



**Politécnico
de Viseu**

Escola Superior
de Tecnologia
e Gestão de Viseu

Requalificação de edifício através de reabilitação não estrutural: Caso de estudo no Centro Histórico de Viseu

Ana Cláudia Molon Holsten

Dissertação

Mestrado em Engenharia de Construção e Reabilitação

Trabalho efetuado sob a orientação de
Professor Doutor António Manuel Figueiredo Freitas de Oliveira
Professor Doutor Cleovir José Milani

Março de 2024



**Politécnico
de Viseu**

Escola Superior
de Tecnologia
e Gestão de Viseu

Requalificação de edifício através de reabilitação não estrutural: Caso de estudo no Centro Histórico de Viseu

Ana Cláudia Molon Holsten

Dissertação

Mestrado em Engenharia de Construção e Reabilitação

Trabalho efetuado sob a orientação de

Professor Doutor António Manuel Figueiredo Freitas de Oliveira
Professor Doutor Cleovir José Milani

Março de 2024

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer à minha família, em especial aos meus pais, Claudio e Adriana, e aos meus avós, Idair e Lídia, pelo amor e paciência que tiveram comigo durante este período. Sem vocês nada disso seria possível.

Um agradecimento em particular ao meu orientador, Prof. Doutor António Manuel Figueiredo Freitas de Oliveira, por todo apoio e disponibilidade em ajudar, e ao coorientador Prof. Doutor Cleovir José Milani, que aceitou este desafio junto comigo.

À Sociedade de Reabilitação Urbana (SRU) - Viseu Novo que concedeu os materiais e projetos necessários para a realização deste estudo, principalmente à Engenheira Mônica Nicolau que se manteve à disposição para qualquer auxílio que fosse necessário.

Gostaria também de agradecer a todas as pessoas que de alguma forma cruzaram o meu caminho durante esta trajetória, em especial:

Às minhas colegas de apartamento de todos esses anos, Alícia, Ana Paula, Jeane, Thaila e Valentina, por não me deixarem perder o foco e tornarem esta jornada muito mais leve.

Ao Osmar e à Carolina, por estarem presentes em quase todos os momentos da minha graduação e por me fazer insistir nesta oportunidade.

Ao Lucas por todo suporte e por ser a minha dose de motivação diária.

A todos, meus sinceros agradecimentos. Vocês são incríveis!

RESUMO

As reabilitações de edificações vêm se tornando nos últimos anos uma ótima alternativa dentro do setor de construção civil, levando em consideração os aspectos técnicos e econômicos, o que, do ponto de vista da sustentabilidade acaba sendo muito vantajoso, já que diminui significativamente a geração de resíduos. Além disso, outro benefício de reabilitar uma edificação é garantir melhor uso e ocupação do solo, já que, através do aproveitamento de uma construção existente, evita-se o abandono da mesma e, de certa forma, o surgimento de novos loteamentos e construções em lugares que antes faziam parte de territórios não-artificializados.

Entretanto, se ao longo do tempo o conhecimento referente a reabilitação aumentou e o custo para sua realização tornou-se mais acessível, a sociedade também teve sua transformação e passou a ficar mais exigente quanto aos critérios que procura em suas residências e comércios. Levando em conta este fato, a realização de uma reabilitação deixa de ser relevante apenas nos critérios de segurança e vida útil de uma edificação e passa a enfatizar também a adequação de antigas construções aos aspectos arquitetônicos de estética, funcionalidade, qualidade do ar e de conforto térmico e acústico.

Considerando que cada reabilitação é única e possui as suas próprias especificações, o trabalho que se apresenta pretende contribuir para os estudos acerca da análise de critérios de uma intervenção, auxiliando na qualidade da edificação no que diz respeito aos aspectos não estruturais, procurando realizar um estudo térmico a partir da plataforma Revit e se adequar as legislações vigentes de acessibilidade, segurança contra incêndio e conforto térmico e acústico, visando melhorias significativas no desempenho da edificação e bem-estar dos ocupantes.

Ao fim, conclui-se que é altamente complexo fornecer alternativas para um edifício de reabilitação que melhorem as suas características de conforto habitacional sem que estas interfiram nas demais ou alterem seus traços arquitetônicos e, portanto, é necessário que estas ferramentas estejam sendo utilizadas já no processo de projeção, mantendo, desta forma, os ambientes muito mais seguros para seus ocupantes, garantindo o conforto dos usuários e prolongando a vida útil das edificações.

Palavras-chave: Reabilitação; Requalificação; Acessibilidade; Segurança contra Incêndio; Conforto Térmico e Acústico; Legislação; BIM

ABSTRACT

In recent years, rehabilitating buildings has become an excellent alternative in the construction sector, considering technical and economic aspects, which, from a sustainability point of view, is very advantageous as it significantly reduces waste generation. In addition, another benefit of rehabilitating a building is that it ensures better use and occupation of the land, since using an existing building avoids its abandonment and, to a certain extent, the emergence of new allotments and constructions in places that were previously part of non-artificialized territories.

However, while knowledge about rehabilitation has increased over time and the cost of carrying it out has become more accessible, society has also changed and has become more demanding in terms of the criteria it looks for in its homes and shops. Taking this into account, rehabilitation is no longer only relevant to the criteria of safety and the useful life of a building, but also emphasizes the adaptation of old buildings to the architectural aspects of aesthetics, functionality, air quality and thermal and acoustic comfort.

Considering that each rehabilitation is unique and has its own specifications, the work presented here intends to contribute to studies on the analysis of criteria for an intervention, aiding in the quality of the building with regard to non-structural aspects, seeking to carry out a thermal study using the Revit platform and adapting to current legislation on accessibility, fire safety and thermal and acoustic comfort, aiming at significant improvements in the performance of the building and the well-being of the occupants.

In the end, it concludes that it is highly complex providing alternatives for the rehabilitation of a building that would improve its characteristics of living comfort without them interfering in the others or modify its architectural traces and, therefore, it is necessary that these tools are already being used in the building process, maintaining, in this way, the environments much safer for its inhabitants, ensuring user comfort and extending the building's service life.

Keywords: Rehabilitation; Requalification; Accessibility; Fire Safety; Thermal and Acoustic Comfort; Legislation; BIM

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE GERAL	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos da investigação	2
1.3. Abordagem metodológica.....	2
1.4. Estrutura da dissertação	3
2. ESTADO DA ARTE.....	5
2.1. Enquadramento	5
2.2. Reabilitação	6
2.2.1 A Relação entre Reabilitação e Sustentabilidade	7
2.2.2 Centros Históricos	8
2.3. Conforto Habitacional.....	10
2.3.1 Acessibilidade.....	10
2.3.2 Conforto Térmico e Acústico.....	12
2.3.3 Segurança contra Incêndio	13
2.4. Metodologia BIM	14
2.4.1 Contexto Histórico.....	14
2.4.2 Entendendo o BIM	16
3. APRESENTAÇÃO E VERIFICAÇÃO DO EDIFÍCIO.....	19
3.1. Introdução	19
3.2. Apresentação do Edifício.....	19
3.3. Análise de Acessibilidade	22
3.3.1 Edifícios, Estabelecimentos e Instalações com Usos Específicos	22
3.3.2 Percurso Acessível	30
3.4. Análise de Segurança contra Incêndio.....	35

3.5.	Conforto Acústico	47
3.5.1	Método de Análise	48
3.5.2	Condução Aérea da Envolvente Exterior	50
3.6.	Conforto Térmico.....	51
3.6.1	Método de Análise	51
3.6.2	Verificação do Desempenho.....	67
4.	ANÁLISE GERAL E PROPOSTAS DE MELHORIA	70
4.1.	Acessibilidade	70
4.2.	Segurança contra Incêndios	73
4.3.	Conforto Acústico	74
4.4.	Conforto Térmico.....	74
5.	CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS.....	79
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
	ANEXOS.....	85
	ANEXO A.....	85
	Cálculo de Análise Acústica.....	85
	ANEXO B.....	88
	Cálculos de Análise Térmica.....	88
	ANEXO C.....	92
	Equipamentos Escolhidos para a Análise Térmica da Situação de Melhoria.....	92
	ANEXO D.....	94
	Planilha ITeCons para Situação Existente.....	94
	ANEXO E.....	103
	Planilha ITeCons para Situação de Melhoria.....	103
	ANEXO F.....	112
	Planta Baixa, Alçados e Cortes da Edificação.....	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da edificação.....	20
Figura 2 - Vista frontal da edificação estudada.	20
Figura 3 - Alçado frontal da edificação.....	21
Figura 4 - Planta baixa dos pavimentos 1, 2 e 3, respetivamente.....	21
Figura 5 - Diferença de cotas entre níveis utilizáveis.....	23
Figura 6 - Representação em planta da zona de rotação de 180° no acesso dos fogos.....	25
Figura 7 - Representação em planta da zona de manobra de 360° no lado exterior do edifício com acesso direto à rua.....	26
Figura 8 - Representação em planta da largura dos corredores dos pisos 1 e 2, respetivamente.....	26
Figura 9 - Representação em planta da largura do hall do piso 1.....	27
Figura 10 - Representação em planta da largura do acesso do piso 3.....	27
Figura 11 - Representação em planta da zona de rotação de 360° na cozinha.....	28
Figura 12 - Instalações sanitárias da varanda envidraçada localizada no piso 2.	28
Figura 13 - Representação em planta da escada central ligando os pisos 1 e 2 e os pisos 2 e 3, respetivamente.....	29
Figura 14 - Representação em planta da escada externa.....	29
Figura 15 - Escada central que interliga os 3 pisos.	29
Figura 16 - Piso da edificação na área da cozinha.....	30
Figura 17 - Dimensões em planta para a verificação da zona de permanência e largura livre do piso 1.....	32
Figura 18 - Dimensões em corte para a verificação da altura útil da edificação e das portas do piso 1.....	33
Figura 19 - Dimensões em planta para a verificação dos vãos das portas do piso 1.....	33
Figura 20 - Dimensões em planta para a verificação da zona de manobra da porta do piso 1.....	33
Figura 21 - Modelo de porta utilizado na edificação.....	34
Figura 22 - Altura de utilização-tipo.....	36
Figura 23 - Localização dos hidrantes para abastecimento de água em relação ao edifício.....	38
Figura 24 - Medidas aproximadas da largura da via obtidas com o auxílio do Google Maps e AutoCAD.....	38
Figura 25 - Vista lateral direita da via em frente à edificação.....	39
Figura 26 - Vista lateral esquerda da via em frente à edificação.....	39
Figura 27 - Janelas da fachada frontal que podem servir como pontos de penetração.....	40

Figura 28 - Planta baixa da cobertura com as cotas entre os elementos envidraçados e a parede	41
Figura 29 - Claraboia.....	42
Figura 30 - Elementos envidraçados no desvão da cobertura.....	42
Figura 31 - Localização dos bombeiros em relação ao edifício estudado	43
Figura 32 - Alvenaria interna em tabique de madeira.	44
Figura 33 - Representação em planta da largura dos corredores: a) pisos 1; b) piso 2.....	46
Figura 34 - Representação em planta da largura do acesso do piso 3	47
Figura 35 - Representação em planta da largura da escada que interliga os pavimentos 1 e 2	47
Figura 36 - Representação em planta da largura da escada que interliga os pisos 2 e 3.....	47
Figura 37 - Parede de fachada utilizada para a análise aos sons aéreos	48
Figura 38 - Carta de classificação das zonas mistas e sensíveis.....	49
Figura 39 - Parede exterior analisada.	50
Figura 40 – Vista frontal e posterior do modelo de construção elaborado no Revit.	52
Figura 41 - Ilustração em corte (na horizontal): a) paredes externas; b) paredes internas; c) pisos em contato com o solo (piso 1, exceto cozinha); d) piso da cozinha do primeiro piso; e) pisos sem contato com o solo (pisos 2 e 3); f) telhado.	52
Figura 42 - Ilustração da vista frontal: a) portas; b) janelas	53
Figura 43 - Características térmicas: a) reboco de cal; b) pedra tipo granito; c) tabique de madeira; d) matéria vegetal; e) madeira manchada; f) telha cerâmica; g) betão; h) vidro; i) ar.	56
Figura 44 - Volumetria obtida a partir do corte 1.....	58
Figura 45 - Ambientes inseridos: a) pisos 1; b) piso 2.	59
Figura 46 - Numeração das aberturas.	59
Figura 47 – Padrão indicado: a) pavimentos; b) coberturas	60
Figura 48 - Marcação das envolventes verticais: a) piso 1; b) piso 2; c) piso 3.	60
Figura 49 - Marcação das envolventes horizontais: a) cobertura; b) piso superior; c) piso inferior	61
Figura 50 – Representação das envolventes no corte 1.	61
Figura 51 - Representação das envolventes no corte 2.....	62
Figura 52 - Localização do edifício e estação meteorológica utilizada	62
Figura 53 - Representação e resultado obtido no Insight.	63
Figura 54 - Gráfico de análise energética: a) abertura das janelas; b) materiais das paredes do modelo.....	68
Figura 55 - Local em que se sugere a criação de uma rampa.....	70
Figura 56 - Sugestão de medidas para a instalação dos ascensores nos pisos 1, 2 e 3, respetivamente.....	72

