua Reabilitação - Análise e Evolução 2001-2011*
- Jung, W. e Lee, G.. 2015. "The Status of BIM Adoption on Six Continents." *International Journal of Civil, Structural, Construction and Architectural Engineering* 9(5):406–10
- Kivits, R. A. e Furneaux, C.. 2013. "BIM: Enabling Sustainability and Asset Management through Knowledge Management." *The Scientific World Journal* 2013
- Lino, J. C., Azenha, M. e Lourenço, P.. 2012. "Integração Da Metodologia BIM Na Engenharia de Estruturas." *Encontro Nacional Betão Estrutural -BE2012* 24–26
- Lopes, J.. 2016. "Estruturação da interoperabilidade entre objetos BIM e a aplicação PRONIC na especialidade de instalações Prediais", FCT – UNL
- Madeira, C. A. C. L.. 2009. "A Reabilitação Habitacional Em Portugal - Avaliação Dos Programas RECRUA, REHABITA, RECRIPH E SOLARH." Universidade Técnica de Lisboa
- Mahdjoubi, L., Moobela, C. e Laing, R.. 2013. "Providing Real-Estate Services through the Integration of 3D Laser Scanning and Building Information Modelling." *Computers in Industry* 64(9):1272–81

- Monteiro, A. e Martins, J.. 2011. "Building Information Modeling (BIM) - Teoria E Aplicação." *International Conference on Engineering UBI 10*
- Paiva, J. V., Aguiar, J. e Pinho, A.. 2006. *Guia Técnico de Reabilitação Habitacional*. Editado por INH and LNEC
- Penttila, Rajala, H, M. e Freese, S.. 2007. "Building Information Modelling of Modern Historic Buildings." *Predicting the Future, 25th eCAADe Konferansı, Frankfurt Am Main, Germany* 607–14
- Portas, N., Domingues, A. e Cabral, J.. 2003. *Políticas Urbanas - Tendências, Estratégias E Oportunidades*. Editado por F. Calouste Gulbenkian
- Randall, T. 2013. "Client Guide to 3D Scanning and Data Capture." 35
- Shaikh, A. A., Raju, R., Malim, N. L. e Jayaraj, G. K.. 2016. "Global Status of Building Information Modeling (BIM) - A Review." *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication* (March):300–303
- Smith, P.. 2014. "BIM Implementation - Global Strategies." in *Procedia Engineering*, vol. 85
- Succar, B. 2009. "Building Information Modelling Framework: A Research and Delivery Foundation for Industry Stakeholders." *Automation in Construction* 18(3):357–75
- Taborda, P. e Cachadinha, N.. 2012. "BIM Nas Obras Públicas Em Portugal: Condicionantes Para Uma Implementação Com Sucesso." *Congresso Construção 2012* 1–14
- Tang, P., Huber, D., Akinci, B., Lipman, R. e Lytle, A.. 2010. "Automatic Reconstruction of as-Built Building Information Models from Laser-Scanned Point Clouds: A Review of Related Techniques." *Automation in Construction* 19(7):829–43
- Volk, R., Stengel, J. e Schultmann, F.. 2014. "Building Information Modeling (BIM) for Existing Buildings - Literature Review and Future Needs." *Automation in Construction* 38(April):109–27

Websites Visitados: 01 de Março de 2017 a 30 de Julho de 2017

(w1) <https://www.fundacaoedp.pt/pt/conteudo/central>

(w2) <http://www.fabricaasa.eu/products#vpageGaleria>

(w3) <https://www.flickr.com/photos/mpjcoelho/4167771580/>

(w4) <http://www.steelstacks.org/about/what-is-steelstacks/>

(w5) <http://www.gasometer.at/de/architektur>

(w6) <https://www.emaze.com/@AQWRZFIC/BIM>

(w7) <http://blogs.autodesk.com/mundoaec/desmistificando-o-bim-com-foco-em-infraestrutura/>

Anexos

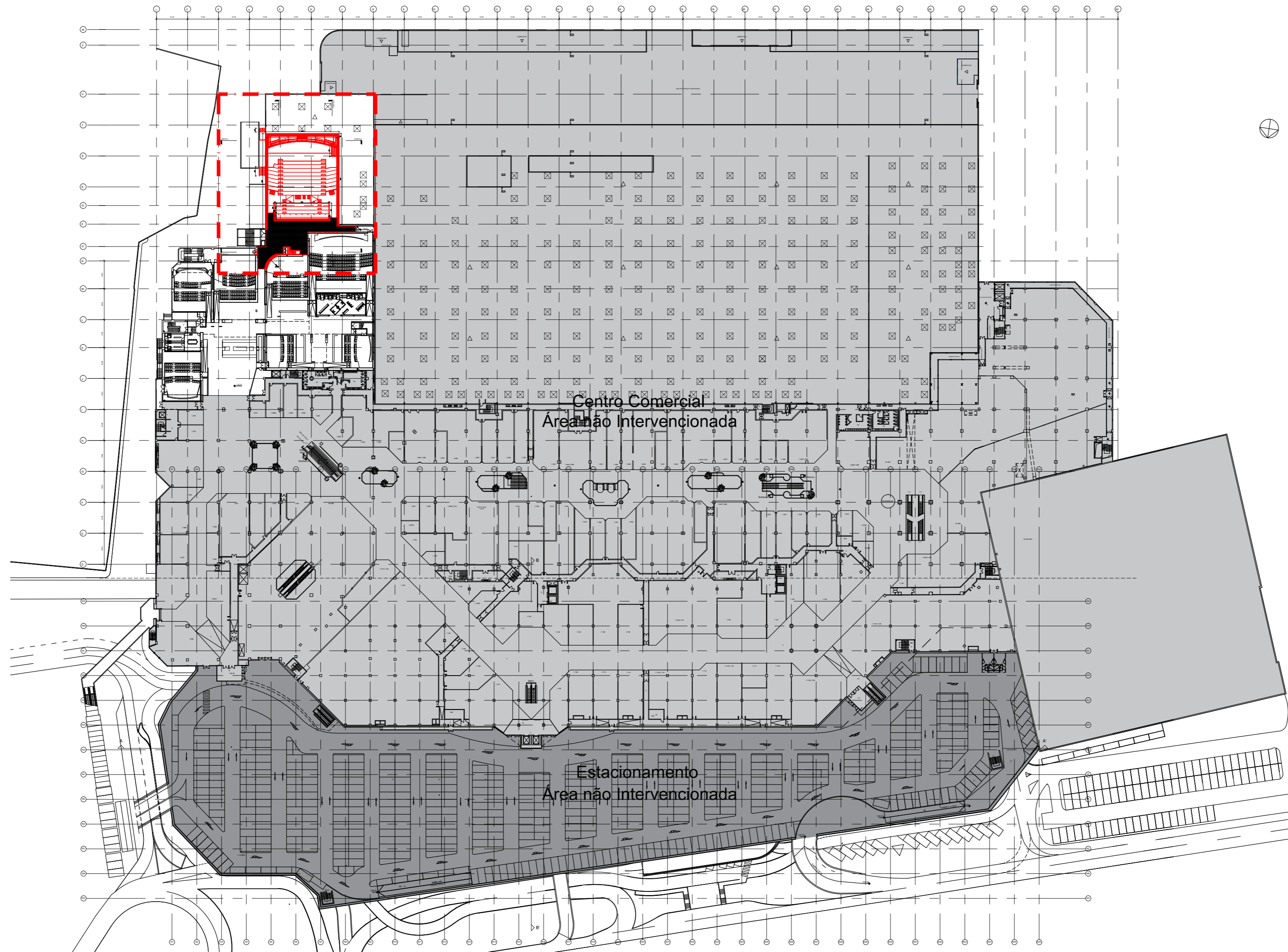
Anexo 1 – Plantas em formato .dwg fornecidas pela Sonae Sierra

PROJECTO DE EXECUÇÃO

NOVA SALA DE CINEMA - IMAX

Índice de Peças Desenhadas

01 - PLANTA DE LOCALIZAÇÃO ALTERAÇÕES		1:1000
02 - PLANTA DO PISO 0 ALTERAÇÕES		1:100
03 - PLANTA DO PISO 1 ALTERAÇÕES		1:100
04 - PLANTA DO PISO PLATAFORMA DE PROJECCÃO ALTERAÇÕES	(REVISTO)	1:100
05 - PLANTA DO PISO COBERTURA ALTERAÇÕES		1:100
06 - CORTES A e B ALTERAÇÕES	(REVISTO)	1:100
07 - CORTE C e D ALTERAÇÕES	(REVISTO)	1:100
08 - ALÇADO NASCENTE ALTERAÇÕES		1:100
09 - MAPA DE VÃOS		1:20
10 - PORMENORES DE ISOLAMENTO DE PAREDES E TECTO		1:5
11 - PORMENORES DE GUARDAS		1:20



Promotor / Developer

SONAE SIERRA

Arquitecto / Project Architect

Jorge Manuel Garcia P. Morgadinho

Inscrito na Ordem dos Arquitectos sob o N.º 4697

Desenvolvimento Conceptual e Arquitectura
Design Manager

Gonçalo Pessoa Jorge

**PROJECTO DE EXECUÇÃO
SALA IMAX**

Requerente / Applicant

CASCAISHOPPING - Centro Comercial S.A.