Figura 57 - Características necessárias para a instalação de ascensores.....	72
Figura 58 - Sugestão de mudança da porta do arrumo.	73
Figura 59 - Vidro float duplo.....	75
Figura 60 - Painel solar.....	75
Figura 61 - Ilustração em corte (na horizontal) das camadas das paredes externas.	75

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Exigência de zona de manobra de acordo com o tópico 4.4.1	24
Quadro 2 - Exigência de zona de permanência de acordo com o tópico 4.1.1	31
Quadro 3 - Dimensões exigidas para as zonas de manobra das portas de acordo com o tópico 4.9.6	32
Quadro 4 - Categoria de risco da utilização-tipo I.....	36
Quadro 5 - Mínima resistência ao fogo das categorias de risco para as diferentes utilizações-tipo	44
Quadro 6 - Medidas de autoproteção exigíveis para cada utilização-tipo	45
Quadro 7 - Fórmulas para isolamento sonoro a sons de condução aérea	49
Quadro 8 - Resultado do isolamento sonoro a sons de condução aérea, padronizado para a envolvente exterior	51
Quadro 9 - Materiais constituintes das paredes externas.....	53
Quadro 10- Materiais constituintes das paredes internas	53
Quadro 11 - Materiais constituintes do piso em contato com o solo, exceto cozinha	53
Quadro 12 - Materiais constituintes do piso da cozinha do pavimento 1	54
Quadro 13 - Materiais constituintes do piso sem contato com o solo	54
Quadro 14 - Materiais constituintes do telhado.....	54
Quadro 15 - Materiais constituintes das janelas	54
Quadro 16 - Materiais constituintes das portas.....	54
Quadro 17 - Propriedades das paredes exteriores.....	57
Quadro 18 - Propriedades das paredes interiores	57
Quadro 19 - Propriedades do piso em contato com o solo, exceto cozinha	57
Quadro 20 - Propriedades do piso da cozinha	57
Quadro 21 - Propriedades do piso sem contato com o solo.....	57
Quadro 22 - Propriedades do telhado	58
Quadro 23 - Propriedades das portas.....	58
Quadro 24 - Propriedades das janelas.....	58
Quadro 25 - Características das aberturas	60
Quadro 26 - Configurações para o tipo de construção	63
Quadro 27 - Configurações para o modelo analítico de energia.....	63
Quadro 28 - Tabela de rugosidade.....	64
Quadro 29 – Dados climáticos para as estações de aquecimento e arrefecimento	64

Quadro 30 - Classe de inércia dos materiais.....	65
Quadro 31 - Caracterização dos ambientes úteis utilizados	65
Quadro 32 - Dados adicionados para a envolvente exterior	66
Quadro 33 - Detalhamento da região da envolvente	66
Quadro 34 - Dados adicionados para as pontes térmicas lineares exteriores	66
Quadro 35 - Dados adicionados para as pontes térmicas lineares interiores	67
Quadro 36 - Resultado da classificação energética	67
Quadro 37 - Classificação energética	68
Quadro 38 - Potencial para a identificação de medidas de melhoria.....	69
Quadro 39 - Materiais constituintes das paredes externas com isolamento pelo interior	75
Quadro 40 - Características da lã de vidro.....	76
Quadro 41- Características da placa de gesso cartonado.....	76
Quadro 42 - Propriedades das paredes exteriores com isolamento pelo interior	76
Quadro 43 - Dados adicionados para a nova envolvente exterior	76
Quadro 44 - Resultado da classificação energética após melhorias	77
Quadro 45 - Coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos dos elementos da envolvente opaca dos edifícios de habitação	78

LISTA DE SIGLAS / ABREVIATURAS

α	Coeficiente de Expansão Térmica Linear
A_i	Área Total
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
A_i	Somatório das Áreas dos Elementos de Todas as Frações de Habitação e Comércio e Serviços que Separam os Respetivos Espaços Interiores Úteis do Espaço Interior Não Útil
AQS	Águas Quentes Sanitárias
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
A_u	Somatório das Áreas dos Elementos que Separam o Espaço Interior Não Útil do Ambiente Exterior
BIM	Building Information Modeling
b_{ztu}	Coeficiente de Redução
CR	Categorias de Risco
d	Espessura
$D_{nT, w}$	Isolamento Sonoro a Sons de Condução Aérea
$D_{2m, nT, w}$	Isolamento Sonoro a Sons de Condução Aérea, padronizado
EI	Estanquidade a Chamas e Gases Quentes e Isolamento térmico
EPS	Poliestireno Expandido
Eren	Energia Produzida a Partir de Fontes Renováveis para Usos Regulados
Eren AQS	Energia Produzida a Partir de Fontes Renováveis para Produção de AQS
Eren,ext	Energia Produzida a Partir de Fontes Renováveis para Outros Usos
f	Espaço Interior Não Útil que tem Todas as Ligações entre Elementos Bem Vedadas, Sem Aberturas de Ventilação Permanentemente Abertas

<i>F</i>	Espaço Interior Não Útil Permeável ao Ar Devido à Presença de Ligações e Aberturas de Ventilação Permanentemente Abertas.
GD	Graus-Dia
GBS	Green Building Studio
ITeCons	Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico para a Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
ms	Massa Superficial
Ni	Necessidades Nominais Anuais de Energia Útil para Aquecimento de Referência
Nic	Necessidades Nominais Anuais de Energia Útil para Aquecimento
Nt	Necessidades Nominais Anuais Globais de Energia Primária de Referência
Ntc	Necessidades Nominais Anuais Globais de Energia Primária
Nv	Necessidades Nominais Anuais de Energia Útil para Arrefecimento de Referência
Nvc	Necessidades Nominais Anuais de Energia Útil para Arrefecimento
OSB	Oriented Strand Board
ρ	Massa Volúmica
Qa	Energia Útil para Preparação de Água Quente Sanitária
R	Resistência Térmica
RF	Resistente ao Fogo
R_{Nt}	Rácio da Classe Energética
R_{ph}	Taxa de Renovação Horária
RRAE	Regulamento de Requisitos Acústicos dos Edifícios
RJ-SCIE	Regulamento de Segurança contra Incêndio em Edifícios
RT-SCIE	Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios

R_w	Índice de Isolamento Sonoro Ponderado
S	Área de Emissão
SCE	Sistema de Certificação Energética dos Edifícios
SIP	Structural Insulated Panel
SRU	Sociedade de Reabilitação Urbana
TM	Transmissão Marginal
T_0	Tempo de Reverberação de Referência
U	Coefficiente de Transferência de Calor
UT	Utilizações-tipo
V	Volume da Área de Receção
V_{enu}	Volume do Espaço Interior Não Útil
W_{vm}	Energia Elétrica Necessária ao Funcionamento dos Ventiladores
X	Valor Corrigido
X_{ref}	Valor de Referência Inicial dado uma Temperatura de Referência
z	Altitude do Edifício
z_{ref}	Altitude de Referência

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

Dada a crescente preocupação com o desenvolvimento de práticas sustentáveis que venham contribuir com o aumento da reciclagem e a diminuição do desperdício em geral, a reabilitação de edificações acaba sendo uma excelente alternativa para a indústria da construção civil, uma vez que a área que mais consome matéria-prima acaba diminuindo os danos gerados ao meio ambiente enquanto exerce suas atividades.

Este fato, aliado ao desejo de conservar os centros históricos como forma de manter viva as tradições e culturas de uma região, faz com que haja a necessidade de alinharmos os objetivos sociais e econômicos com os processos de reabilitação e aumento de vida útil dos edifícios, ou seja, com o tempo em que eles se mantêm seguros e funcionais.

Ao considerar a desvalorização de imóveis mais antigos como consequência das perdas dos níveis de conforto, qualidade e segurança ao longo de sua vida útil, realizar um processo de reabilitação para adequá-los às novas legislações além de ser essencial, acaba tornando-os mais atrativos, e garante o bem-estar de seus ocupantes. Sendo assim, a Viseu Novo – Sociedade de Reabilitação Urbana (SRU), empresa do município de Viseu, procura promover a revitalização social, física e económica através da recuperação de construções antigas, surgindo

como alternativa para manifestar a identidade cultural da cidade e estabelecendo uma ligação entre o turismo e a história do património dentro do centro urbano.

Desta forma, o estudo em questão pretende contribuir com o avanço dos conhecimentos nesta área através da realização da investigação das características de uso, acessibilidade, segurança e habitabilidade (conforto térmico e acústico) de uma edificação localizada no Centro Histórico de Viseu e propondo alterações de melhoria.

1.2. Objetivos da investigação

Este trabalho tem como objetivo principal propor melhorias para o edifício em estudo quanto ao seu uso, segurança e habitabilidade, visando torná-lo mais atrativo e confortável.

Assim, os objetivos parciais que deverão ser cumpridos são:

- Realizar uma revisão bibliográfica à respeito do tema, apresentar as legislações utilizadas e o software que auxiliará no estudo;
- Caracterizar a área de estudo e o edifício em questão, considerando os elementos construtivos e os materiais que os constituem;
- Verificar o enquadramento da edificação nas legislações de acessibilidade, combate à incêndio e desempenho térmico e acústico;
- Realizar a modelização do edifício em *Revit* e verificar a condição em vista do seu desempenho térmico;
- Descrever propostas para requalificar as características da edificação dentro dos requisitos de conforto e habitação.

1.3. Abordagem metodológica

Em uma primeira abordagem serão debatidos as características da edificação do estudo de caso e os tópicos das legislações vigentes de Portugal que lhe aplicam.

Em seguida, para a análise do conforto térmico, será criado um modelo de construção no *Revit* considerando os materiais e as características presentes na edificação estudada. Também será realizada uma simulação a partir de um modelo de energia importado do software *Revit* para a extensão *Insight*.

Paralelo a isso, o edifício será classificado de acordo com a sua classe energética através de dados inseridos em uma planilha no *Excel*, esta, elaborada pelo Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico para a Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade (ITeCons). Os resultados serão comparados.

Após feitas as verificações, serão apresentadas e justificadas as propostas de soluções encontradas para os tópicos que não se adequem às legislações, sempre considerando suas particularidades.

1.4. Estrutura da dissertação

A estrutura desta dissertação está distribuída em cinco capítulos de acordo com as etapas da análise realizada.

No capítulo 1 será explicado sobre o tema e sua justificativa, os objetivos requeridos com a investigação e o tipo de abordagem efetuada.

No capítulo 2 será realizada uma revisão bibliográfica à respeito da literatura existente sobre os principais tópicos citados na dissertação, sendo inicialmente abordada a reabilitação e sua relação com a sustentabilidade e os centros históricos, seguida do contexto geral sobre os aspetos que serão avaliados: acessibilidade, segurança contra incêndio, conforto térmico e conforto acústico. Em seguida, no capítulo 2 será apresentado o conceito de BIM (Building Information Modeling), vinculado ao software *Revit* e a sua relação com as análises atuais.

No capítulo 3 será caracterizada a edificação do caso de estudo e analisada as condições de acessibilidade, segurança contra incêndio e conforto acústico de acordo com suas respectivas legislações vigentes. Em seguida serão feitas duas análises térmicas: uma com o auxílio da extensão do *Revit: Insight*, e outra com a planilha do ITeCons no *Excel* e da legislação sobre o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), também a partir dos valores fornecidos pelo software. Neste capítulo é possível ter uma visão abrangente de como a edificação se comporta, quais aspetos estão dentro do requisitado e quais aspetos necessitam ser melhorados.

No capítulo 4 serão analisadas quais propostas podem ser realizadas e quais se adequam melhor à edificação.

Por fim, no quinto e último capítulo, encontra-se a conclusão e as indicações para estudos futuros.

2. ESTADO DA ARTE

2.1. Enquadramento

A revisão de literatura da atual dissertação está organizada em 4 itens principais, sendo o primeiro (2.1) o enquadramento, o qual explica sobre a disposição do capítulo.

No segundo item (2.2) serão apresentados o conceito de reabilitação e a sua importância no que se refere a sustentabilidade, contextualizando com as reabilitações realizadas em centros históricos, em especial o Centro Histórico de Viseu, que é onde está localizado o edifício alvo deste trabalho.

No terceiro item (2.3) serão definidos e explorados conceitos importantes para o estudo e alguns requisitos mínimos presentes em legislação para garantir o conforto dos ocupantes de uma edificação reabilitada, no que diz respeito à acessibilidade (2.3.1), conforto térmico e acústico (2.3.2) e de segurança relacionada a prevenção e combate à incêndio (2.3.3).

Por fim, no terceiro item (2.4), será apresentada a metodologia BIM utilizada como auxílio para a análise do conforto habitacional no caso de estudo explorado.

2.2. Reabilitação

Muitas vezes confundida com outros termos como renovação e conservação, a reabilitação pode ser entendida como um conjunto de medidas adotadas para recobrar o estado original de uma edificação e adaptá-la às novas necessidades dos usuários através da modernização de sua infraestrutura e da implantação das tecnologias disponíveis.

Conforme Galvão (2012) cita em seu trabalho, a reabilitação tem como objetivo principal prolongar a vida útil da construção, trazendo conforto e qualidade de vida para os ocupantes, podendo ter seu uso alterado e os espaços interiores reorganizados, desde que não despreze a tipologia e a arquitetura inicial.

Quando pensamos em reabilitar, geralmente acabamos associando esta mudança com a parte estrutural, o que de certa forma está correto, já que é necessário garantir a segurança dos ocupantes, mas além disso, conforme definido pela Carta de Lisboa em 1995, citada por Sousa (2016), o termo reabilitação representa suprir as necessidades dos usuários em todos os aspetos, melhorando as funções da edificação para que os níveis de exigência dos seus ocupantes seja satisfeito e as anomalias construtivas, funcionais, de higiene e de segurança que foram acumuladas durante toda a vida da edificação sejam resolvidas.

Alguns autores como Sousa (2016) e Perez (2016) afirmam que a intervenção de reabilitação pode auxiliar evitando o abandono e assegurando a longevidade do edificado, uma vez que possibilita adequar as edificações antigas às novas necessidades da sociedade, tornando-as atrativas e colaborando com a preservação dos centros urbanos.

Em Portugal, por exemplo, nos últimos anos, os interesses dos empreendedores vêm aumentando neste setor, devido ao aumento da conscientização face ao tema através de encontros, congressos e seminários que debatem sobre as técnicas de intervenção e a importância de preservar o património edificado, amenizando o envelhecimento das cidades em razão da ação dos agentes climáticos e da ausência de manutenção nos edifícios presentes nestes centros.

Considerando os fatores supracitados, são inúmeras as vantagens da reabilitação, dentre elas, podemos mencionar algumas como:

- Relação Custo-benefício: Segundo Bullen e Love (2009), citados por Araújo (2012), anteriormente a escolha entre demolir e reconstruir era feita com base em fatores económicos. Entretanto, na atualidade já podemos considerar o custo como sendo uma vantagem, já que os gastos com taxas e licenças, implantação de estaleiro, compra de novos materiais e demolição,

por exemplo, são reduzidos, e mesmo que ocasionalmente, os custos totais sejam altos, deve-se levar em conta que os gastos futuros com manutenção e energia podem ser reduzidos através da implantação de um bom projeto de reabilitação;

- Suprir Déficit Habitacional: Outro questionamento que pode ser relevante é o abandono dos centros urbanos e a migração da população para os arredores das cidades por não haver mais terrenos disponíveis para novas construções no centro, quando, na realidade, a reabilitação aparece como uma solução para a situação, também se beneficiando da infraestrutura presente nas proximidades, como os sistemas de transporte, água e energia, escolas e hospitais, por exemplo;

- Possibilidade da Preservação da Identidade Cultural: Muitas vezes, a reabilitação surge como alternativa para preservar a identidade cultural de um local, pois segundo Appleton (2011), citado por Perez (2016), antes de qualquer intervenção significativa na edificação, é necessário interpretar os valores culturais, considerando a importância dos patrimônios arquitetônicos para a história e memória da cidade e sua mudança ao longo das décadas;

- Sustentabilidade: Em relação às questões ambientais, a reabilitação aparece como uma forma de economizar energia, além de ser uma alternativa para diminuir a enorme quantidade de resíduos gerados pela construção civil, também utilizando ao máximo elementos naturais como areia, pedra e madeira.

De acordo com Delgado (2008), apesar de existirem alguns inconvenientes ainda na execução de uma reabilitação, existem muitos benefícios que abrangem as mais diversas categorias sociais, identificando-a, como uma responsabilidade particular no equilíbrio territorial e demográfico das cidades e sendo a requalificação arquitetônica, uma forma importante de introduzir diversas melhorias, mas principalmente responsável por melhorar o fator de autoestima que faz com que os ocupantes se sintam mais confortáveis em residir em moradias reabilitadas.

Outro ponto importante que tem de ser citado quando se fala em reabilitação é que dentre todos os fatores que precisam ser considerados na hora de realizá-la, o custo não deve ser decisivo no planejamento quando se trata de um patrimônio de interesse público, mas sim, um critério de desempate entre as soluções propostas.

2.2.1 A Relação entre Reabilitação e Sustentabilidade

O conceito de sustentabilidade já existe há décadas e se baseia no princípio do desenvolvimento sustentável, que foi citado pela primeira vez na Comissão Mundial sobre o

Meio Ambiente em 1987, como forma de suprir as necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações, ou seja, a sustentabilidade está diretamente relacionada com a busca entre a harmonia do desenvolvimento económico e da conservação ambiental, logo, na construção ela se manifesta através da análise do custo/benefício de uma obra englobando os valores patrimoniais, a proteção ambiental, promovendo a utilização de materiais sustentáveis, minimizando e otimizando o consumo energético, diminuindo os resíduos de construção, e claro, maximizando a durabilidade das edificações através da reabilitação.

De acordo com Sampaio (2017), não só em Portugal, mas também na Europa e no resto do mundo, a indústria da construção é um dos setores que mais consome matérias-primas se comparado com qualquer outra atividade económica. Portanto, a sustentabilidade precisa assumir um papel importante dentro do meio construtivo, o que ressalta a necessidade da busca por medidas realistas que possam colaborar com os objetivos da construção sustentável.

Simultaneamente, neste contexto, é possível inserir a reabilitação como uma medida para conservar e atualizar os recursos históricos e culturais, estabelecendo uma relação entre a qualidade ambiental, social e económica com a qualidade arquitetónica.

Deste modo, podemos perceber que é fundamental ter este conceito aliado à reabilitação pois ele integra a preservação dos valores culturais e do património através da atualização das condições de funcionamento e conforto, com a economia de recursos e energia, fazendo com que haja menos demolições, e, conseqüentemente reduza o consumo exagerado de água, energia e recursos finitos, já que uma parte do material será reaproveitado.

2.2.2 Centros Históricos

Hardoy (1983), citado por Santiesteban (2008), classifica um centro histórico como a área que coincide com os atuais centros urbanos, possuindo caráter histórico e a conservação que é fundamental para sustentar o valor histórico-cultural do seu património construído. Desta forma, um centro histórico pode ser classificado como a área de um município que possui significado histórico e cultural, sendo geralmente o local em que se deu origem aquela cidade. Estas áreas, quase sempre são marcadas pela arquitetura antiga, consolidada pela soma de elementos presentes em diferentes períodos históricos, e, por isso, há grande interesse dos municípios em sua valorização: tanto pela preservação da região, como pelo potencial turístico que agrega (restaurantes, lojas de artesanato e locais de visitaçao como catedrais e castelos, por exemplo).

Entretanto, segundo Delgado (2008) com o decorrer dos anos os centros urbanos (incluindo os centros históricos) tendem a esvaziar-se devido ao seu envelhecimento, o que faz com que surja um novo parque habitacional em regiões mais afastadas dos centros, gerando um rápido crescimento dos subúrbios, este, deficiente e desorganizado em diversos aspetos, sem a integração da infraestrutura, com poucos equipamentos coletivos, sem área verde e sem planeamento.

Com o envelhecimento e a degradação das edificações presentes nos centros históricos, devido principalmente à falta de conservação das mesmas, reforçou-se a necessidade de pôr em prática a requalificação das zonas históricas através da reabilitação dos edifícios antigos ali presentes, já que, além de serem parte importante das cidades considerando seu valor cultural, histórico e social, eles também têm relevante valor económico. Ademais, notou-se também a necessidade de revitalizar estas áreas para torná-las mais atrativas e melhorar a qualidade de vida dos seus ocupantes, em face a solucionar o problema da migração populacional interligando novamente o que podemos chamar de cidade antiga com a cidade nova (Sousa, 2016).

Tal problemática vem a ser pertinente pois com a migração em massa para regiões mais afastadas das cidades, os centros históricos acabam sendo abandonados e o planeamento urbano e regional fica em déficit, considerando que não há mais uma grande concentração de pessoas naquela região e os arredores, lotados, possuem carência de infraestrutura tal como transporte público e centros de saúde e educação. Portanto, a ideia de reabilitar os centros urbanos apesar de iniciar com o reconhecimento do seu valor patrimonial e da vontade de perpetuar a sua memória para as próximas gerações, deriva-se muito além disso.

Sendo assim, realizar uma reabilitação nos centros urbanos atualmente faz parte das políticas prioritárias de um município, pois o turismo e habitação de qualidade são o que as tornam competitivas, o que não é possível em ambientes degradados. Por isso, é fundamental incentivar a reapropriação destes espaços com a possibilidade de adequá-los à novos usos.

O município de Viseu, por sua vez, tem muito a ganhar com isso, já que, de acordo com a Viseu Novo – SRU possui o melhor índice de satisfação de qualidade de vida do país e muito, vem do seu centro histórico que carrega sua identidade, possui um alto potencial de atratividade turística e é ótimo para residir e estar em contato com o espírito Beirão.

2.3. Conforto Habitacional

É fato que as condições de conforto pós-ocupacional afetam os indivíduos e a forma como realizam as tarefas dentro do espaço em que estão inseridos. Segundo Pinto, Freitas e Viegas (2007), isso cada vez mais vêm sendo motivo de preocupação dos estudiosos, já que o tempo em que as pessoas permanecem no interior dos edifícios costuma ser bem elevado (cerca de 90% de sua vida), e por isso, faz-se necessário estudar meios de manter um edifício o mais funcional e confortável possível, levando em consideração os aspetos térmicos, acústicos e visuais buscando uma maior satisfação de uso do ambiente.

Desta forma, o conforto de uma habitação irá depender de diversos fatores, como a arquitetura (acessibilidade, luminosidade, dimensão de ambientes e disposição de equipamentos considerando o número de ocupantes), conforto térmico (ventilação, entrada de luz solar, disposição e quantidade de envidraçados) e conforto acústico, além, é claro, da segurança, seja ela estrutural ou contra incêndios, por exemplo.

Considerando o conforto dos indivíduos com a condição ideal de moradia, para realizar um bom projeto de reabilitação é preciso conhecer o edifício examinado como um todo, para assim analisar todos os quesitos supracitados e optar pelo que melhor se encaixa na situação do edificado, entretanto, na prática isto não acontece pois, de acordo com Graça e Kowlowski (2004), citados por Perez (2016), raramente os projetistas conseguem prever todas as soluções possíveis de um certo problema. Eles ainda explicam que esta análise nem sempre é feita de forma clara, já que existem muitos objetivos a serem atingidos e a adaptação de cada ser humano se dá de forma diferente.

Portanto, com o objetivo de auxiliar os projetistas e visando assegurar o conforto ambiental nas edificações, Portugal adota em suas Portarias, requisitos fundamentais alinhados à legislação europeia, além de contar com o apoio do Manual Técnico para a Avaliação do Desempenho Energético dos Edifícios (Despacho n.º 6476-H/2021).

2.3.1 Acessibilidade

De acordo com Delgado (2008), a reabilitação arquitetónica sempre tem um carácter de requalificação, independente do grau que intervém na edificação, pois a mesma contribui de qualquer forma para a melhoria de pelo menos uma característica da mesma. Dito isto, é importante citar que a reabilitação arquitetónica não atua apenas na estética visando o conforto dos ocupantes, mas além disso, pode contribuir amplamente para a melhoria da funcionalidade de uma casa ou apartamento, considerando que as famílias portuguesas (e não só), ao longo dos

anos, vêm introduzindo diferentes prioridades e, conseqüentemente, alterando seus hábitos, buscando fazer com que os espaços de uma habitação possam ser alterados de acordo com a importância à que são atribuídos facilitando as tarefas domésticas.

Tais tendências refletem que a sociedade está cada vez mais aberta à mobilidade, principalmente a população com menor faixa etária, que procura seus espaços para habitação e/ou trabalho nos centros urbanos, apesar do desinteresse e envelhecimento natural da área, visto que estas precisam de acompanhamento adequado e urgente, o que é essencial para diminuir o abandono das zonas históricas, pois desta forma, os aspectos funcionais se tornam indispensáveis, agregando valor às reabilitações arquitetônicas e trazendo versatilidade aos ambientes (Delgado, 2008).