Especialidade / Speciality

ARQUITECTURA

Designação / Drawing Title

**PLANTA PISO 1 (COTA 138.35)
LOCALIZAÇÃO DA INTERVENÇÃO**

Escala / Scale

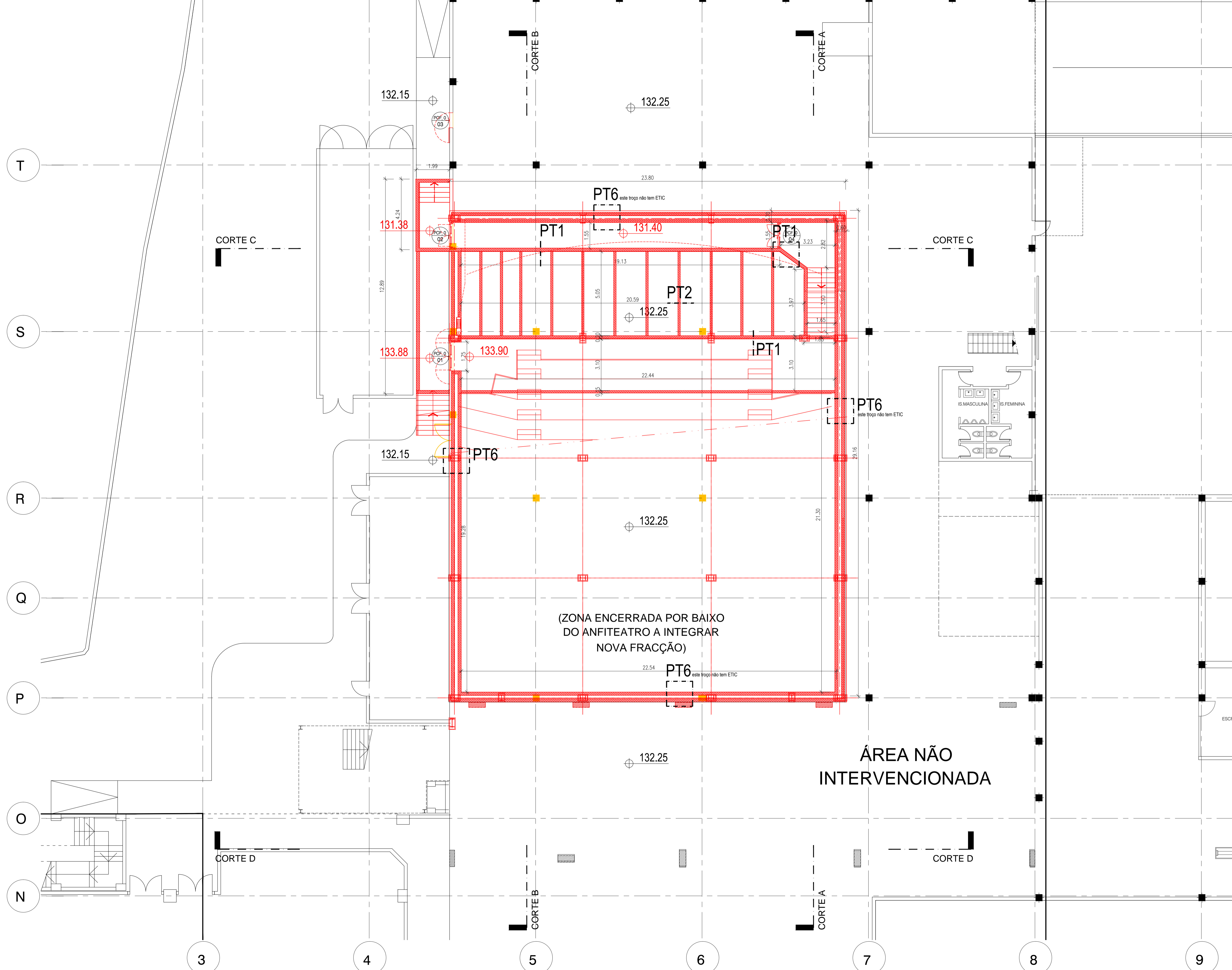
(A2) 1:1000

Desenho Nº / Drawing Nº

Data / Date

30-11-2016

001



- DEMOLIÇÃO / REMOÇÃO
 - CONSTRUÇÃO NOVA
- Tipologia de parede
- PT1**
Parede de alvenaria de bloco de betão amassado 200 e rebocado nas faces
 - PT2**
Parede de alvenaria de bloco de betão amassado 150 e rebocado nas faces
 - PT3**
Divisória de gesso cartonado dupla-placagem
 - PT4**
Estrutura em painéis de Viroc fixos a estrutura metálica
 - PT5**
Divisória em Painel Sandwich / fachada tipo FTB PF 1000 esp. 100mm e duas placas de gesso intercaladas com lâmina amortecedora MAD4/Danososa (4mm)
- Ver pormenores de isolamentos
- PT6**
Parede de separação entre a sala de cinema e o exterior: Área da parede entre a laje do piso 0 e a bancada / plateia
 - PT7**
Parede de separação entre a sala de cinema e o exterior: Área da parede entre a bancada e a cobertura
 - PT8**
Parede de separação entre a sala de cinema e a cabine de projeção
 - PT9**
Parede exterior da área técnica alvenaria até 3,20m e até cobertura em painel tipo sandwich, pelo interior com gesso cartonado
- Tecto
- PT10**
Constituição tipo da cobertura e do tecto isolante sala de cinema
 - PT11**
Constituição do tecto da circulação de acesso à área técnica
- Vão de porta

Promotor / Developer
SONAE SIERRA

Arquiteto / Project Architect
Jorge Manuel Garcia P. Morgadinho
Inscrito na Ordem dos Arquitectos sob o N.º 4697

Desenvolvimento Conceptual e Arquitectura
Design Manager
Gonçalo Pessoa Jorge

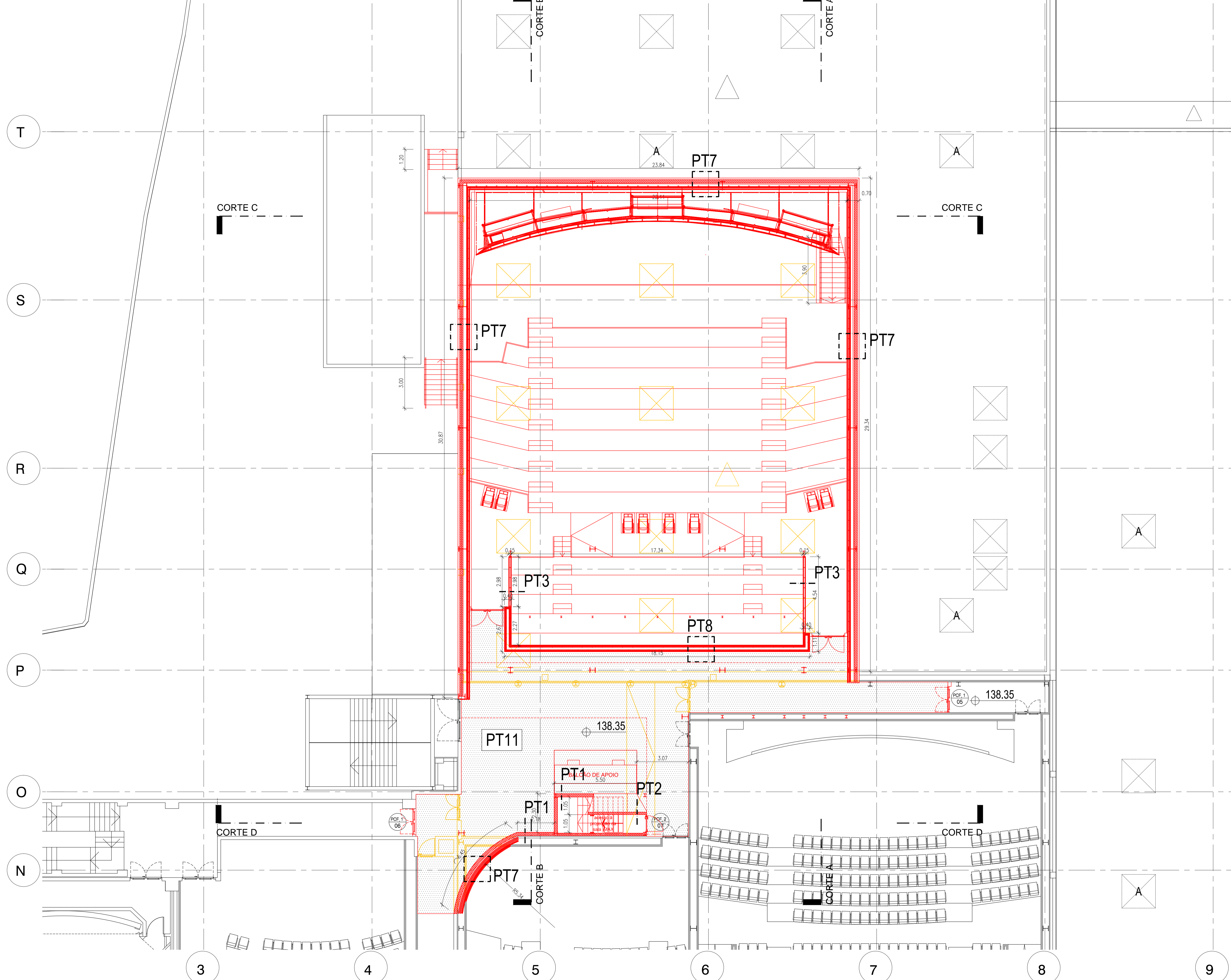
PROJECTO DE EXECUÇÃO
SALA IMAX

Requerente / Applicant
CASCAISHOPPING - Centro Comercial S.A.

Especialidade / Speciality
ARQUITECTURA

Designação / Drawing Title
PLANTA PISO 0 (COTA 132.25)
COMPARTIMENTAÇÃO

Escala / Scale (A1) 1:100 Desenho Nº / Drawing Nº 002
Data / Date 30-11-2016



- DEMOLIÇÃO / REMOÇÃO
- CONSTRUÇÃO NOVA

- Tipologia de parede**
- PT1**
Parede de alvenaria de bloco de betão amassado 200 e rebocado nas faces
- PT2**
Parede de alvenaria de bloco de betão amassado 150 e rebocado nas faces
- PT3**
Divisória de gesso cartonado dupla-placagem
- PT4**
Estrutura em painéis de Viroc fixos a estrutura metálica
- PT5**
Divisória em Painel Sandwich / fachada tipo FTB PF 1000 esp. 100mm e duas placas de gesso intercaladas com lâmina amortecedora MAD4/Danososa (4mm)

- Ver pormenores de isolamentos**
- PT6**
Parede de separação entre a sala de cinema e o exterior: Área da parede entre a laje do piso 0 e a bancada
- PT7**
Parede de separação entre a sala de cinema e o exterior: Área da parede entre a bancada e a cobertura
- PT8**
Parede de separação entre a sala de cinema e a cabine de projecção
- PT9**
Parede exterior da área técnica alvenaria até 3,20m e até cobertura em painel tipo sandwich, pelo interior com gesso cartonado

- Tecto**
- PT10**
Constituição tipo da cobertura e do tecto isolante sala de cinema
- PT11**
Constituição do tecto da circulação de acesso à sala (foyer/quosque) sob área técnica

- Vão de porta

Promotor / Developer
SONAE SIERRA

Arquitecto / Project Architect
Jorge Manuel Garcia P. Morgadinho
Inscrito na Ordem dos Arquitectos sob o N.º 4697

Desenvolvimento Conceptual e Arquitectura
Design Manager
Gonçalo Pessoa Jorge

**PROJECTO DE EXECUÇÃO
SALA IMAX**

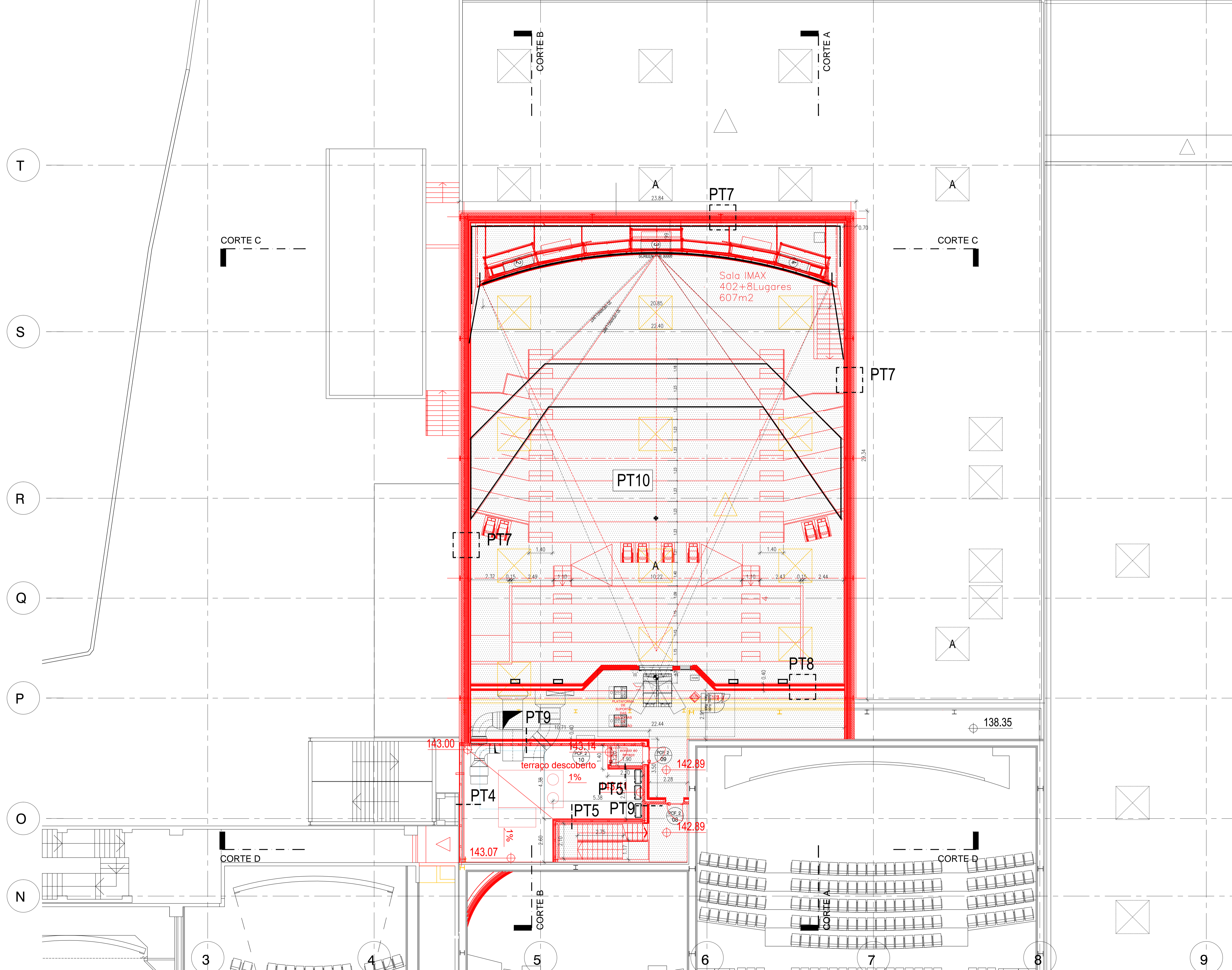
Requerente / Applicant
CASCAISHOPPING - Centro Comercial S.A.