Atrelado a isso, promover a acessibilidade é um elemento fundamental na sociedade, que deve ser garantido pelo Estado para assegurar a qualidade de vida das pessoas, ou seja, para que todos possam exercer livremente seus direitos e desfrutar de oportunidades iguais. Sendo assim, o Decreto-Lei nº 163/2006 considera pessoas com necessidades especiais aquelas que possuem mobilidade condicionada, sendo

“...pessoas em cadeiras de rodas, pessoas incapazes de andar ou que não conseguem percorrer grandes distâncias, pessoas com dificuldades sensoriais, tais como as pessoas cegas ou surdas, e ainda aquelas que, em virtude do seu percurso de vida, se apresentam transitoriamente condicionadas, como as grávidas, as crianças e os idosos.”

Esta mesma lei estabelece algumas exigências para promover a acessibilidade nos estabelecimentos, sendo obrigatória em edifícios habitacionais. Dentre os requisitos necessários estão listadas as medidas mínimas para o percurso acessível, escadas, rampas e corrimões e instalações sanitárias.

Delgado (2008) considera que a acessibilidade deve ser uma prioridade na concepção geral de espaços e nos processos de reabilitação, devendo ser reconhecido o seu determinado valor, pois em inúmeras circunstâncias a concepção da base dos edifícios além de não permitir a anulação de algumas barreiras ou constrangimentos, podem conduzir, do ponto de vista da proteção do Patrimônio, a situações inaceitáveis.

Considerando que a reabilitação é objeto de intervenção, é incontestável levar em conta este fator sempre que ele não desequilibre o Patrimônio Arquitetônico, ou seja, sempre que forem possíveis realizar adaptações para garantir a acessibilidade a um maior número de pessoas em uma intervenção de reabilitação, é adequado fazê-lo desde que não destruam ou inviabilize as soluções construtivas do interesse patrimonial.

2.3.2 Conforto Térmico e Acústico

O desempenho global de uma edificação se refere ao conjunto dos diversos fatores que caracterizam a estrutura e como eles se relacionam com o conforto de seus usuários. Portanto, os fatores mais importantes estão associados às condições térmicas e acústicas, englobando temperatura e humidade do ar, iluminação e isolamento de ruído, por exemplo.

De acordo com Delgado (2008), a exigência por tais características em uma edificação é resultado da referência que uma população vai adquirindo ao longo da vida através de suas vivências, mas também pelo cuidado necessário com a preservação dos recursos naturais, energéticos e às transformações climáticas.

O conforto acústico tem como objetivo garantir um ambiente tranquilo e agradável para os ocupantes através da minimização da transmissão de ruídos indesejados entre o exterior e o interior das edificações, estes, provindos principalmente dos vãos (sons aéreos, essencialmente em edifícios antigos), dos pavimentos (sons de percussão) ou até da compartimentação (sons aéreos). Podemos dizer então que o aspeto e alcance dos ruídos depende basicamente da massa dos elementos que compõe uma edificação e das suas capacidades de absorverem o barulho.

Desta forma, com o intuito de promover a melhoria da qualidade do ambiente acústico em 2002 o Decreto-Lei n.º 129/2002, republicado em 2008 pelo Decreto-Lei n.º 96/2008, aprovou o Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE) que auxilia na saúde e bem-estar da população.

Além disso, é importante citar que caso sejam avaliados seus requisitos e identificadas melhorias, deve-se ter cuidado com as propostas soluções para a diminuição de ruídos, pois estas podem ocasionar outras implicações como, a diminuição dos vãos em relação à acessibilidade ou à entrada de luz solar por exemplo (Delgado, 2008).

Por sua vez, em relação ao conforto térmico, a grande maioria das habitações de Portugal infelizmente não dispõem de um padrão de qualidade, já que é bastante comum que elas não possuam a ventilação natural adequada ou não estejam preparadas para as condições de aquecimento e arrefecimento central, além de possuírem pouco isolamento térmico (ou quase nada) e da introdução de pontos de desconforto através da geração de pontes térmicas.

Segundo Sales (2001), Fransozo (2003) e Ribas (2006), citados por Ribas (2013), é a combinação das características de um ambiente que vai definir o seu desempenho térmico e acústico, dentre as quais os autores citam o posicionamento do edifício e a escolha de execução de paredes, pisos e tetos, não sendo possível distinguir quais os mais relevantes, já

que todos os componentes trabalham em conjunto. Entretanto, apesar de ser essencial analisar quais materiais estarão presentes na obra já na sua fase de planejamento, às vezes essa acaba sendo uma tarefa difícil já que as suas propriedades térmicas e acústicas podem apresentar comportamento contraditório, o que na teoria significa buscar por soluções integradas de materiais com alta inércia térmica e bom desempenho acústico (Citherlet; Macdonald, 2003, apud. Ribas, 2013).

2.3.3 Segurança contra Incêndio

É indiscutível a necessidade que as edificações têm de cumprir os requisitos de prevenção e combate à incêndio, já que serão eles os principais responsáveis pela segurança de uma edificação, visando reduzir os riscos e contribuir na proteção de vidas e propriedades através da implantação de medidas rápidas e eficazes.

Entretanto, de acordo com Delgado (2008), pouco antes de entrar em vigor o Decreto-Lei n.º 220/2008, que aprovou o Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndios em Edifícios (RT-SCIE) e o Regulamento de Segurança contra Incêndios Edifícios (RJ-SCIE), a regulamentação contra incêndios nem sempre era passível de ser aplicada em edifícios de reabilitação, pois acabava entrando em conflito com os interesses patrimoniais, principalmente quando se tratava de edifícios localizados em centros históricos, e, isto fazia com que muitas vezes fosse optado por intervir apenas em medidas externas a nível de quarteirão ou em medidas suplementares na edificação, contribuindo de forma generalizada nas infraestruturas, nos espaços exteriores e aos acessos residenciais.

Após a mudança da legislação, tal confronto entre patrimônio/segurança contra incêndios ainda prevalece. Entretanto, é necessário adotar todas as medidas passíveis para que seja atingido o maior nível de segurança possível no interior da edificação.

Por consequência disso, no caso da ocorrência de uma reabilitação é importante se proceder uma análise cuidadosa da situação existente, como forma de analisar quais as medidas passíveis de projeto, além de outras medidas como limpeza, manutenção e ventilação das edificações (Delgado, 2008).

Portanto, é fundamental destacar que mesmo quando a regulamentação for dispensada, é importante implementar as medidas de autoproteção e gestão de segurança através de um plano de segurança interno (composto por plano de prevenção, plano de emergência interno e registos de segurança) indicados por ela, inclusive nos edifícios que já existiam antes do decreto entrar em vigor.

2.4. Metodologia BIM

2.4.1 Contexto Histórico

Considerando que o setor de construção é vastamente amplo, é notável que ele envolve inúmeros profissionais para a criação de um produto, exigindo um elevado nível de colaboração entre os participantes e, conseqüentemente, uma eficiente partilha de informações. Desta forma, de acordo com Coelho (2017), a metodologia Building Information Modeling (BIM) surgiu com o objetivo de integrar toda a informação requerida para um projeto em um só lugar, permitindo sua consulta e manipulação, e, portanto, incrementando a produtividade, aumentando a efetividade e potencializando o desempenho económico e financeiro de uma edificação durante toda a sua vida.

Apesar de ser vista como uma tecnologia recente, a metodologia BIM surgiu como resultado de pesquisas científicas na década de 70, devido às novas exigências que o mercado tinha na época e a necessidade de se tomar decisões face às excessivas informações que vinham surgindo (Campestrini et. al., 2015). De acordo com Addor et. al. (2010), o Processo BIM teve início com a criação da IAI (International Alliance for Interoperability, atual BuildingSMART) por Jerry Laiserin e, a partir daí foi elaborado o primeiro software com ferramentas BIM (Archicad, da Graphisoft), lançado em 1987 na Hungria. Em seguida, aconteceram inúmeras tentativas individuais por parte de arquitetos americanos, asiáticos e europeus.

De acordo com Barison (2010) e Santos (2011), citados por Ruschel et al. (2013), já a partir de 2003 o BIM começa a ser popularizado, inserindo-se internacionalmente nos cursos de AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção). Entretanto, apenas entre os anos de 2006 e 2009 é que tal prática se intensificou, devido principalmente a exigência do mercado de trabalho por profissionais habituados com a metodologia BIM.

A popularidade na adoção desta tecnologia resulta da sua eficácia em analisar, simular e extrair dados, possibilitando a diminuição dos erros devido a complexidade entre a troca de informações, e, conseqüentemente, a maior confiabilidade das informações geradas durante todo o processo. Sendo assim, a inserção da prática BIM, gera mudanças significativas na cadeia da construção civil, tanto na concepção e construção de uma edificação, como posteriormente na sua manutenção (Addor et al., 2010).

Desta forma, de acordo com Andrade e Ruschel (2009) diversas instituições internacionais e governos vêm investindo em pesquisas e incentivando o uso do BIM através da criação de fóruns de discussões, investimentos em agências de pesquisa, criação de

regulamentações para a construção e com apresentações de estudos de caso em workshops, conferências e publicações, estas, mostrando os benefícios e desafios do seu uso.

Lino et al. (2012) cita, entretanto, que apesar dos incentivos por parte do governo, ainda é constatado que a capacidade desta tecnologia é pouco explorada por parte de projetistas e construtores, o que, considerando o seu importante reconhecimento no desenvolvimento da indústria da AEC, mostra que os engenheiros e arquitetos do século XXI devem aprender a trabalhar com tal mudança tecnológica, visto que promove a comunicação interdisciplinar e a partilha de informações de forma mais rápida e organizada

Desta forma, as principais limitações que interferem na adoção rápida da metodologia BIM pelos profissionais são questões centradas nas pessoas e nas organizações:

- Investimento: exige um alto investimento inicial devido a necessidade de aquisição do software e instruções de aprendizagem inicial;
- Curva de aprendizagem lenta: Por serem softwares complexos e com múltiplas opções, a aprendizagem se dá de forma mais demorada;
- Envolvimento da equipa: inicialmente torna-se complicada a união das equipas envolvendo todos os projetistas. Entretanto, uma vez que essa interação é formada, a metodologia BIM passa a tornar tal processo muito mais eficaz;
- Interoperabilidade: as exportações e importações ainda estão sujeitas a falhas caso seja necessária a comunicação entre diferentes plataformas;
- Responsabilidade/autoridade: será necessária a definição de novos modos de comunicação na empresa que adquira o serviço de forma que não comprometa a responsabilidade e os direitos de cada um.

Atualmente, em Portugal, já existem iniciativas e orientações relacionadas ao seu uso do BIM em projetos, principalmente por parte do setor público e entidades ligadas à construção, já que o governo português compreende sua importância para melhorar a eficiência na construção através da gestão de infraestruturas e redução de prazos e custos. Dentre estas, podemos citar algumas como o Plano Nacional de Implementação do BIM que promove a adoção da metodologia em edifícios públicos e infraestruturas durante diferentes fases do seu ciclo de vida e as publicações e orientações técnicas feitas pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e demais entidades.

É importante mencionar ainda que, apesar de não existirem legislações, algumas empresas, entidades ou municípios podem exigir a adoção desta metodologia em algum projeto em particular, sendo, desta forma, necessário que o setor continue evoluindo de forma com que futuramente seja integrado em iniciativas governamentais e normas de construção.

2.4.2 Entendendo o BIM

Conforme citado por Addor et al. (2010) o BIM surgiu devido a ocorrência de problemas relacionados à falta de comunicação e integração de pessoas e documentos, sendo necessária a introdução de um sistema que melhorasse a confiabilidade e qualidade das informações e diminuísse as informações perdidas no processo, já que existe atualmente uma vasta gama de dados e acessos mútuos.

Em consequência disso, inicialmente o uso do BIM se deu como uma ferramenta de compatibilização de projeto que buscava garantir que as informações fossem mais precisas devido a sua concentração em um só lugar, sendo utilizado somente no processo de desenvolvimento tradicional de projetos e não como o seu desenvolvimento por inteiro (Campestrini et al., 2015).

O que se pretende mostrar com isso é que o termo Building Information Modeling (BIM) vai muito além disso. Segundo Ambrose (2012), citado por Ruschel (2014), o BIM deve ser entendido como uma forma de pensar, compreendendo a solução através do modelo geométrico, mas também considerando as implicações do seu desempenho e na sua construção. Desta forma, é possível planejar e coordenar a execução de uma obra, quantificar materiais, testar diferentes alternativas, verificar interferências entre projetos, ensaiar o comportamento de um modelo devido à ação dos mais variados agentes, além de recuperar informações sobre a edificação a qualquer momento da vida do empreendimento (Addor et al., 2010).

Eastman et al. (2008, p.13), citado por Lino et al. (2012) definem, portanto, o BIM como “uma tecnologia de modelagem e um grupo associado de processos para produção, comunicação e análise do modelo de construção”, o que envolve uma constante busca pela prática do projeto integrado e faz com que todos os participantes da AEC se unam em um mesmo objetivo: a construção de um “modelo único” de edifício.

São inúmeras as vantagens associadas a este método, dentre as quais podemos citar:

- Melhoria da qualidade de projetos, ocasionada tanto pela diminuição dos erros quanto pela facilidade que se tem em modificá-los. Além da conceção de propostas coerentes com as

solicitações dos clientes devido a facilidade de se analisarem de diversas alternativas (Andrade; Ruschel, 2009);

- Melhor coordenação de documentos e conseqüentemente maior controle de informação (Lino et al., 2012);

- Maior produtividade devido à complexidade de informações geradas e facilidade de aplicação e reconstrução ou remodelagem, se necessário (Campestrini et al., 2015);

- Redução de custos da obra, diminuição de gastos para refazer/compatibilizar projetos, elaboração de quantitativos precisos e possibilidade de atualização (e assertividade) dos mesmos em qualquer etapa da construção (Campestrini et al., 2015);

- Redução do estresse causado pela insegurança em relação a informações incompletas, incertas ou recebidas de última hora (Campestrini et al., 2015).

Desta forma, o *Revit*, que é um software BIM pode contribuir não só na elaboração de um projeto, como também na análise de uma edificação existente, como acontece no nosso caso, onde através da criação de um modelo de construção é possível ter uma visão geral do edifício estudado e analisar as propriedades dos seus componentes como um todo e as características individuais dos materiais que a compõe.

3. APRESENTAÇÃO E VERIFICAÇÃO DO EDIFÍCIO

3.1. Introdução

Durante este capítulo abordaremos sobre as características da edificação estudada, considerando suas particularidades e adequação com as legislações vigentes de acessibilidade, segurança contra incêndio e conforto térmico e acústico. Ainda, apresentaremos o modelo de construção elaborado no *Revit* que auxiliará na análise do conforto térmico da edificação. Nos itens a seguir serão apresentados os tópicos a serem analisados, assim como as correspondências e inconsistências do edifício a serem melhoradas.

As análises serão realizadas a partir dos projetos disponibilizados pela Sociedade de Reabilitação Urbana (SRU), sendo o conforto térmico verificado com o auxílio da planilha em *Excel* elaborada pelo ITeCons e de um modelo BIM criado a partir de visitas ao local e dos projetos fornecidos.

3.2. Apresentação do Edifício

O edifício estudado foi construído por volta do século XX e pertence a um conjunto de moradias localizado no centro histórico de Viseu. Trata-se de uma construção orientada à sudeste de 3 pisos na Rua Silva Gaio, número 45, próximo à Sé Catedral de Viseu, que atualmente pertence à SRU que tem como objetivo principal promover a revitalização social, física e económica das áreas de reabilitação do município. Neste caso, o edifício fará parte de um programa de habitação acessível, onde futuramente será destinado para arrendamentos da

população com valores mais acessíveis. O conjunto conta com duas edificações interligadas, sendo cada uma composta por duas habitações, conforme ilustrado nas figuras 1 e 2.



Figura 1 - Localização da edificação (Google Maps, 2023).



Figura 2 - Vista frontal da edificação estudada.

O foco deste estudo está no apartamento mais à esquerda (pois o restante será demolido) que é composto por 2 pisos de habitação, uma cave (subsolo inabitado) e um desvão de cobertura, como mostra a figura 3.



Figura 3 - Alçado frontal da edificação (SRU, 2023).

Atualmente o apartamento possui o pé-direito de 3,25 metros (pisos 1 e 2) e conta com uma área de aproximadamente 230 metros quadrados, sendo 155 metros quadrados de área útil. Ele possui três quartos, três salas, duas cozinhas, um arrumo que desempenha o papel de sanitário no pavimento inferior, uma varanda envidraçada utilizada para a casa de banho, acessos e espaços sem função característica intitulados como arrumos, que podem ser observados na figura 4 e nas plantas-baixa presentes no Anexo F.

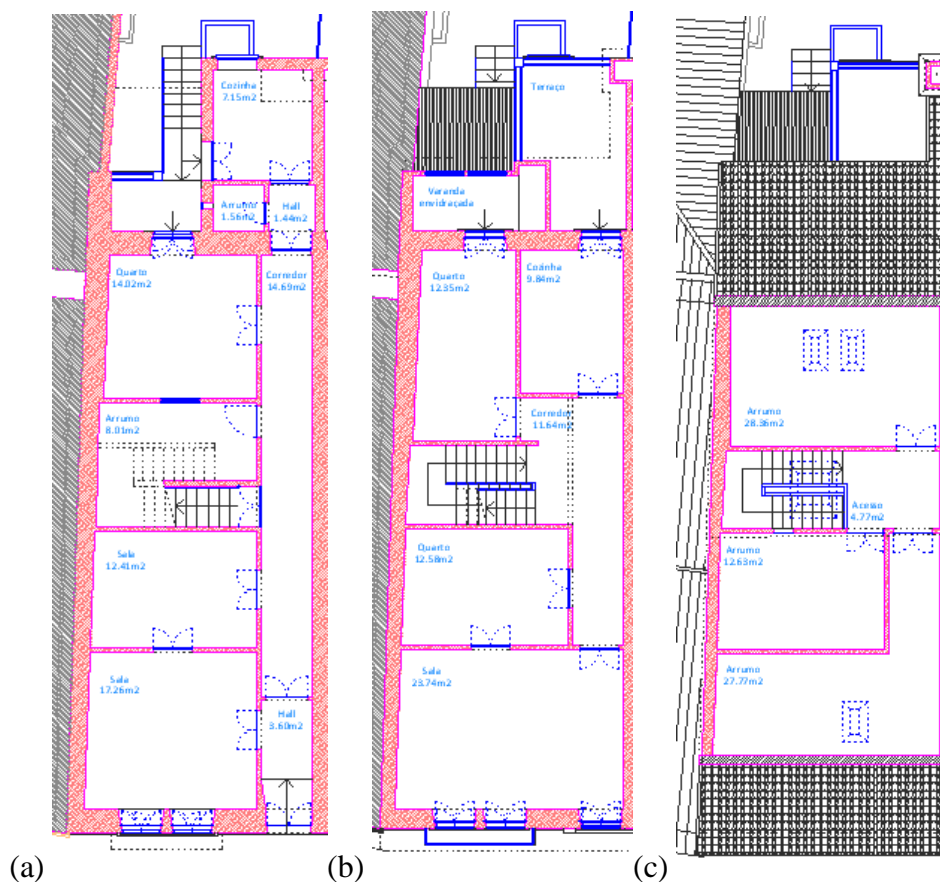


Figura 4 - Planta baixa dos pavimentos 1, 2 e 3, respectivamente (SRU, 2023).

Apesar de não ter acesso à proposta de alteração prevista, considerou-se que o apartamento se mantenha como habitação de uso exclusivo e que a base e as características do edifício permaneçam a mesma, sendo assim, a envolvente da edificação é constituída por alvenaria de pedra (granito) revestida com argamassa de cal, as paredes internas são compostas por tabique de madeira com argamassa bastarda de argila e os pavimentos e forros em madeira densa e semi-densa respetivamente. Existem aberturas apenas na parte da frente e atrás da edificação, estas constituídas por vidro simples e caixilharia em madeira bastante danificadas.

Apenas os pavimentos da cozinha do piso 1 e da varanda envidraçada possuem revestimento do tipo cerâmico. Já a cobertura é composta por telhas cerâmicas apoiadas por vigas e blocos de betão e possui uma claraboia sobre a escada central para auxiliar na iluminação e ventilação, já que alguns fogos principais não possuem abertura para o exterior.

É importante destacar, que o edifício possui pontos negativos em relação à ventilação e iluminação por causa da falta de janelas em alguns fogos devido à proximidade com as edificações vizinhas, e por isso existem outros fatores (além da claraboia central) que melhoram essa condição como o pé-direito alto (3,25 metros, o pé-direito padrão varia entre 2,5 e 2,8 metros) e as bandeiras de vidro sobre as portas e janelas.

3.3. Análise de Acessibilidade

O Decreto-Lei n.º 163/2006, considera a promoção de acessibilidade uma parte fundamental para garantir a qualidade de vida das pessoas, fazendo com que todos possam exercer seus direitos. Desta forma, iremos explorar os tópicos da norma que se adequam ao edifício estudado, sendo ignoradas as seções e capítulos que não se encaixam ao caso de estudo em específico.

Como o Capítulo 1 refere-se apenas às vias públicas e o Capítulo 2 trata apenas de edifícios e estabelecimentos em geral, para o nosso estudo, iremos inicialmente abordar sobre o Capítulo 3 que apresenta os requisitos para os edifícios, estabelecimentos e instalações com usos específicos.

3.3.1 Edifícios, Estabelecimentos e Instalações com Usos Específicos

No capítulo 3 da norma de acessibilidade, o foco está nas seções 3.2 e 3.3 que se referem aos espaços comuns e habitações de edifícios de habitação, respetivamente. As demais seções

não se encaixam ao estudo, com exceção da seção 3.1 que fala apenas sobre a aplicação do capítulo, e, neste caso, é aplicada.

A seção 3.2, mais precisamente o tópico 3.2.1 esclarece que não é necessária a instalação de meios mecânicos de comunicação vertical alternativo às escadas, desde que a diferença de cotas entre os pisos utilizáveis não seja superior a 11,50 metros e que sua possibilidade esteja prevista em projeto. Sendo assim, apesar de a instalação não ser necessária nesta situação sua aplicação não está prevista em projeto (como determinado no tópico 3.2.2) por se tratar de um edifício antigo (ver figura 5).

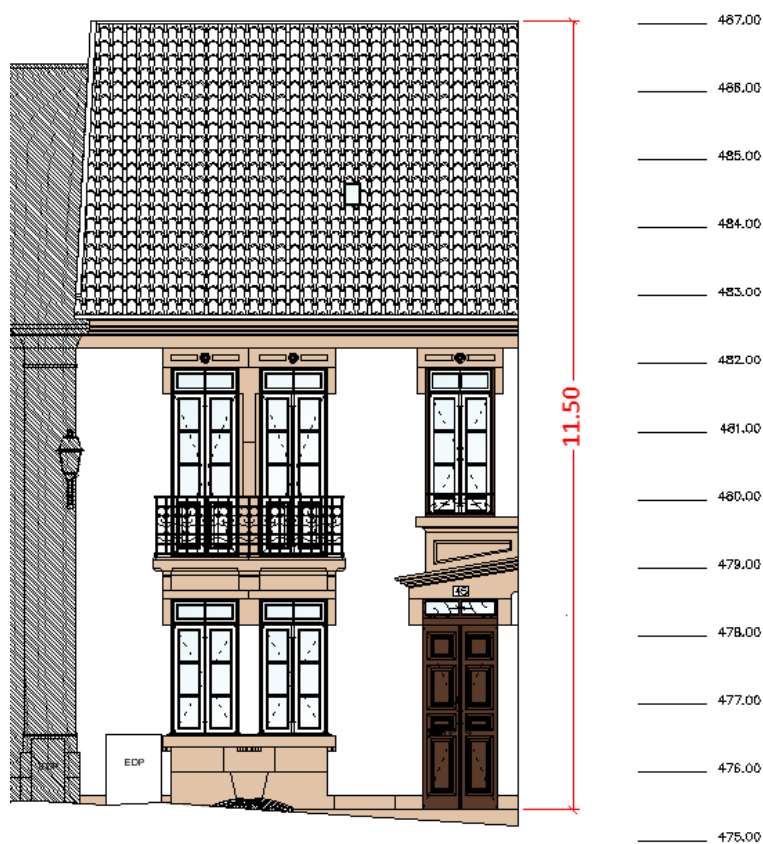
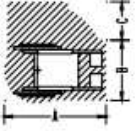
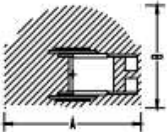
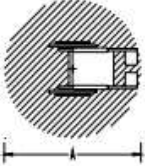


Figura 5 - Diferença de cotas entre níveis utilizáveis (SRU, 2023).

Os tópicos a seguir presentes nesta seção não se aplicam, com exceção do tópico 3.2.7 que afirma que deve ser possível realizar uma manobra de rotação de 180° nos patamares que dão acesso às portas dos fogos, conforme o estabelecido no quadro 1.

Desta forma, a verificação pode ser confirmada através da figura 6 abaixo. Não se observou a necessidade de realizar a verificação para os demais ambientes.