Especialidade / Speciality
ARQUITECTURA

Designação / Drawing Title
**PLANTA PISO 1 (COTA 138.35)
COMPARTIMENTAÇÃO**

Escala / Scale (A1) 1:100 Desenho Nº / Drawing Nº 003
Data / Date 30-11-2016

SETO OBSERVAR PODE SER REPRODUCIDO TODOS OS DIAS SEM LIMITAÇÃO DE EMPRESAS



- DEMOLIÇÃO / REMOÇÃO
- CONSTRUÇÃO NOVA

Tipologia de parede

- PT1**
Parede de alvenaria de bloco de betão amassado 200 e rebocado nas faces
- PT2**
Parede de alvenaria de bloco de betão amassado 150 e rebocado nas faces
- PT3**
Divisória de gesso cartonado dupla-placagem
- PT4**
Estrutura em painéis de Viroc fixos a estrutura metálica
- PT5**
Divisória em Painel Sandwich / fachada tipo FTB PF 1000 esp. 100mm e duas placas de gesso intercaladas com lâmina amortecedora MAD4/Danososa (4mm)

Ver pormenores de isolamentos

- PT6**
Parede de separação entre a sala de cinema e o exterior: Área da parede entre a laje do piso 0 e a bancada
- PT7**
Parede de separação entre a sala de cinema e o exterior: Área da parede entre a bancada e a cobertura
- PT8**
Parede de separação entre a sala de cinema e a cabine de projecção
- PT9**
Parede exterior de área técnica alvenaria até 3,20m e até cobertura em painel tipo sandwich, pelo interior com gesso cartonado

Tecto

- PT10**
Constituição tipo da cobertura e do tecto isolante sala de cinema
- PT11**
Constituição do tecto da circulação de acesso à sala (foyer/quosque) sob área técnica

Vão de porta

Promotor / Developer
SONAE SIERRA

Arquitecto / Project Architect
Jorge Manuel Garcia P. Morgadinho
Inscrito na Ordem dos Arquitectos sob o N.º 4697
Design Manager
Gonçalo Pessoa Jorge

PROJECTO DE EXECUÇÃO
SALA IMAX

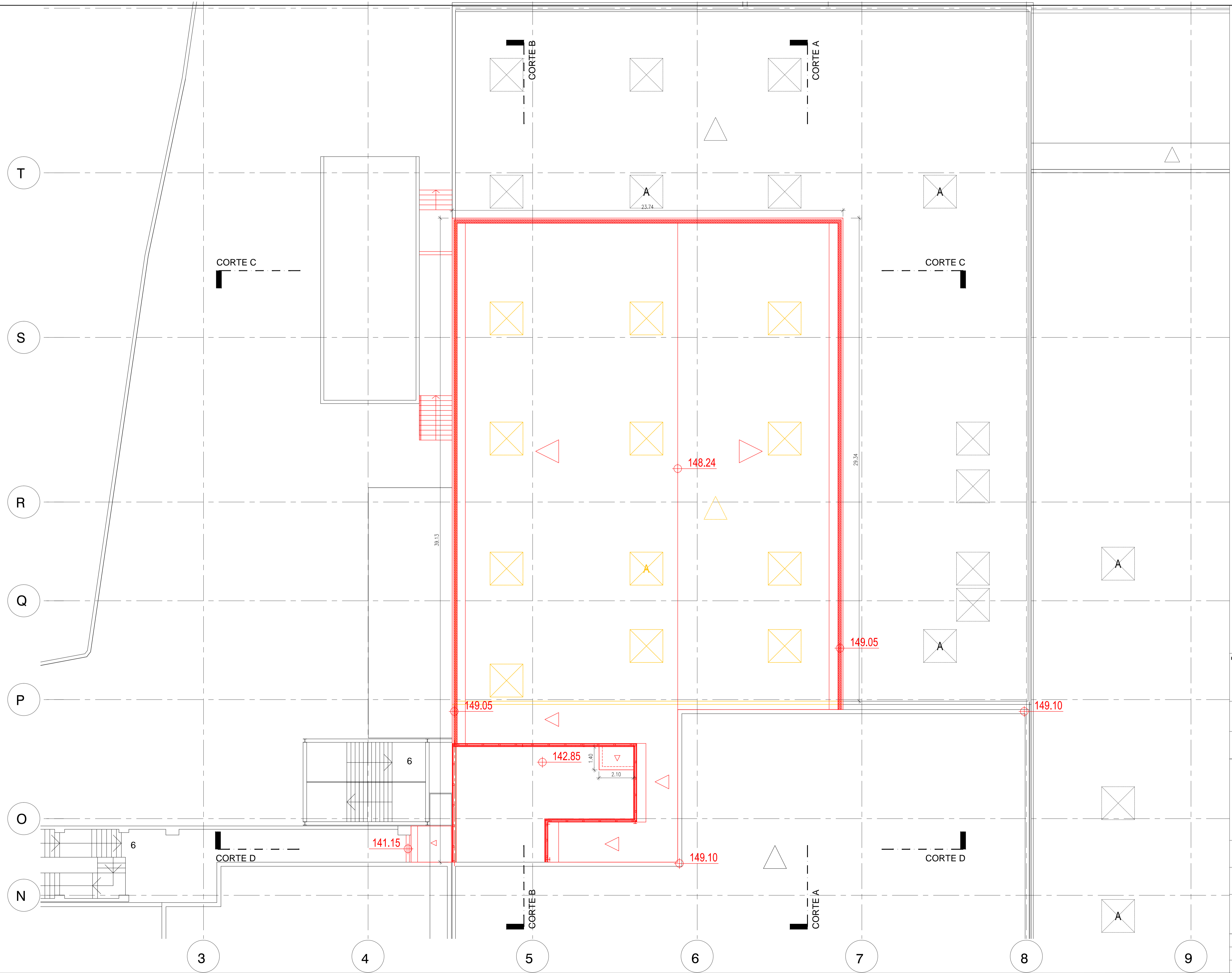
Requerente / Applicant
CASCAISHOPPING - Centro Comercial S.A.

Especialidade / Speciality
ARQUITECTURA

Designação / Drawing Title
PLANTA PISO DA PLATAFORMA DE PROJEÇÃO (COTA 144.25) COMPARTIMENTAÇÃO

Escala / Scale (A1) 1:100 Desenho N.º / Drawing N.º 004
Data / Date 28-02-2017

ESTE DESENHO NÃO PODE SER REPRODUZIDO TOTAL OU PARCIALMENTE SEM A AUTORIZAÇÃO ESCRITA DO PROMOTOR



- DEMOLIÇÃO / REMOÇÃO
- CONSTRUÇÃO NOVA

Promotor / Developer
SONAE SIERRA

Arquiteto / Project Architect
 Jorge Manuel Garcia P. Morgadinho
Inscrito na Ordem dos Arquitectos sob o N.º 4697

Desenvolvimento Conceptual e Arquitectura
 Design Manager
 Gonçalo Pessoa Jorge

**PROJECTO DE EXECUÇÃO
 SALA IMAX**

Requerente / Applicant
 CASCAISHOPPING - Centro Comercial S.A.

Especialidade / Speciality
 ARQUITECTURA

Designação / Drawing Title
**PLANTA COBERTURA
 (COTA 149.10)
 COMPARTIMENTAÇÃO**

Escala / Scale	(A1) 1:100	Desenho Nº / Drawing Nº	005
Data / Date	30-11-2016		

M

N

O

P

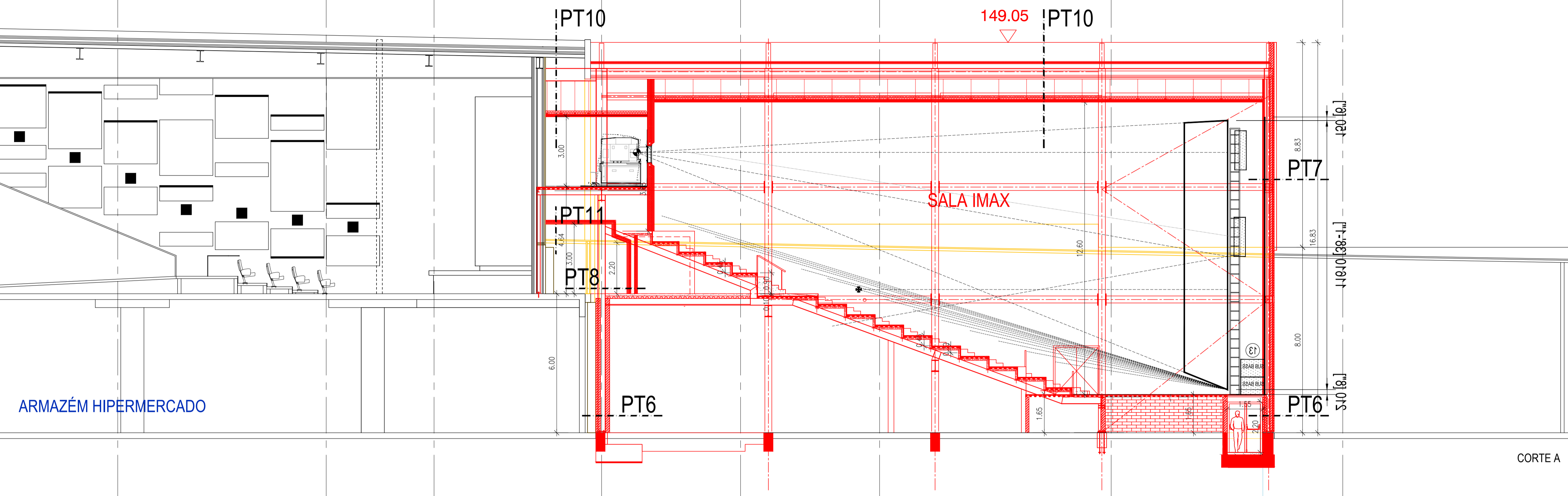
Q

R

S

T

U



CORTE A

N

O

P

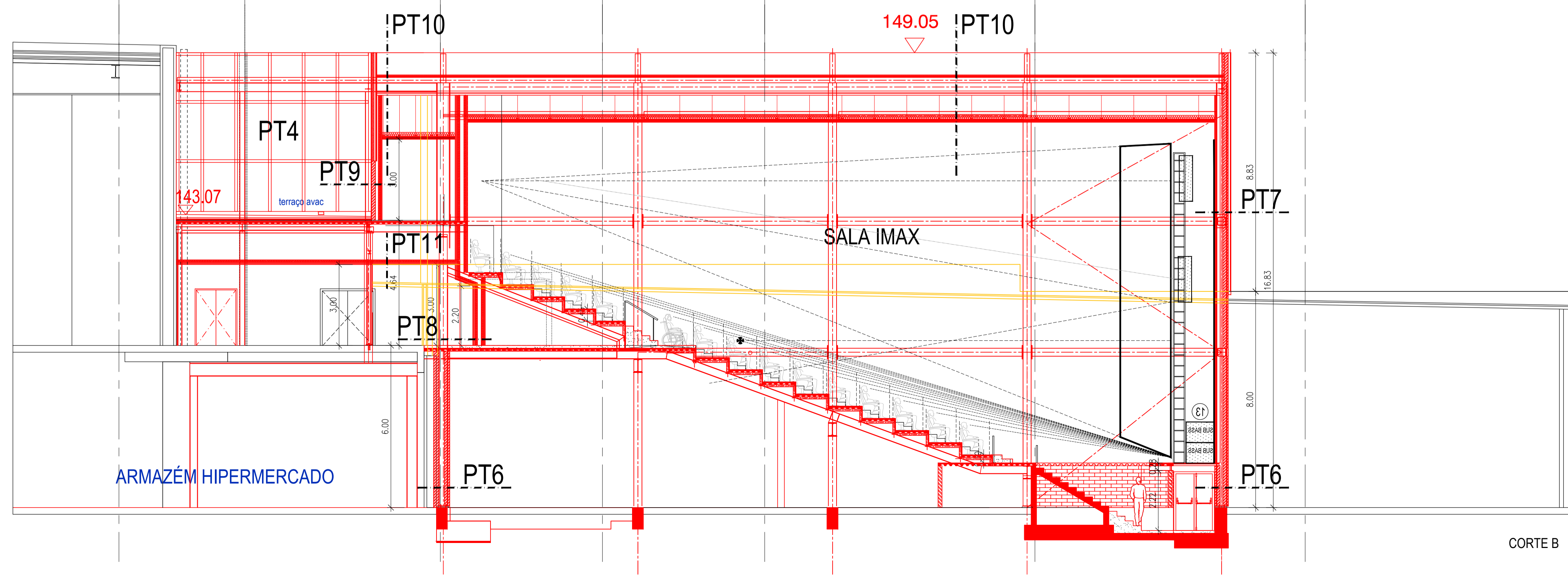
Q

R

S

T

U



CORTE B

- DEMOLIÇÃO / REMOÇÃO
- CONSTRUÇÃO NOVA

Tipologia de parede

- PT1**
Parede de alvenaria de bloco de betão amassado 200 e rebocado nas faces
- PT2**
Parede de alvenaria de bloco de betão amassado 150 e rebocado nas faces
- PT3**
Divisória de gesso cartonado dupla-placagem
- PT4**
Estrutura em painéis de Viroc fixos a estrutura metálica
- PT5**
Divisória em Painel Sandwich / fachada tipo FB PF 1000 esp. 100mm e duas placas de gesso intercaladas com lâmina amortecedora MAD4/Danososa (4mm)
- Ver pormenores de isolamentos**
- PT6**
Parede de separação entre a sala de cinema e o exterior. Área da parede entre a laje do piso 0 e a bancada
- PT7**
Parede de separação entre a sala de cinema e o exterior. Área da parede entre a bancada e a cobertura
- PT8**
Parede de separação entre a sala de cinema e a cabine de projeção
- PT9**
Parede exterior da área técnica alvenaria até 3,20m e até cobertura em painel tipo sandwich, pelo interior com gesso cartonado

Tecto

- PT10**
Constituição tipo da cobertura e do tecto isolante sala de cinema
- PT11**
Constituição do tecto da circulação de acesso à sala (foyer/quosque) sob área técnica
- Vão de porta**

Promotor / Developer
SONAE SIERRA

Arquiteto / Project Architect
Jorge Manuel Garcia P. Morgadinho
Inscrito na Ordem dos Arquitectos sob o N.º 4697

Desenvolvimento Conceptual e Arquitectura Design Manager
Gonçalo Pessoa Jorge

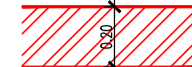




PROJECTO DE EXECUÇÃO SALA IMAX

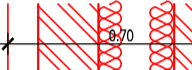
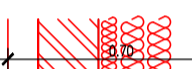
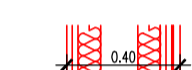

Requerente / Applicant
CASCAISHOPPING - Centro Comercial S.A.