Quadro 1 - Exigência de zona de manobra de acordo com o tópico 4.4.1 (Decreto-Lei n.º 163/2006)

Rotação de 90°		
	A	≥ 1,20 m
	B	≥ 0,75 m
	C	≥ 0,45 m
Rotação de 180°		
	A	≥ 1,50 m
	B	≥ 1,20 m
Rotação de 360°		
	A	≥ 1,50 m

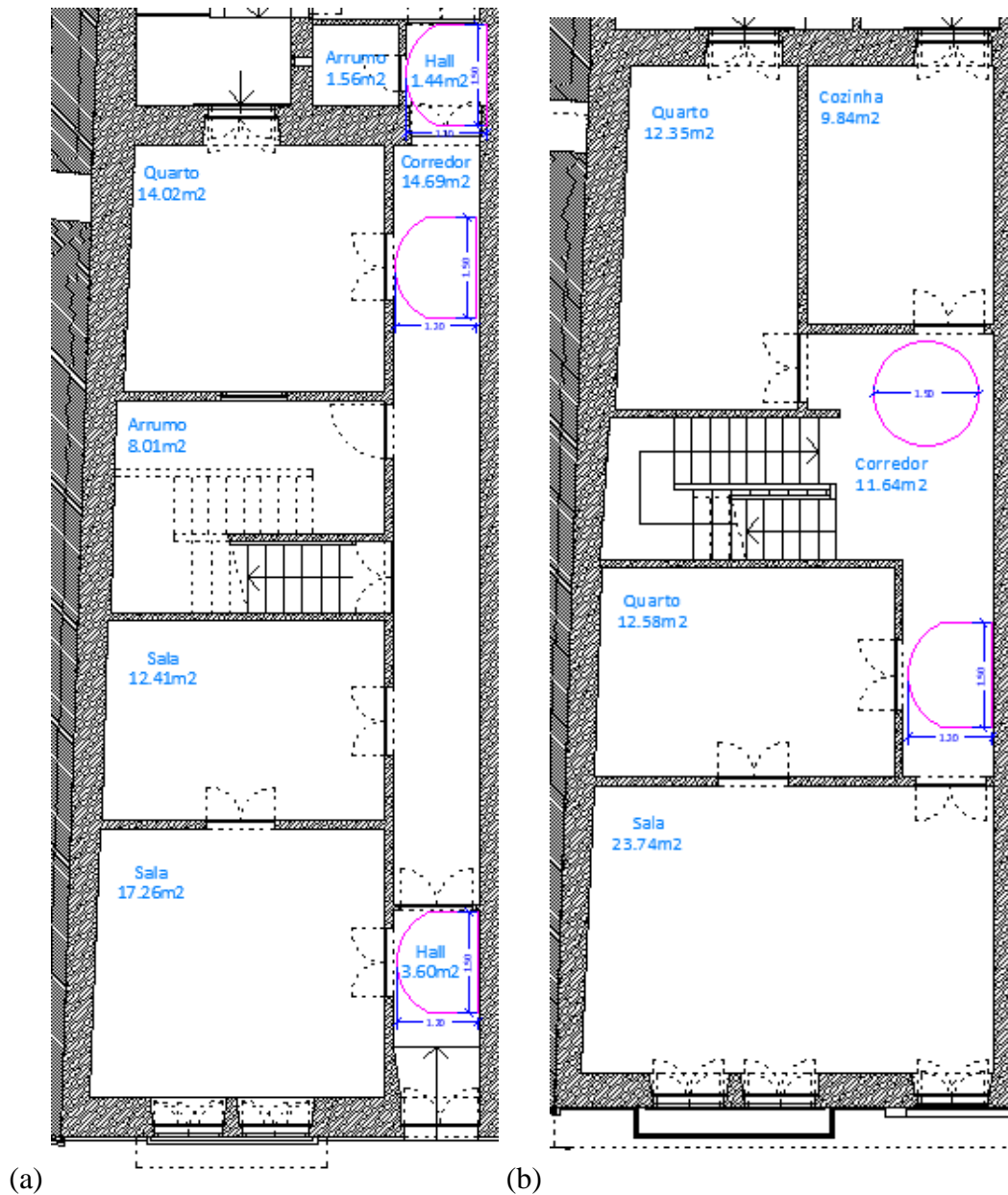


Figura 6 - Representação em planta da zona de rotação de 180° no acesso dos fogos (SRU, 2023).

Já na seção 3.3 é estabelecido os requisitos com foco nas próprias habitações, portanto, no tópico 3.3.1 inicialmente abordaremos sobre a zona de rotação de 360°, que deve ser garantida no espaço de entrada da habitação (conforme quadro 1). Sua verificação pode ser confirmada a partir da figura 7.

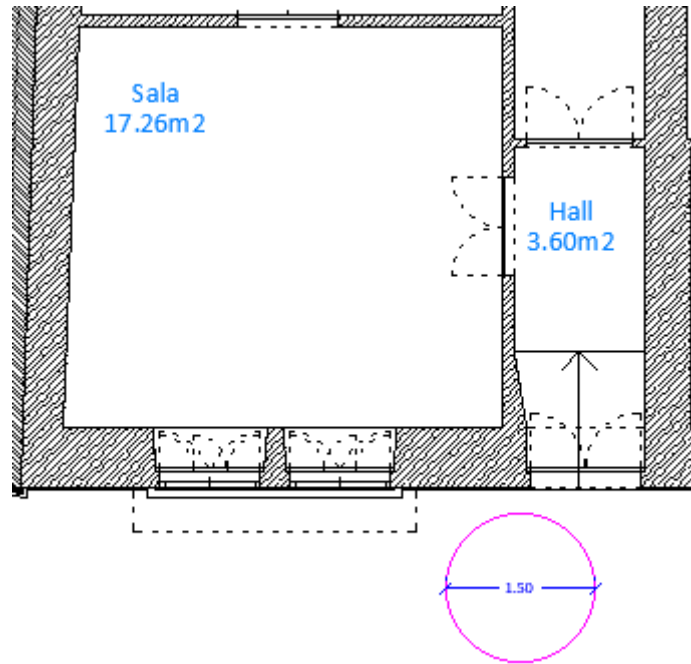


Figura 7 - Representação em planta da zona de manobra de 360° no lado exterior do edifício com acesso direto à rua (SRU, 2023).

A seguir, no tópico 3.3.2 determina-se como 1,10 m a largura mínima para corredores e outros espaços de circulação. Portanto, tal requisito pode ser confirmado nas figuras 8, 9 e 10.

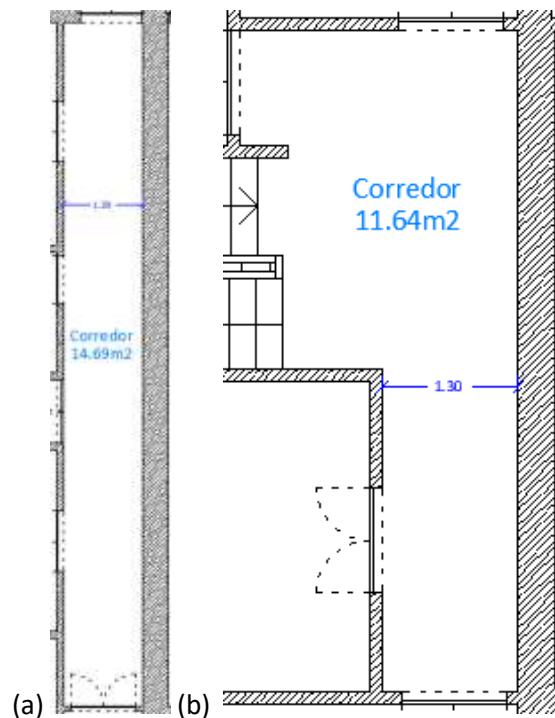


Figura 8 - Representação em planta da largura dos corredores dos pisos 1 e 2, respetivamente (SRU, 2023).

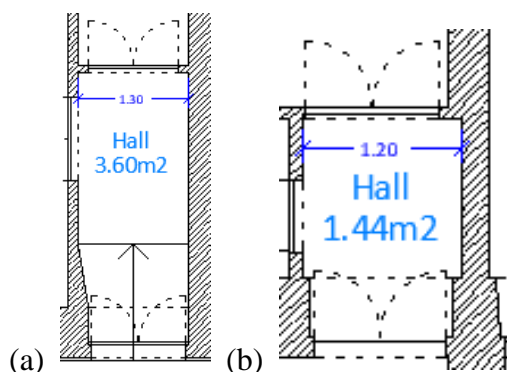


Figura 9 - Representação em planta da largura do hall do piso 1 (SRU, 2023).

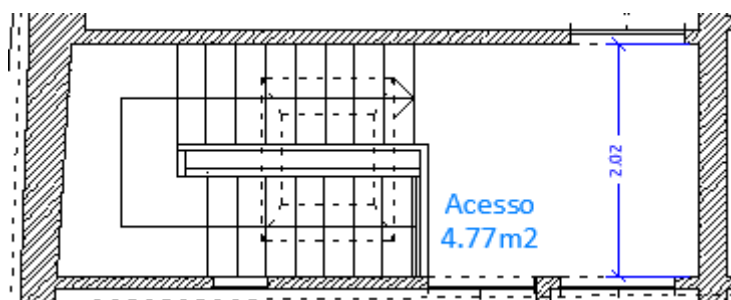


Figura 10 - Representação em planta da largura do acesso do piso 3 (SRU, 2023).

Para o interior dos fogos de uso exclusivo, é necessário analisar apenas a cozinha e uma instalação sanitária presente na edificação, desta forma, considerando que não é possível saber quais as instalações fixas ou mobiliário que será mantido, a cozinha será analisada da forma em que se encontra na planta baixa (sem nenhuma bancada presente no seu interior) e na instalação sanitária escolhida para análise (varanda envidraçada presente no piso 2) será considerada a manutenção dos equipamentos presentes ou a sua alteração futura para equipamentos similares distribuídos da mesma forma em que se encontram atualmente. Portanto, os tópicos 3.3.3 e 3.3.4 que abordam sobre estes locais, serão verificados a partir dos seguintes pontos:

- Alínea 1) do Tópico 3.3.3: A cozinha deve possuir espaço livre para inscrever uma zona de manobra para a rotação 360°;
- Alínea 1) do Tópico 3.3.4: A instalação sanitária deve estar equipada com, pelo menos, um lavatório, uma sanita, um bidé e uma banheira.

Sendo assim, a partir das imagens 11 e 12, podemos verificar que os tópicos são cumpridos.

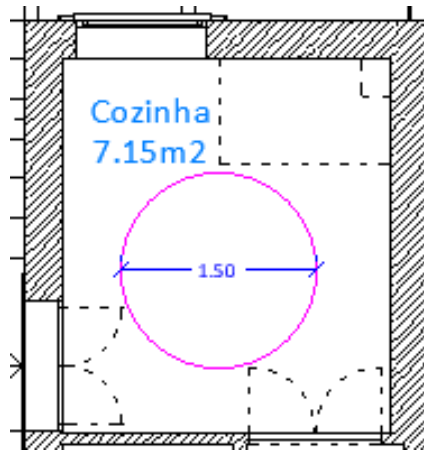


Figura 11 - Representação em planta da zona de rotação de 360° na cozinha (SRU, 2023).



Figura 12 - Instalações sanitárias da varanda envidraçada localizada no piso 2.

Logo em seguida, no tópico 3.3.5 que diz respeito aos requisitos relacionados às escadas, temos as seguintes exigências:

1. A largura de lanços, patamares e patins devem ser maiores ou iguais a 1,00 m;
2. Os patamares inferior e superior devem ter uma profundidade de pelo menos 1,20 m, medida no sentido do movimento.

Estas condições podem ser analisadas a partir das figuras 13 e 14, sendo as cotas ilustradas na cor azul, cotas representantes das condições que foram cumpridas e as ilustradas na cor vermelho, representantes das condições que não foram cumpridas.

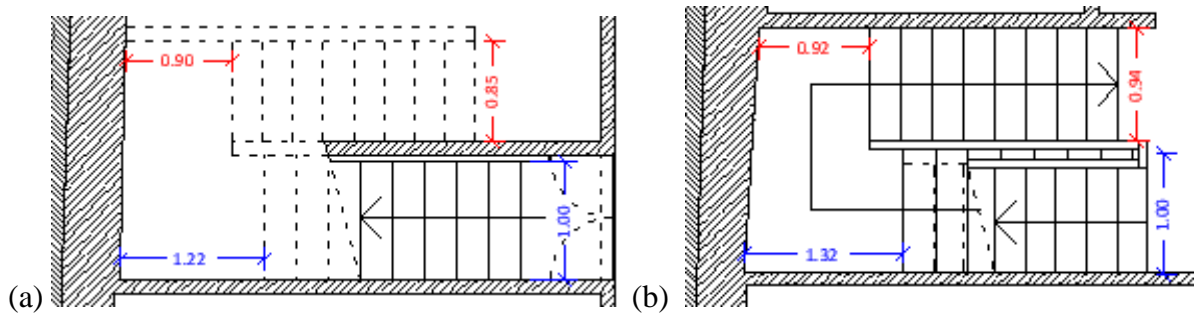


Figura 13 - Representação em planta da escada central ligando os pisos 1 e 2 e os pisos 2 e 3, respectivamente (SRU, 2023).

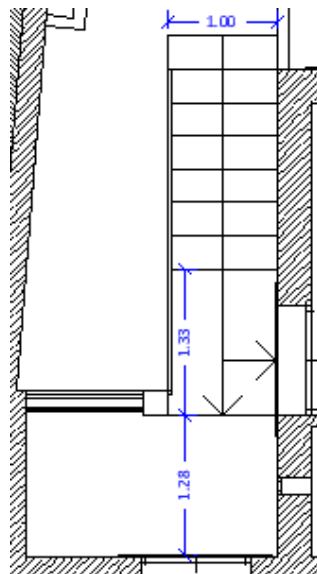


Figura 14 - Representação em planta da escada externa (SRU, 2023).

Abaixo, na figura 15, também é possível verificar a condição real da escada central que interliga os 3 pisos.



Figura 15 - Escada central que interliga os 3 pisos.

Ainda para esta seção, é necessário citar que o tópico 3.3.7 não será analisado devido aos diversos tipos de piso encontrados na edificação e na sua situação vigente, sendo necessária a alteração do mesmo (figura 16) e o tópico 3.3.8 será analisado mais à frente, na seção 4, conforme o recomendado. Os demais tópicos desta seção não se aplicam.

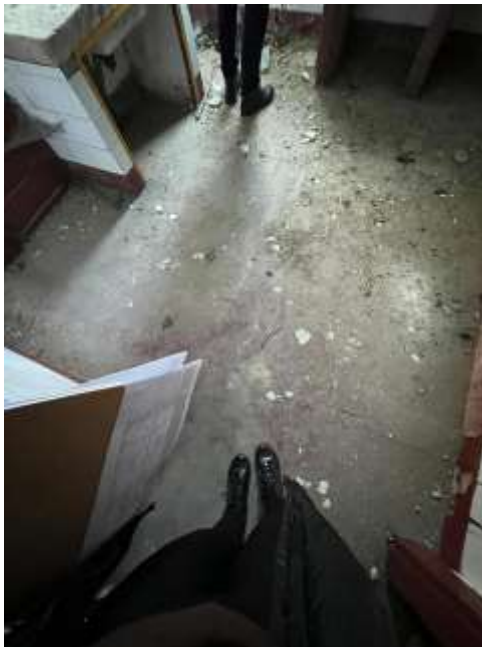


Figura 16 - Piso da edificação na área da cozinha.

3.3.2 Percurso Acessível

Conforme já relatado, o Decreto-Lei n. 163/2006 estabelece que todos os edifícios e estabelecimentos em geral devem possuir um percurso acessível devendo este incluir a entrada/saída da edificação e todos os espaços constituintes, com exceção de locais não utilizáveis, locais com mesma função ou com alternativas idênticas acessíveis ou de manutenção, podendo não serem compatíveis com o percurso dos demais utilizadores apenas em caso de obras de ampliação, alteração ou conservação, portanto a análise do percurso acessível será feita com base no capítulo 4 do Anexo do Decreto-Lei n.º 163 de 2006 que estipula as suas formas de análise. Desta forma, o percurso acessível deste caso de estudo deve seguir o especificado a seguir:

- Zonas de permanência (seção 4.1): Deve possuir um lado completamente desobstruído ou sobreposto a um percurso acessível e possuir dimensões que satisfaçam o que está estabelecido no quadro 2 (tópicos 4.1.1 e 4.1.2);

Quadro 2 - Exigência de zona de permanência de acordo com o tópico 4.1.1 (Decreto-Lei n.º 163/2006)

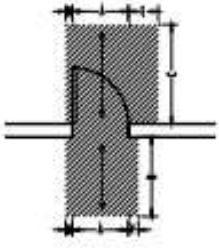

Zona livre	
	A ≥ 0,75 m
	B ≥ 1,20 m

- Largura Livre (seção 4.3): Os percursos devem ter um canal de circulação contínuo de pelo menos 1,20 m e sem obstruções (tópico 4.3.1);

- Altura livre (seção 4.5): Deve ser igual ou superior a 2,00 m para espaços encerrados e 2,40 m para espaços não encerrados (tópico 4.5.1), sendo esta distância medida verticalmente entre o focinho dos degraus e o teto quando for o caso de escadas (tópico 4.5.2);

- Portas (seção 4.9): Os vãos devem possuir largura útil maiores ou iguais a 0,77 m, medidas entre a face da folha da porta e o batente com a porta aberta a 90° quando forem portas de batente (tópico 4.9.1), válido para pelo menos uma das folhas caso a porta possua duas folhas que possam ser operadas independentemente uma da outra (tópico 4.9.5), altura útil de pelo menos 2,00 m (tópico 4.9.2) e obedecer ao tópico 4.3.1 quando as ombreiras ou paredes adjacentes tiverem profundidade superior a 0,60 m (tópico 4.9.3). Além disso, elas devem possuir zonas de manobra desobstruídas obedecendo as dimensões a seguir, exceto em casos de obras de alteração ou conservação em que a largura útil de passagem for aumentada para compensar a dificuldade dos utentes (tópico 4.9.7).

Quadro 3 - Dimensões exigidas para as zonas de manobra das portas de acordo com o tópico 4.9.6 (Decreto-Lei n.º 163/2006)

Porta de batente													
	<table border="0"> <tr> <td>A</td> <td>≥ 0,80 m</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>≥ 1,10 m</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>≥ 1,40 m</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>≥ 0,10 m</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>≥ 0,30 m</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>≥ 0,15 m</td> </tr> </table>	A	≥ 0,80 m	B	≥ 1,10 m	C	≥ 1,40 m	D	≥ 0,10 m	E	≥ 0,30 m	F	≥ 0,15 m
A	≥ 0,80 m												
B	≥ 1,10 m												
C	≥ 1,40 m												
D	≥ 0,10 m												
E	≥ 0,30 m												
F	≥ 0,15 m												
Porta de correr													
	<table border="0"> <tr> <td>A</td> <td>≥ 0,80 m</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>≥ 1,10 m</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>≥ 1,10 m</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>≥ 0,10 m</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>≥ 0,10 m</td> </tr> </table>	A	≥ 0,80 m	B	≥ 1,10 m	C	≥ 1,10 m	D	≥ 0,10 m	E	≥ 0,10 m		
A	≥ 0,80 m												
B	≥ 1,10 m												
C	≥ 1,10 m												
D	≥ 0,10 m												
E	≥ 0,10 m												

Ainda em relação às portas, é necessário que seus puxadores ou demais dispositivos de operação sejam fáceis de agarrar e que possuam uma resistência mínima (tópico 4.9.9), estando eles compreendidos entre 0,80 m e 1,10 m de altura com relação ao piso (tópico 4.9.10).

Sendo assim, as verificações serão realizadas dentro do percurso acessível adotado, que inclui exclusivamente o primeiro andar da edificação por dois motivos: devido à ausência de rampas, elevadores e/ou plataformas elevatórias que permitam o acesso aos andares superiores e por possuir condições idênticas e ser independente dos demais andares. Todas as conferências podem ser visualizadas a partir das figuras 17 a 20, sendo as cotas da cor azul adequadas à legislação e as em vermelho, não adequadas.

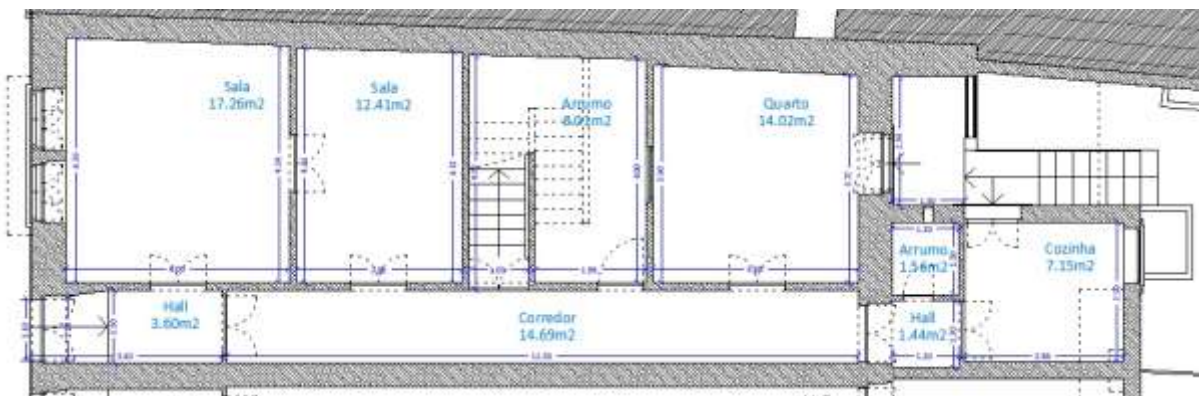


Figura 17 - Dimensões em planta para a verificação da zona de permanência e largura livre do piso 1 (SRU, 2023).

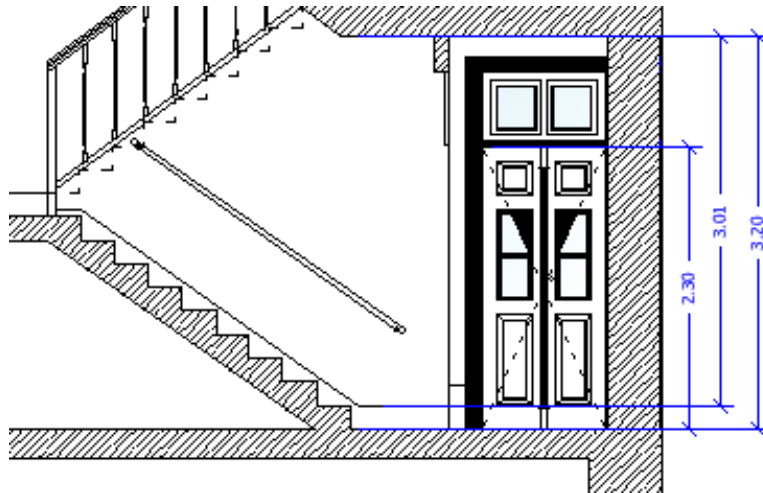


Figura 18 - Dimensões em corte para a verificação da altura útil da edificação e das portas do piso 1 (SRU, 2023).

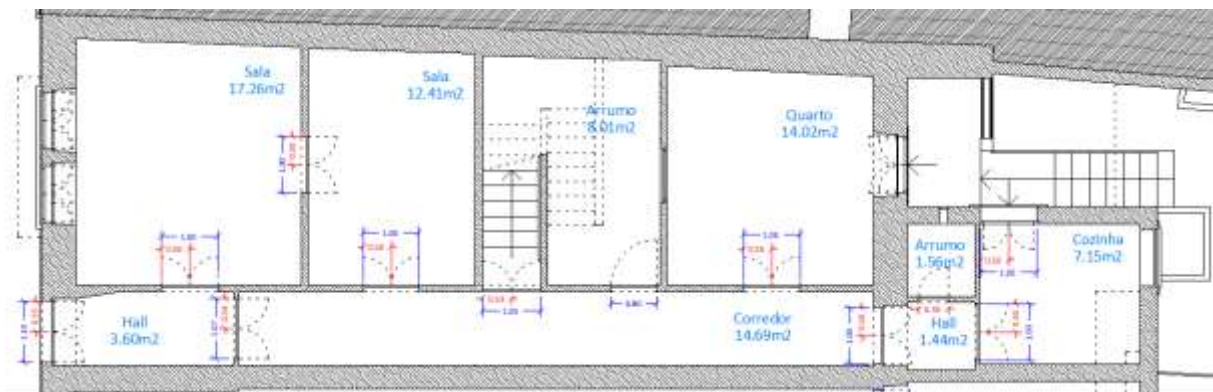


Figura 19 - Dimensões em planta para a verificação dos vãos das portas do piso 1 (SRU, 2023).

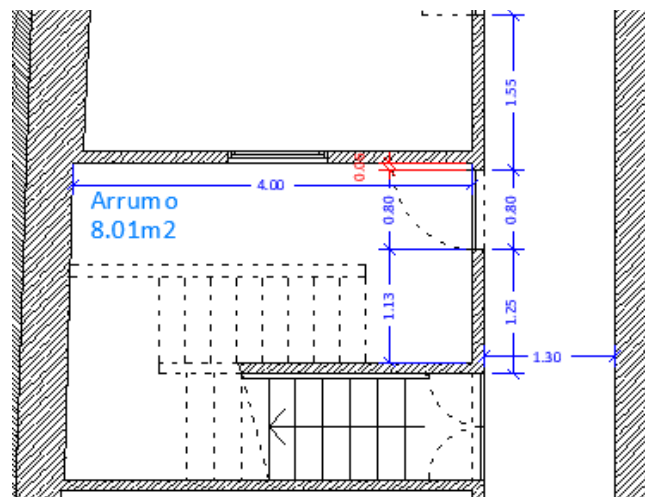


Figura 20 - Dimensões em planta para a verificação da zona de manobra da porta do piso 1 (SRU, 2023).



Figura 21 - Modelo de porta utilizado na edificação.