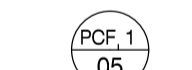
Especialidade / Speciality
ARQUITECTURA

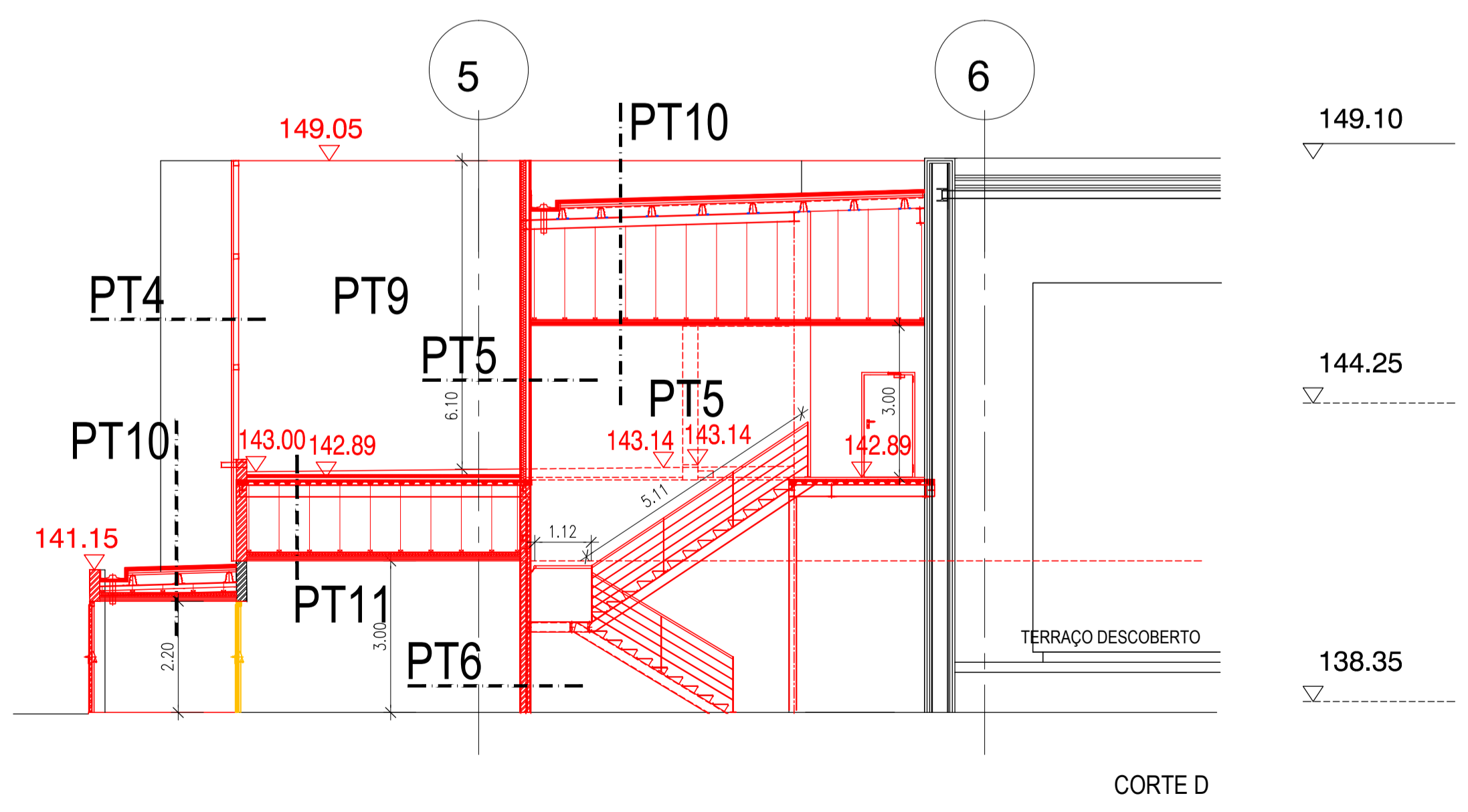
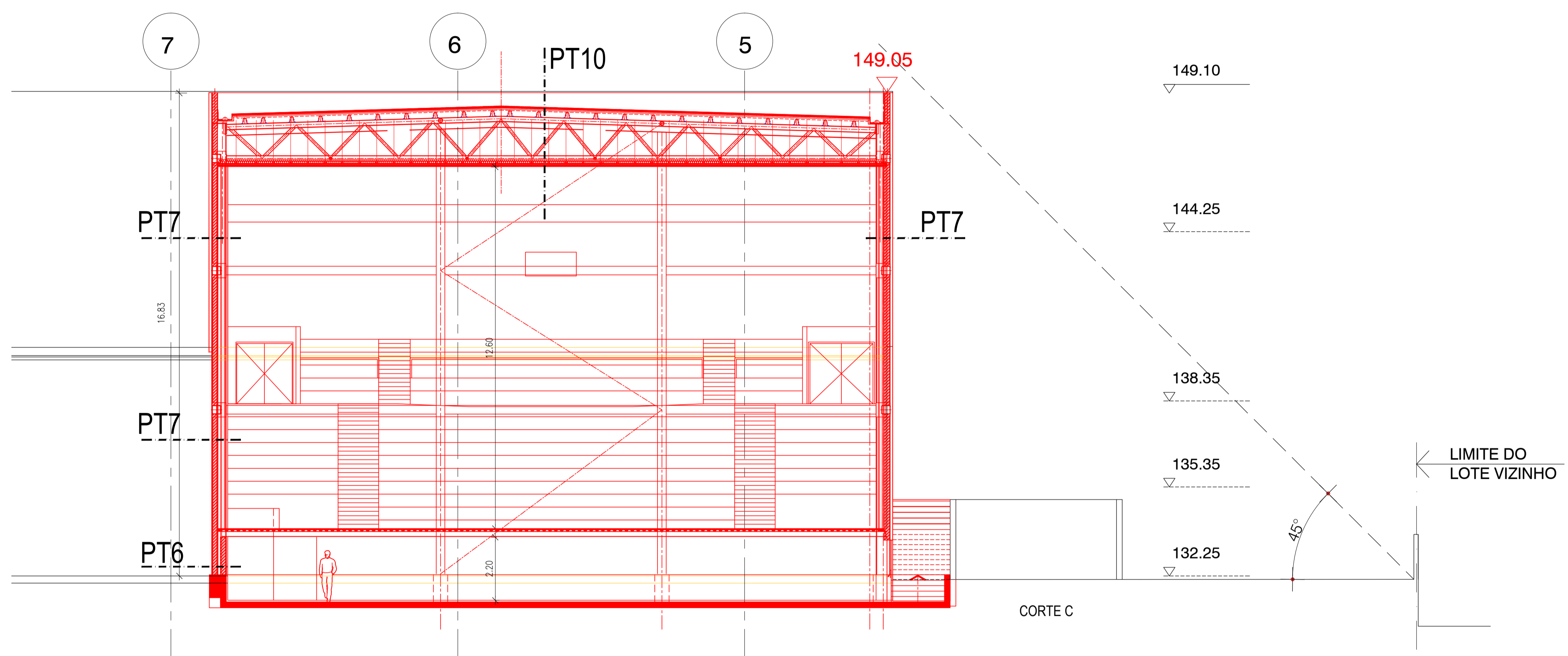
Designação / Drawing Title
CORTE A e B ALTERAÇÕES

Escala / Scale (A1) 1:100 1:500 Desenho Nº / Drawing Nº
Data / Date 28-02-2017 **006**

- DEMOLIÇÃO / REMOÇÃO
 - CONSTRUÇÃO NOVA
- Tipologia de parede**
-  **PT1**
Parede de alvenaria de bloco de betão amassado 200 e rebocado nas faces
 -  **PT2**
Parede de alvenaria de bloco de betão amassado 150 e rebocado nas faces
 -  **PT3**
Divisória de gesso cartonado dupla-placagem
 -  **PT4**
Estrutura em painéis de Viroc fixos e estrutura metálica
 -  **PT5**
Divisória em Painel Sandwich / fachada tipo FTB PF 1000 esp. 100mm e duas placas de gesso intercaladas com lâmina amortecedora MAD4/Danososa (4mm)

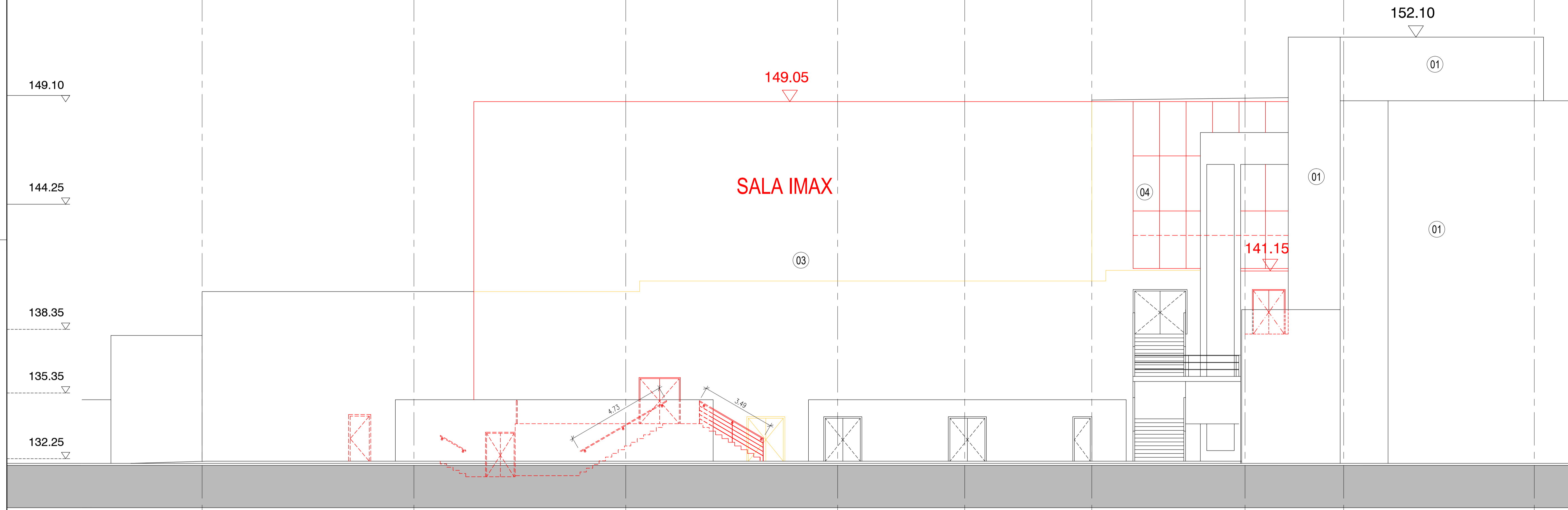
- Ver pormenores de isolamentos**
-  **PT6**
Parede de separação entre a sala de cinema e o exterior: Área de parede entre a laje do piso 0 e a bancada
 -  **PT7**
Parede de separação entre a sala de cinema e o exterior: Área de parede entre a bancada e a cobertura
 -  **PT8**
Parede de separação entre a sala de cinema e a cabine de projecção
 -  **PT9**
Parede exterior de área técnica alvenaria até 3,20m e até cobertura em painel tipo sandwich, pelo interior com gesso cartonado

- Tecto**
-  **PT10**
Constituição tipo da cobertura e do tecto isolante sala de cinema
 -  **PT11**
Constituição do tecto da circulação de acesso à sala (foyer/quiosque) sob área técnica
- Vão de porta**
-  **PCF 1 05**



Promotor / Developer	
SONAE SIERRA	
Arquitecto / Project Architect	
Jorge Manuel Garcia P. Morgadinho	
Inscrito na Ordem dos Arquitectos sob o N.º 4697	
Desenvolvimento Conceptual e Arquitectura Design Manager	
Gonçalo Pessoa Jorge	
PROJECTO DE EXECUÇÃO SALA IMAX	
Requerente / Applicant	
CASCAISHOPPING - Centro Comercial S.A.	
Especialidade / Speciality	
ARQUITECTURA	
Designação / Drawing Title	
CORTES C e D ALTERAÇÕES	
Escala / Scale	Desenho Nº / Drawing Nº
(A1) 1:100	007
Data / Date	
28-02-2017	

U T S R Q P O N M



DEMOLIÇÃO / REMOÇÃO
CONSTRUÇÃO NOVA

Promotor / Developer
SONAE SIERRA

Arquitecto / Project Architect
Jorge Manuel Garcia P. Morgadinho
Inscrito na Ordem dos Arquitectos sob o N.º 4697
Design Manager
Gonçalo Pessoa Jorge

PROJECTO DE EXECUÇÃO
SALA IMAX

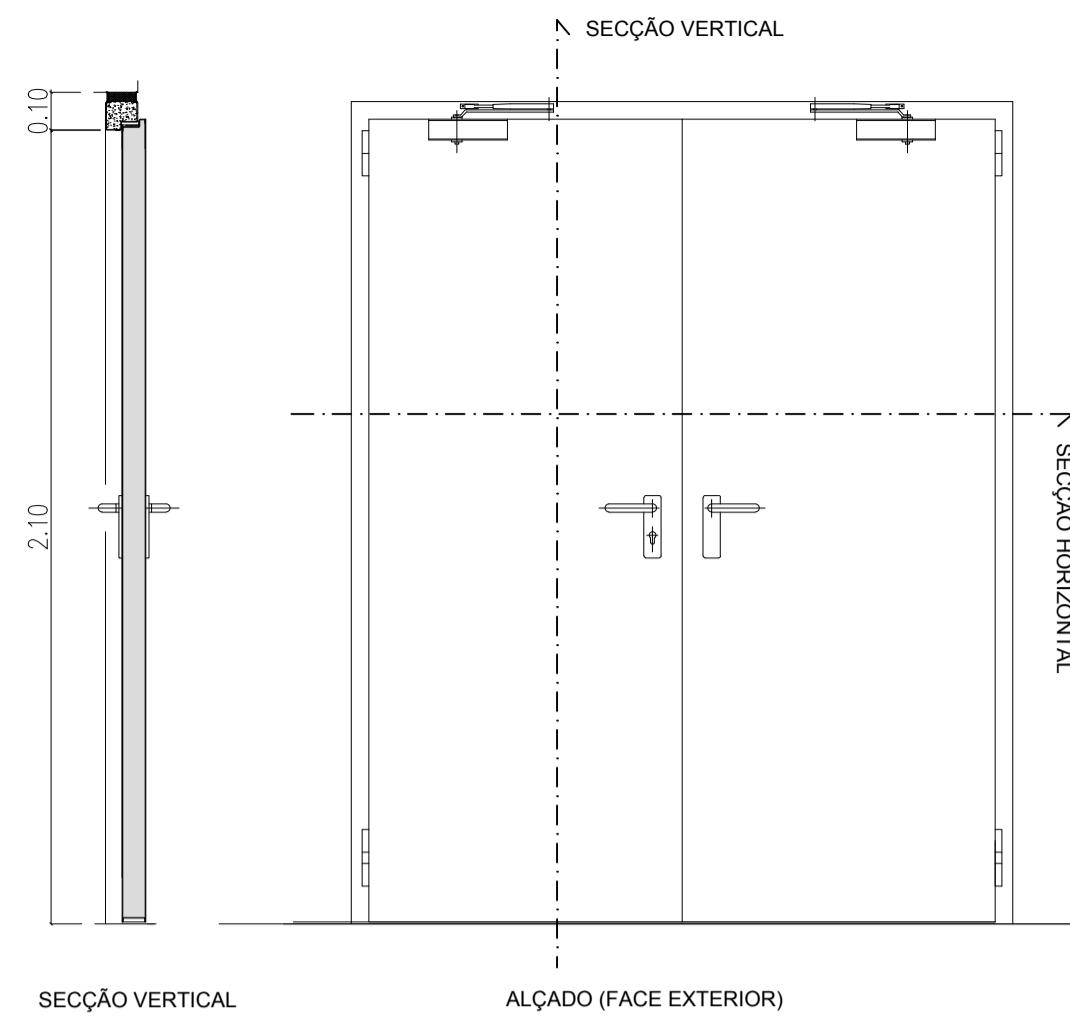
Requerente / Applicant
CASCAISHOPPING - Centro Comercial S.A.

Especialidade / Speciality
ARQUITECTURA

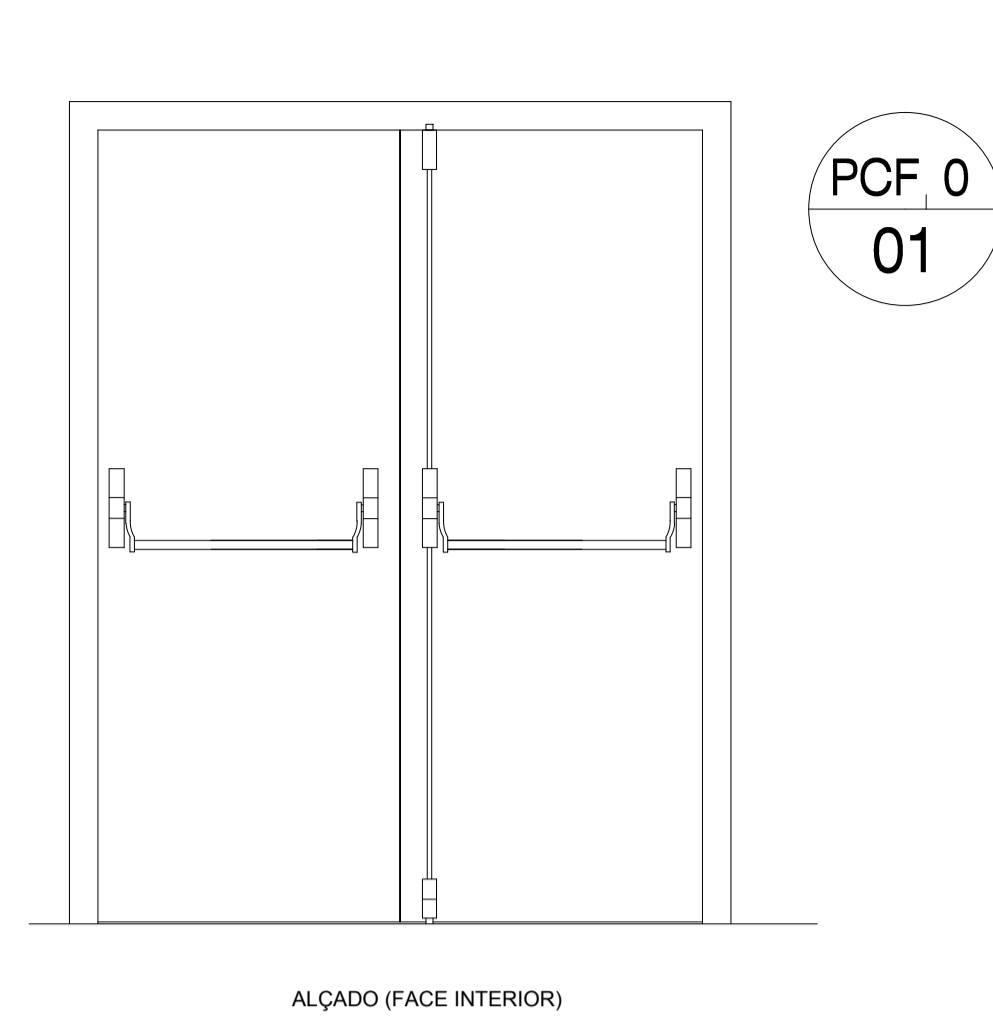
Designação / Drawing Title
ALÇADO NASCENTE
ALTERAÇÕES

Escala / Scale (A1) 1:100
Data / Date 30-11-2016
Desenho Nº / Drawing Nº 008

LEGENDA:
01 - MOSAICO CERÂMICO RAL 7037
02 - FORRA EM PAINEL SANDWICH RAL 9001
03 - REBOCO AREADO REFORÇADO COM REDE DE FIBRA DE VIDRO E PINTADO RAL 1015 SOBRE ETICS DA WEBER.THERM CLASSIC
04 - REBOCO AREADO REFORÇADO COM REDE DE FIBRA DE VIDRO UTILIZADO NO SISTEMA ETICS DA WEBER.THERM PINTADO RAL 1015, SOBRE PAINEL VIROC

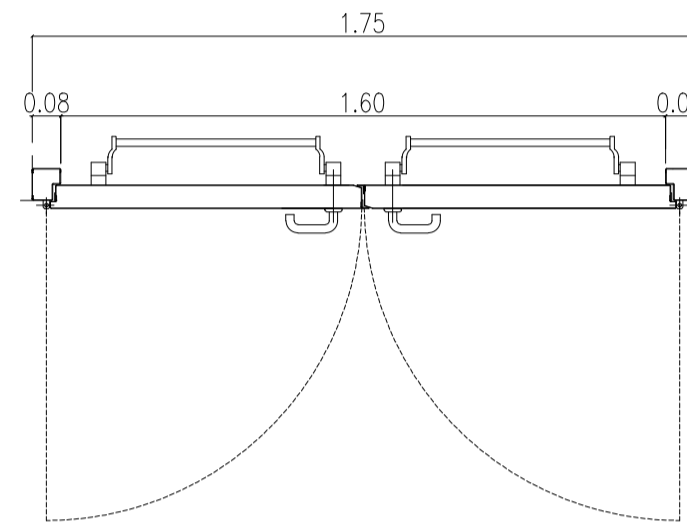


SECCÃO VERTICAL ALÇADO (FACE EXTERIOR)



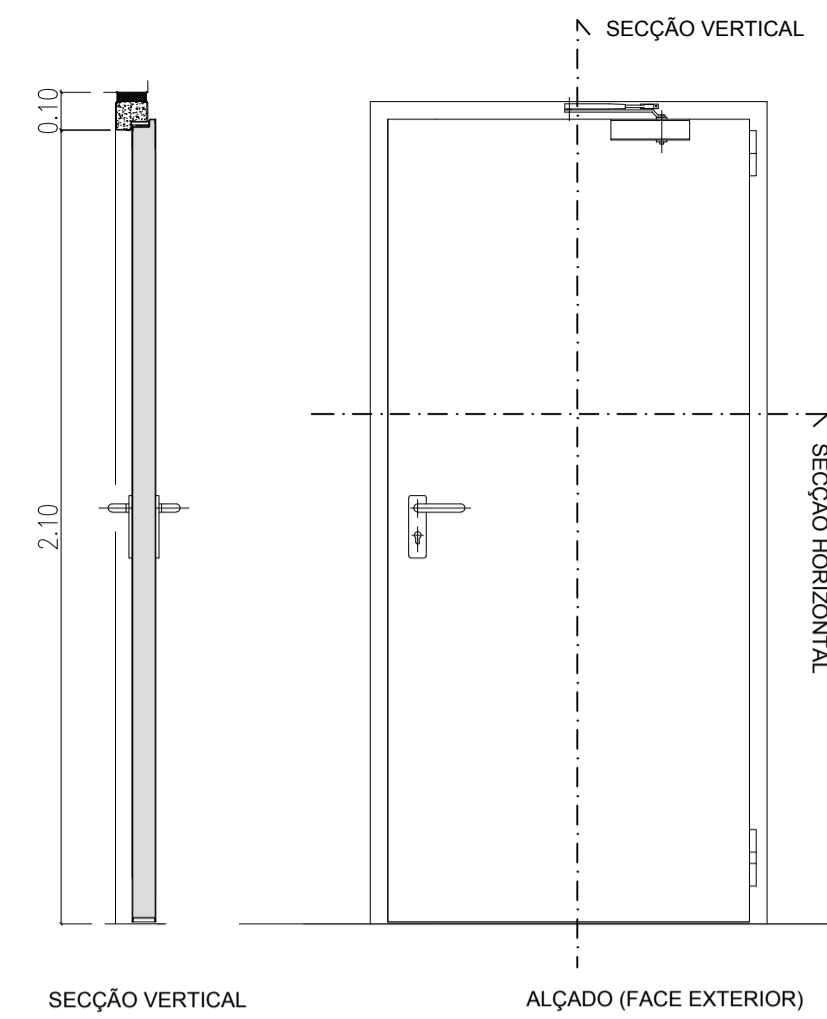
ALÇADO (FACE INTERIOR)

PCF 0
01



SECCÃO HORIZONTAL

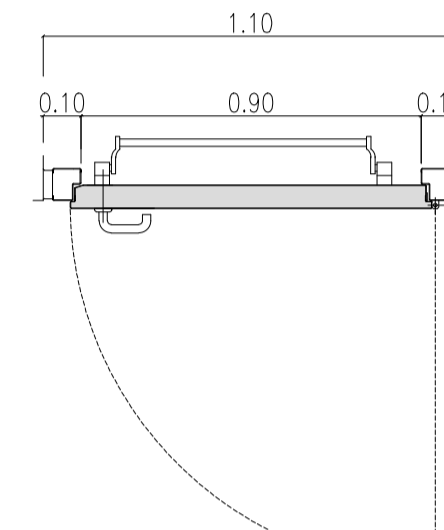
TIPO	Porta com Redução Acústica (41 dB), 2 folhas.
LOCAL	Saida de emergencia da sala de cinema
MATERIAL	Porta com espessura de 57 mm, chapa de aço electrozincado, coluna nos topos com ruptura térmica, isolamento de componentes minerais e térmicos auto ventilados, batente central com duplo tapa-juntas, mola Yale 2100, puxadores de muleta Hoppe, selector de fecho, barra anti-pânico. Aros em chapa de aço electrozincado de 2 mm. Pintura 2 demãos em esmalte cor RAL 1015.
QUANTIDADES	1
OBSERVAÇÕES	Tipo Porseg/Fichet. Ver projecto de segurança.



SECCÃO VERTICAL ALÇADO (FACE EXTERIOR)

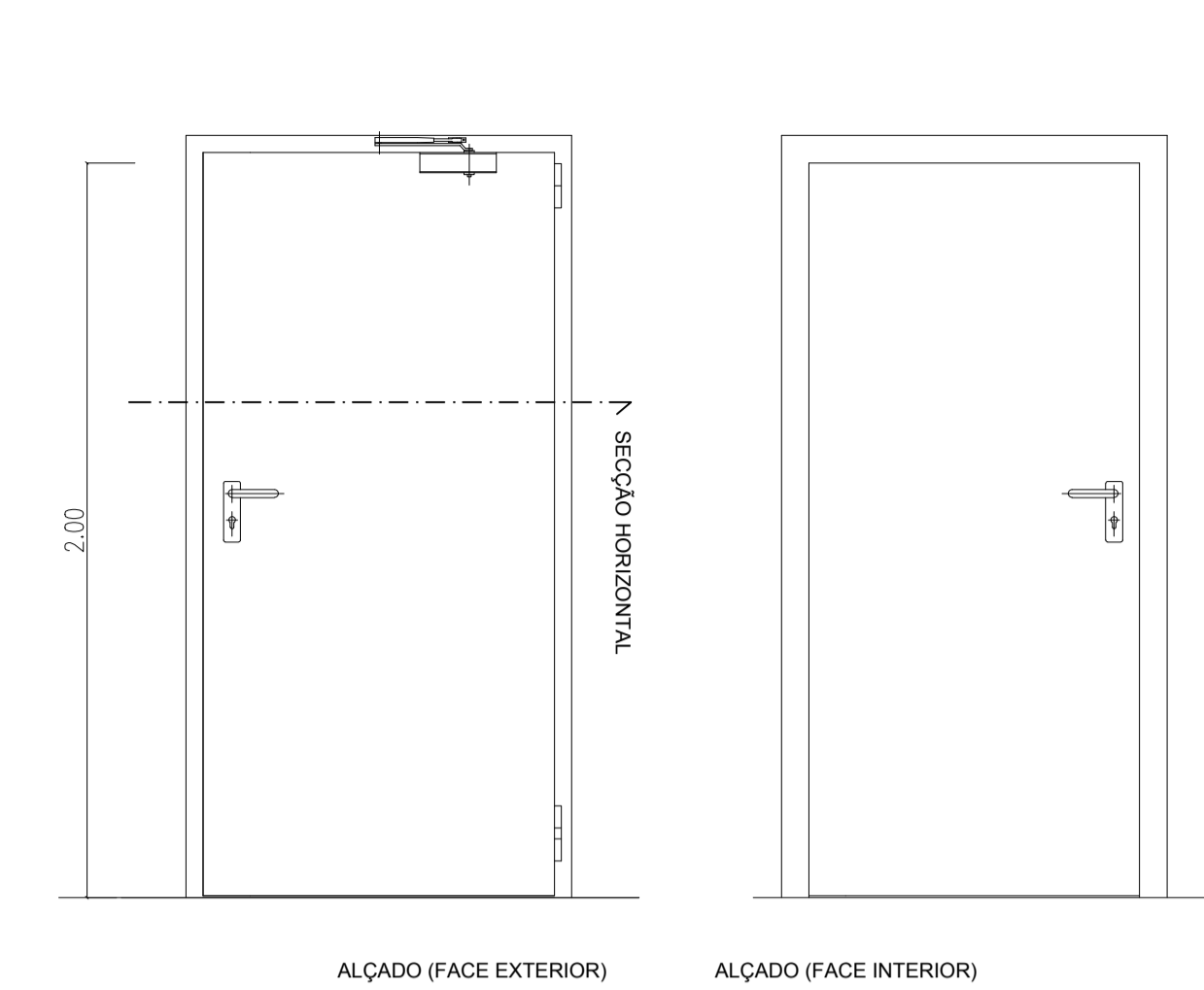
PCF 0
03

PCF 2
07



SECCÃO HORIZONTAL

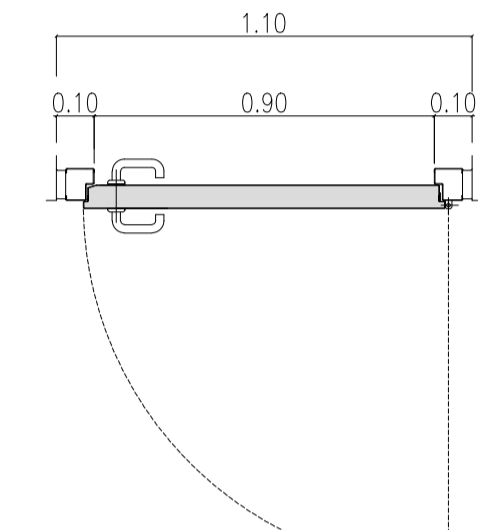
TIPO	Porta com Redução Acústica (41 dB), 1 folha.
LOCAL	Saidas de Emergência e acesso a plataforma de projecção
MATERIAL	Porta com espessura de 57 mm, chapa de aço electrozincado, coluna nos topos com ruptura térmica, isolamento de componentes minerais e térmicos auto ventilados, batente central com duplo tapa-juntas, mola Yale 2100, puxadores de muleta Hoppe, selector de fecho, barra anti-pânico. Aros em chapa de aço electrozincado de 2 mm. Pintura 2 demãos em esmalte cor RAL 1015.
QUANTIDADES	2
OBSERVAÇÕES	Tipo Porseg/Fichet. Ver projecto de segurança.



ALÇADO (FACE EXTERIOR) ALÇADO (FACE INTERIOR)

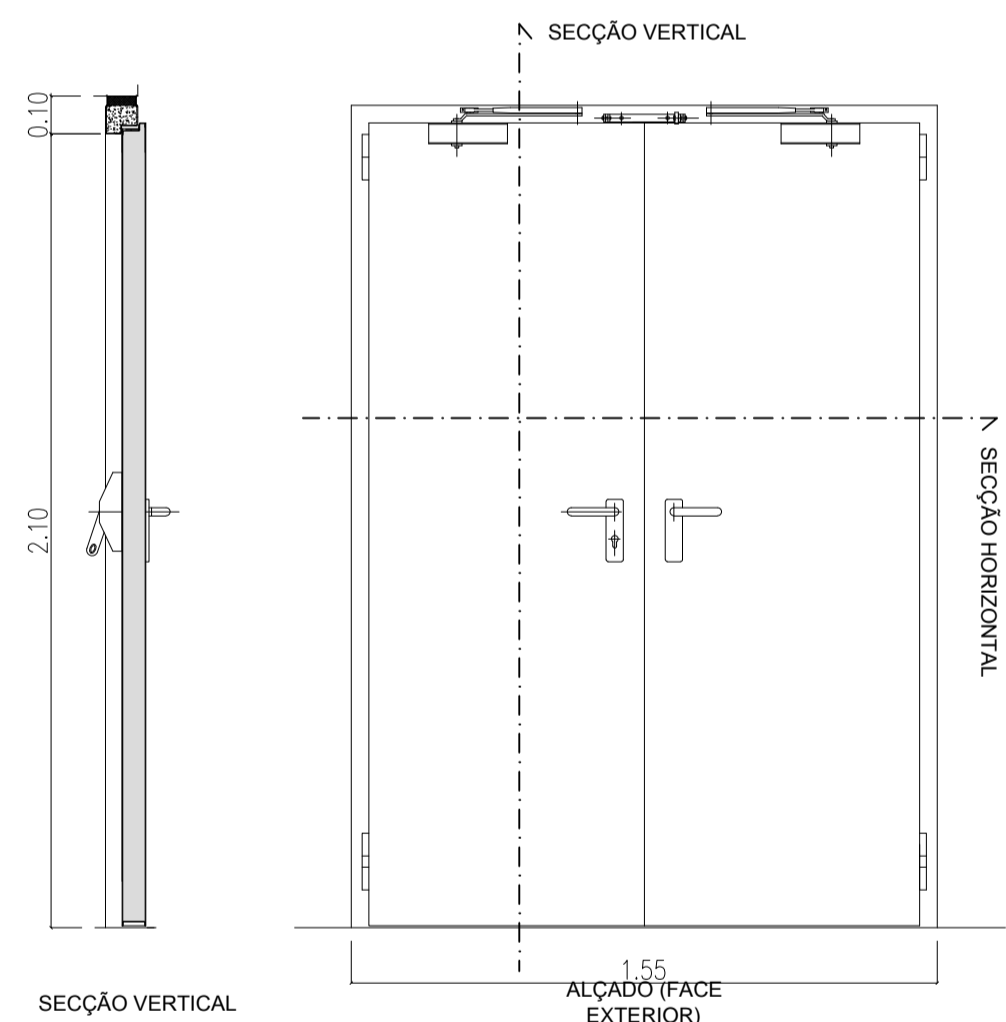
PCF 2
08

PCF 2
09

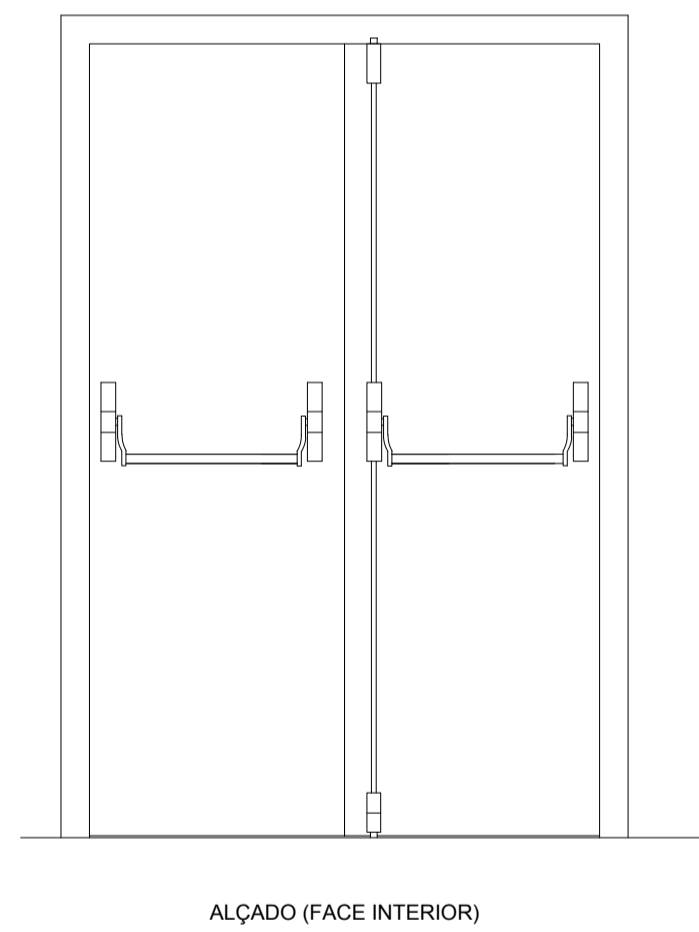


SECCÃO HORIZONTAL

TIPO	Porta com Redução Acústica (41 dB), 1 folha.
LOCAL	Acesso a cobertura técnica
MATERIAL	Porta com espessura de 57 mm, chapa de aço electrozincado, coluna nos topos com ruptura térmica, isolamento de componentes minerais e térmicos auto ventilados, batente central com duplo tapa-juntas, mola Yale 2100, puxadores de muleta Hoppe, selector de fecho. Aros em chapa de aço electrozincado de 2 mm. Pintura 2 demãos em esmalte cor RAL 1015.
QUANTIDADES	2
OBSERVAÇÕES	Tipo Porseg/Fichet. Ver projecto de segurança.



SECCÃO VERTICAL ALÇADO (FACE EXTERIOR)



ALÇADO (FACE INTERIOR)

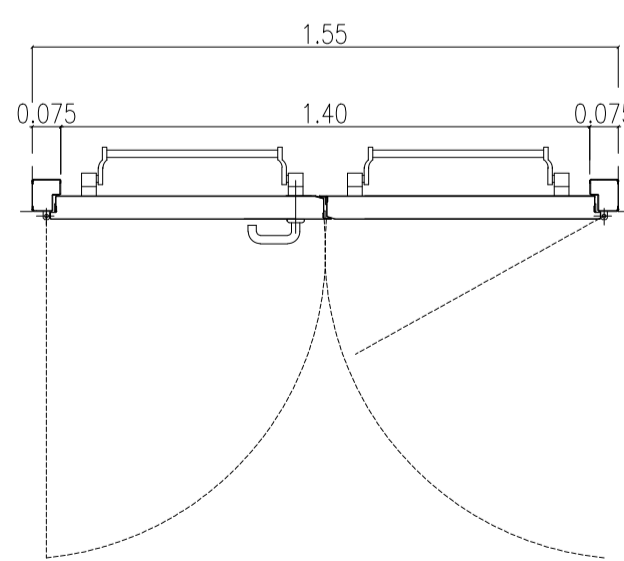
PCF 0
02

PCF 1
05

PCF 0
04

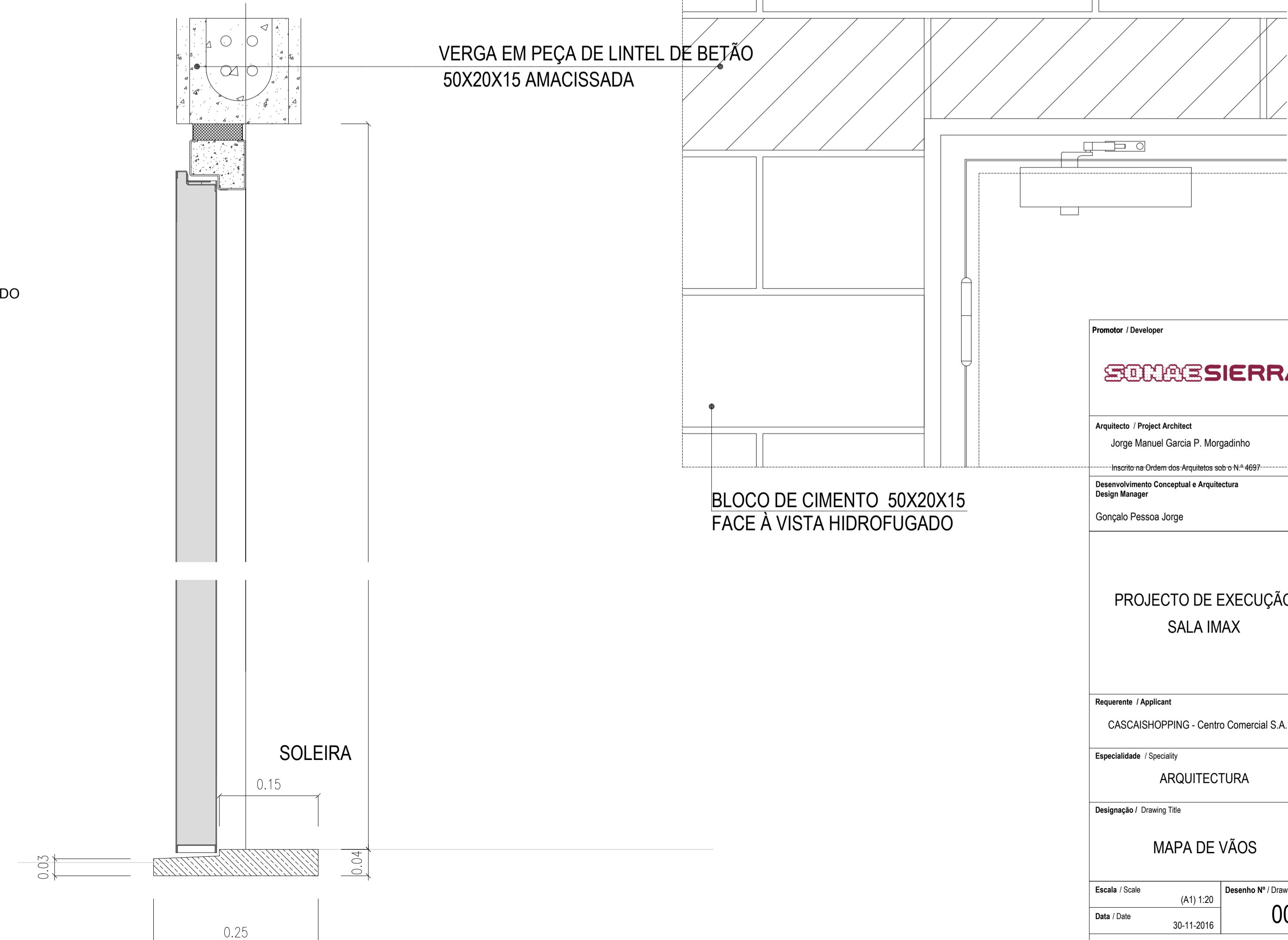
PCF 1
06

VÃO DESMONTADO E REAPLICADO



SECCÃO HORIZONTAL

TIPO	Porta com Redução Acústica (41 dB), 2 folhas.
LOCAL	Saida de emergencia da sala de cinema
MATERIAL	Porta com espessura de 57 mm, chapa de aço electrozincado, coluna nos topos com ruptura térmica, isolamento de componentes minerais e térmicos auto ventilados, batente central com duplo tapa-juntas, mola Yale 2100, puxadores de muleta Hoppe, selector de fecho, barra anti-pânico. Aros em chapa de aço electrozincado de 2 mm. Pintura 2 demãos em esmalte cor RAL 1015.
QUANTIDADES	3+1
OBSERVAÇÕES	Tipo Porseg/Fichet. Ver projecto de segurança.



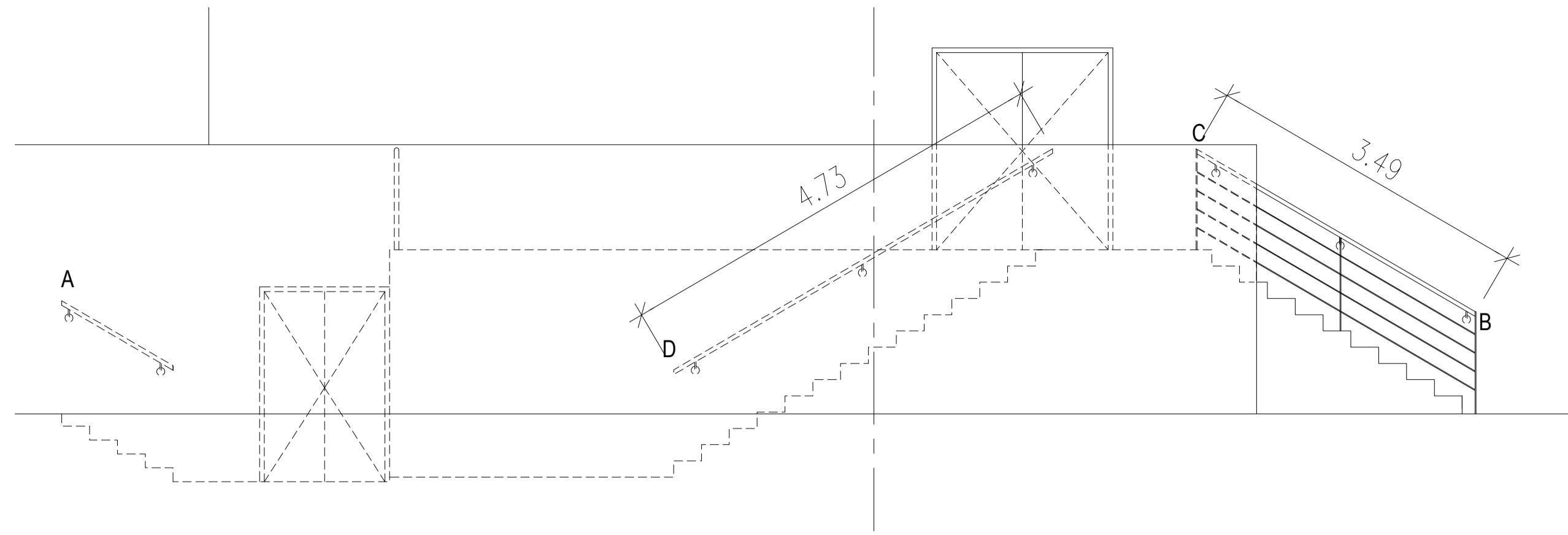
VERGA EM PEÇA DE LINTEL DE BETÃO 50X20X15 AMACISSADA

BLOCO DE CIMENTO 50X20X15 FACE À VISTA HIDROFUGADO

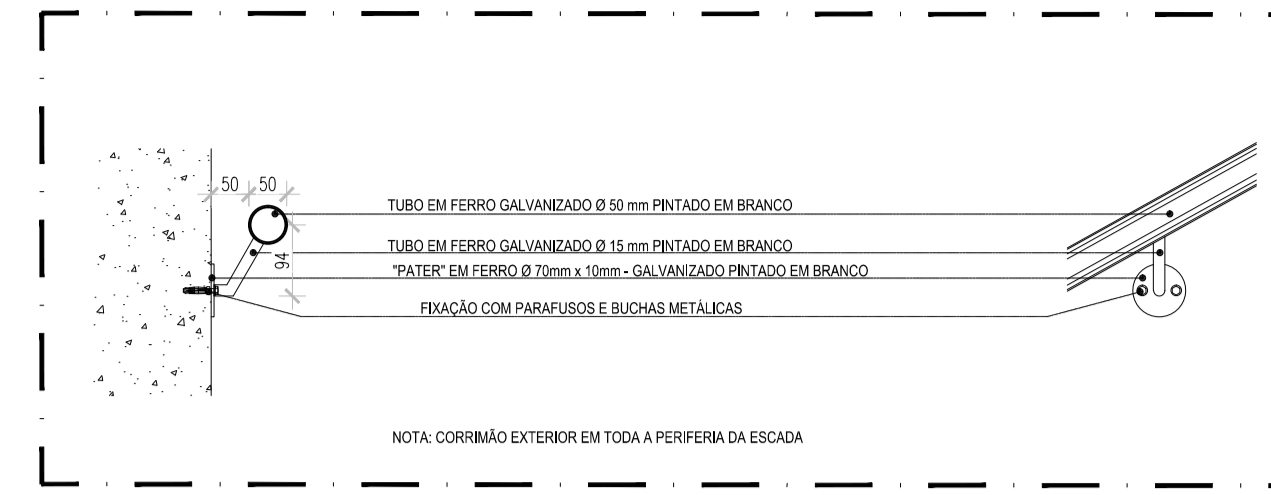
SOLEIRA

Promotor / Developer	SONAE SIERRA	
Arquitecto / Project Architect	Jorge Manuel Garcia P. Morgadinho	
Inscrito na Ordem dos Arquitectos sob o N.º 4697		
Desenvolvimento Conceptual e Arquitectura Design Manager	Gonçalo Pessoa Jorge	
PROJECTO DE EXECUÇÃO SALA IMAX		
Requerente / Applicant	CASCAISHOPPING - Centro Comercial S.A.	
Especialidade / Speciality	ARQUITECTURA	
Designação / Drawing Title	MAPA DE VÃOS	
Escala / Scale	(A1) 1:20	Desenho Nº / Drawing Nº
Data / Date	30-11-2016	009

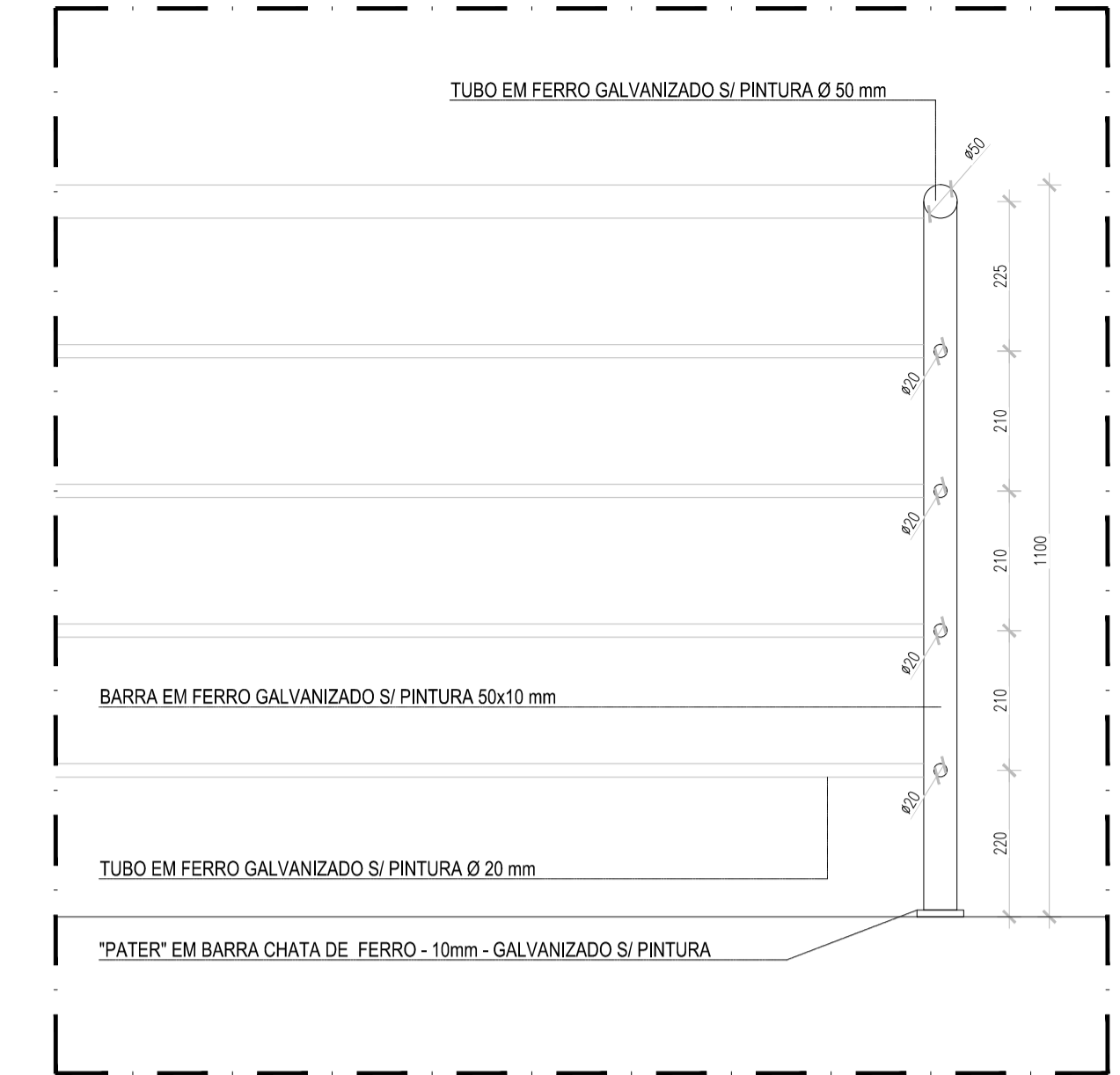
ALÇADO NASCENTE



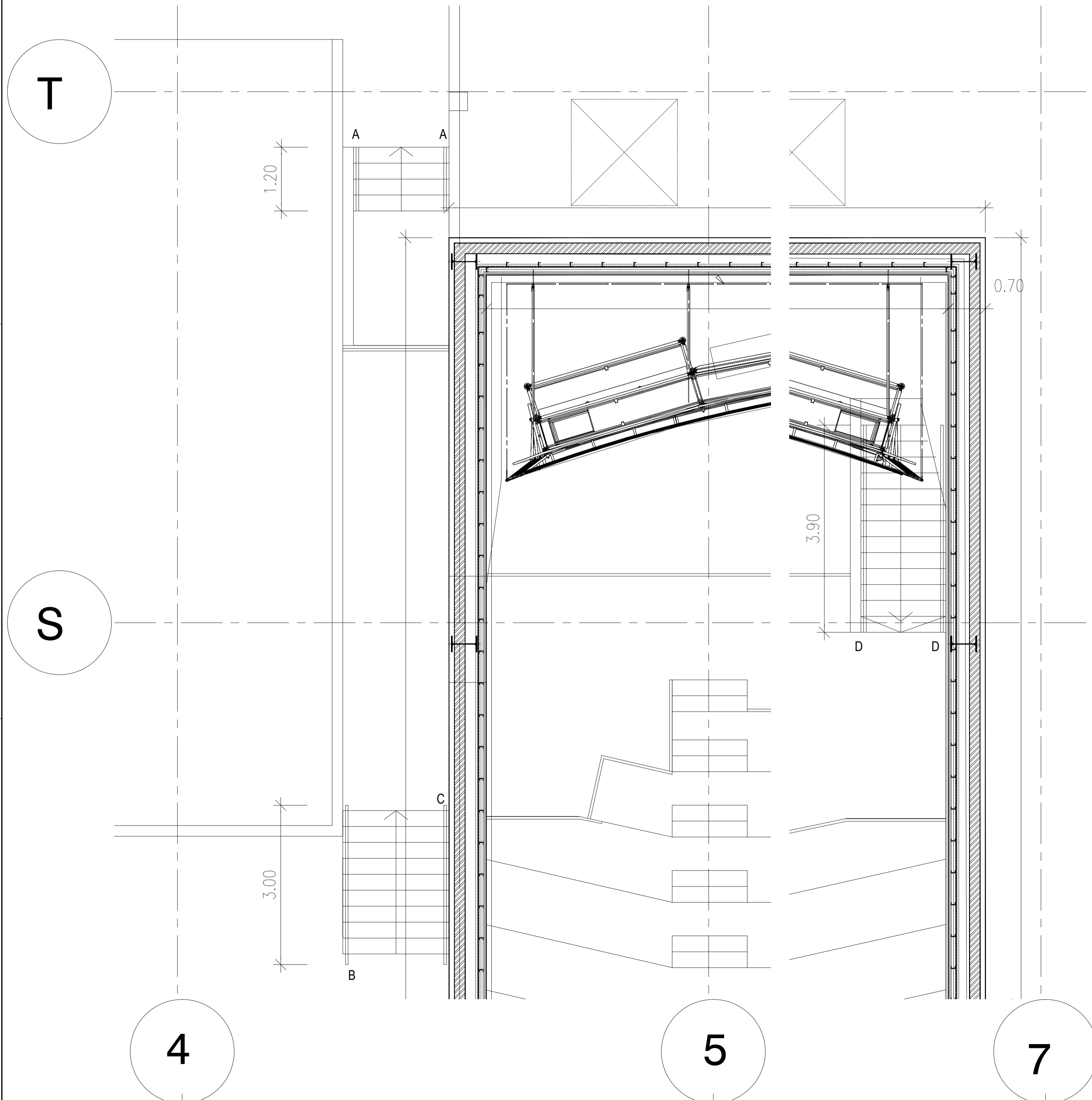
PORMENOR DE CORRIMÃO



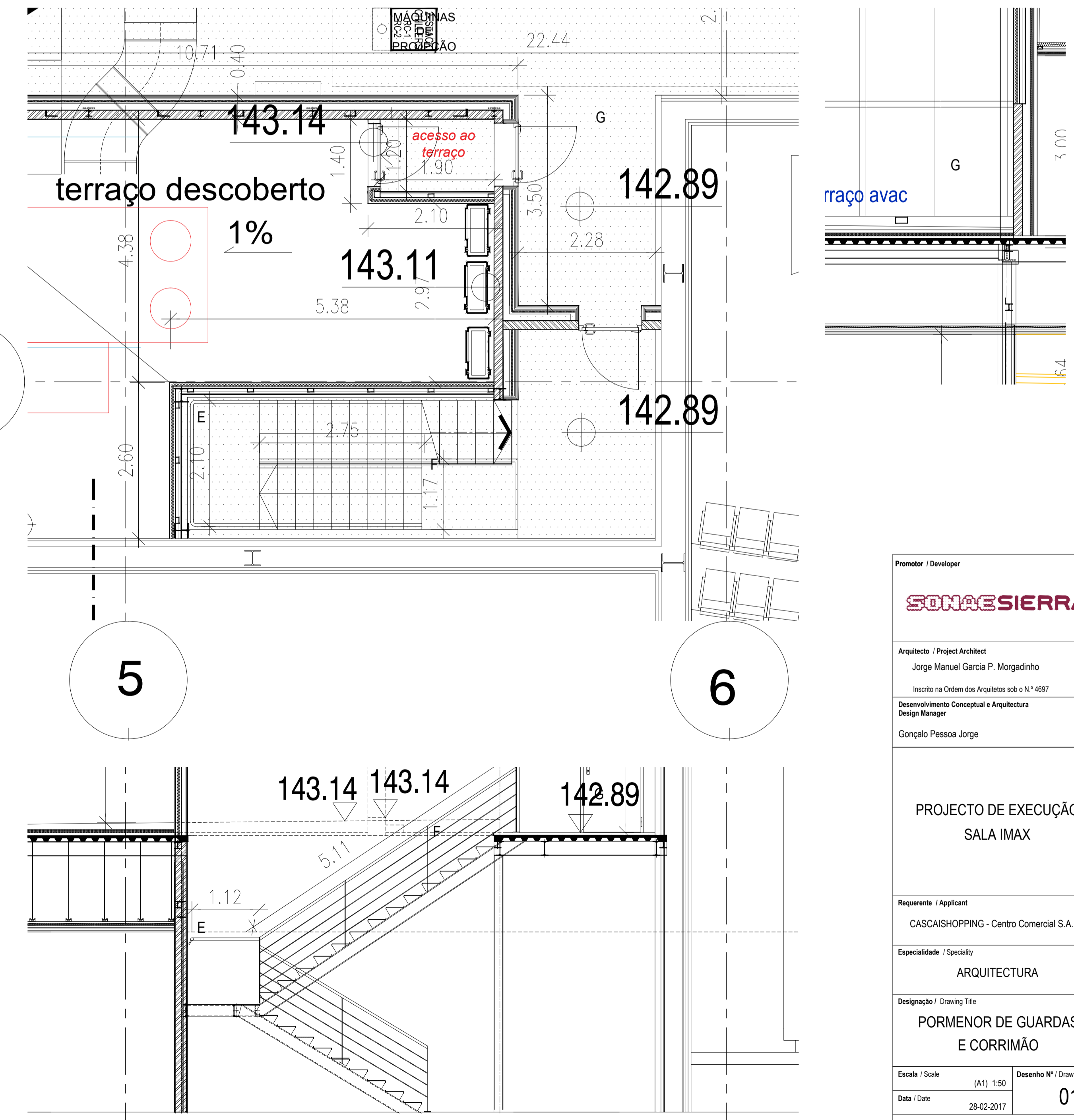
PORMENOR DE GUARDA CORPO



ESCADAS DE SAIDAS DE EMERGÊNCIA



ESCADAS DE ACESSO À PROJEÇÃO E TERRAÇO DESCOBERTO



Promotor / Developer	
SONAE SIERRA	
Arquitecto / Project Architect	
Jorge Manuel Garcia P. Morgadinho	
Inscrito na Ordem dos Arquitectos sob o N.º 4697	
Desenvolvimento Conceptual e Arquitectura	
Design Manager	
Gonçalo Pessoa Jorge	
PROJECTO DE EXECUÇÃO	
SALA IMAX	
Requerente / Applicant	
CASCAISHOPPING - Centro Comercial S.A.	
Especialidade / Speciality	
ARQUITECTURA	
Designação / Drawing Title	
PORMENOR DE GUARDAS	
E CORRIMÃO	
Escala / Scale	Desenho Nº / Drawing Nº
(A1) 1:50	011
Data / Date	
28-02-2017	