É importante lembrar que para a análise desta seção alguns pontos foram adotados:

- De acordo com o espaço existente foram consideradas zonas livres desobstruídas em todos os cômodos;

- A edificação não possui troços, corrimãos, objetos salientes, mobílias ou instalações. Portanto, alguns fatores como o alcance não precisou ser considerado;

- As zonas de manobra necessárias já haviam sido analisadas anteriormente;

- A altura livre da edificação se mantém constante;

- Conforme análise anterior os pisos serão alterados, logo, a análise não foi considerada;

- As portas da edificação foram consideradas como um modelo padrão de 2,30 m de altura conforme ilustram as figuras 18 e 21;

- Considerando o edifício como “obra de reabilitação” e a largura útil de passagem igual a largura adotada com as portas de batente com as duas folhas abertas (conforme tópico 2.9.7), a análise de zona de manobra pode ser feita apenas para a porta do arrumo sob à escada;

- Devido ao longo tempo de utilização, provavelmente os dispositivos de operação das portas não possuem mais à resistência mínima requerida, neste caso, optou-se por não ser feita as análises do referente e recomendar a troca na sua totalidade.

Logo podemos perceber que alguns tópicos não conferem completamente, sendo estas as inconsistências apresentadas:

- A porta do arrumo da cozinha não possui largura mínima de 0,77 m (tópico 4.9.1);
- As folhas de todas as portas não possuem largura mínima de 0,77 m para serem operadas independentemente (tópico 4.9.5);
- A largura “D” da zona de manobra da porta do arrumo da escada não obedece o limite mínimo estabelecido.

Os demais tópicos e seções que não foram analisados não se aplicam à situação.

3.4. Análise de Segurança contra Incêndio

De acordo com o Regulamento de Segurança contra Incêndio em Edifícios (RJ-SCIE) proposto pelo Decreto-Lei n.º 220/2008, por um longo tempo a legislação de segurança contra incêndio em edifícios esteve composta por diplomas avulsos e isolados, muitas vezes divergentes e difíceis de compreender.

Portanto, o mesmo surgiu com o intuito de facilitar e melhorar as condições de habitabilidade dentro de qualquer que seja a edificação, e por sua vez, propõe-se a “reduzir a probabilidade da ocorrência de incêndios, limitar o desenvolvimento de eventuais incêndios e minimizar seus efeitos, facilitar a evacuação e o salvamento dos ocupantes em risco e permitir a intervenção eficaz e segura dos meios de socorro”.

Sendo assim, a seguir classificaremos o edifício estudado através dos fatores de risco para classificação de edifícios determinados pelo Decreto-Lei n.º 220/2008, alterado e republicado pela Lei n.º 123/2019, de 18 outubro, e logo após, com o auxílio do Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (RT_SCIE) estabelecido pela Portaria n.º 1532/2008, iremos verificar os requisitos para combater e prevenir a ocorrência de incêndios.

Conforme consta no regulamento, os edifícios devem ser classificados de acordo com a sua utilização e com a categoria de risco em que se encontram, sendo no total 12 Utilizações-tipo (UT), podendo ser classificadas em 4 Categorias de Risco (CR) cada, em função de fatores de risco de acordo com o artigo 12.º e o Anexo III do RJ-SCIE. Desta forma, por ser uma habitação unifamiliar, a edificação estudada possui utilização habitacional exclusiva, UT I, que se encaixa na 1.ª CR (risco reduzido), devido a sua altura ($\leq 9,00$ m) e ao número de pisos abaixo do plano de referência (≤ 1), conforme mostra o quadro 4.

Quadro 4 - Categoria de risco da utilização-tipo I (Decreto-Lei n.º 220/2008)

Categoria	Critérios referentes à utilização-tipo I	
	Altura da UT I	Número de pisos ocupados pela UT I abaixo do plano de referência
1. ^a	≤ 9 m	≤ 1
2. ^a	≤ 28 m	≤ 3
3. ^a	≤ 50 m	≤ 5
4. ^a	> 50 m	> 5

Isso pode ser comprovado a partir da sua altura de utilização-tipo (diferença de cota entre o plano de referência e o pavimento do último piso acima do solo) de 7,20 metros e nenhum piso abaixo do plano de referência (apenas um desvão não ocupado), como é possível observar na figura 22.



Figura 22 - Altura de utilização-tipo (SRU, 2023).

Além da classificação geral da edificação, podemos também classificar cada espaço interior por meio de locais de risco elencados de “A” a “F”, sendo, neste caso, todos os

ambientes internos classificados como local de risco A, por não possuírem alto número de pessoas presentes simultaneamente nem riscos especiais. A partir destas informações, é possível iniciar a segunda parte da nossa análise de segurança contra incêndios através da verificação pelo RT-SCIE, Portaria 1532/2008, alterada e republicada pela Portaria n.º 135/2020 de 2 junho.

Inicialmente, a portaria trata no Título I sobre objeto e definições e por isso, iremos iniciar no Título II, capítulo I, que aborda sobre as condições exteriores de segurança e acessibilidade, sendo assim, as condições a serem analisadas são:

- a) Disponibilidade de água para abastecimento de veículos de socorro nas imediações dos edifícios e recintos;
- b) Vias de acesso que possuam:
 - i. Estacionamento dos veículos de socorro a pelo menos 30 metros de uma saída do edifício, podendo este valor ser aumentado para 50 metros em caso de edifícios localizados nos centros urbanos antigos;
 - ii. Pelo menos 3,50 m de largura útil;
 - iii. Pelo menos 4,00 metros de altura útil;
 - iv. Raio de curvatura medido ao eixo de no mínimo 11,00 m;
 - v. Inclinação máxima de 15%;
 - vi. Capacidade para suportar um veículo de até 130 kN, sendo 40 kN no eixo dianteiro e 90 kN no eixo traseiro.
- c) Pelo menos uma fachada acessível que tenha pontos de penetração com pelo menos 1,20 x 0,60 m, situados em altura não superior a 50 metros, eventualmente ligados a terraços, varandas, sacadas e aos caminhos horizontais, podendo ser considerado apenas um ponto para cada 800 m².

Neste caso, o item a) pode ser confirmado a partir da figura 23 que ilustra os pontos de água disponíveis nas proximidades da edificação, estando o mais perto localizado a cerca de 70 metros (aproximadamente 50 metros em linha reta).



Figura 23 - Localização dos hidrantes para abastecimento de água em relação ao edifício (Google Earth, 2023).

Já para o item b), apenas não foi possível analisar a capacidade de suporte da via, sendo que os demais pontos podem ser verificados nas figuras 24, 25 e 26.



Figura 24 - Medidas aproximadas da largura da via obtidas com o auxílio do Google Maps e AutoCAD.



Figura 25 - Vista lateral direita da via em frente à edificação.



Figura 26 - Vista lateral esquerda da via em frente à edificação.

Posteriormente, para a confirmação do item c) adotamos as janelas da fachada frontal para desempenhar a função de “pontos de penetração”, já que no piso 1 elas possuem 1,00 m x 2,00 m e no piso 2 elas possuem 1,00 x 2,80 m (janelas piso 2), o que é possível verificar através da figura 27 e das plantas dos pisos 1 e 2, no Anexo E.



Figura 27 - Janelas da fachada frontal que podem servir como pontos de penetração.

Em seguida, no capítulo II temos a imposição de limitações para diminuir a propagação de incêndio pelo exterior, por meio de paredes exteriores tradicionais e não tradicionais, paredes de empena, coberturas e zonas de segurança.

Dentre estas categorias, é válido analisar apenas algumas características de cobertura (Artigo 10.º) pois não existem paredes de empena (caso existam futuramente devido a demolição dos prédios vizinhos, o granito que compõe as paredes exteriores se encaixaria nas classes de fogo requeridas pela legislação) e as demais aplicações não se encaixam neste estudo. Portanto, para as coberturas iremos analisar os pontos 7, 8 e 11 que falam sobre elementos envidraçados, estrutura e revestimento exterior, respetivamente.

O ponto 7 afirma que caso existam claraboias ou outros elementos envidraçados na cobertura que estiverem situados em uma faixa inferior a 4 metros a partir da parede eles devem estar fixos e garantir classe de resistência ao fogo padrão EI 60 ou superior (o material de composição deve ter estanquidade a chamas e gases quentes e isolamento térmico por pelo menos 60 minutos em condições de incêndio).

Como podemos perceber pelas figuras 28 a 30 apesar da claraboia se situar dentro da faixa, não é possível confirmar a classe de resistência do elemento pois ele está localizado em um vão inacessível. Atualmente os demais elementos não possuem vidro e, portanto, devem ser repostos.

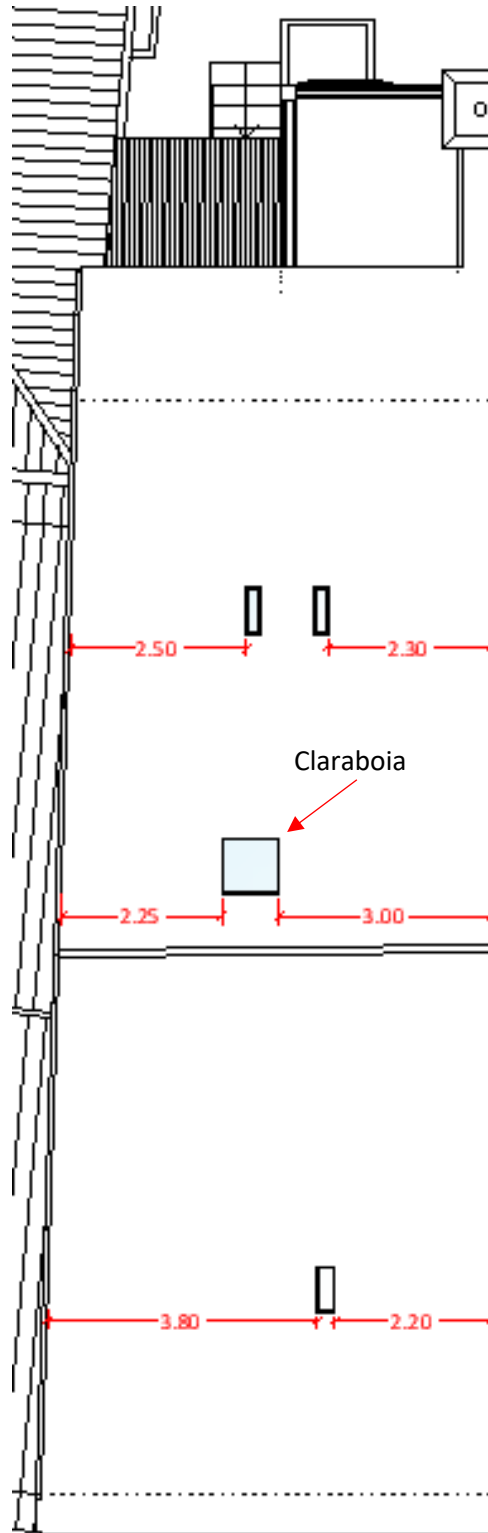


Figura 28 - Planta baixa da cobertura com as cotas entre os elementos envidraçados e a parede (SRU, 2023).



Figura 29 - Claraboia.

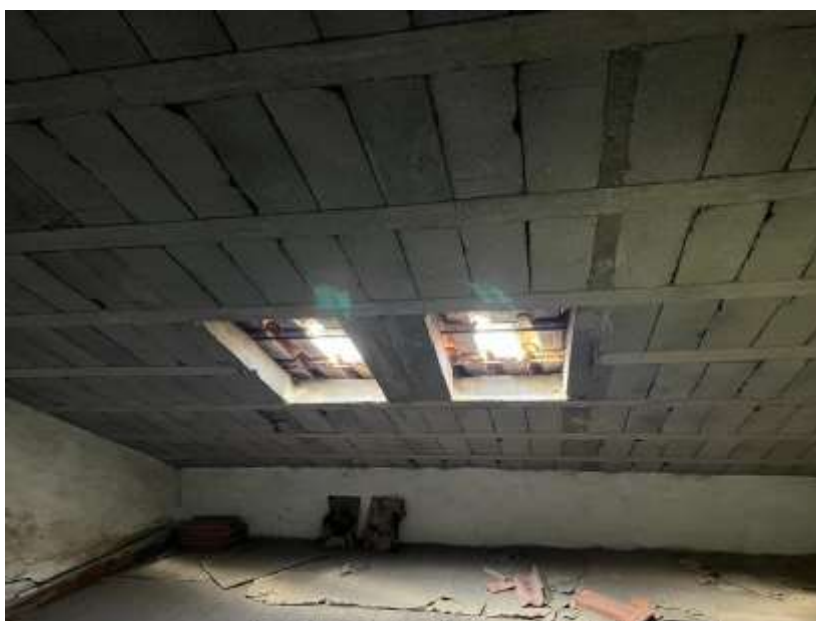


Figura 30 - Elementos envidraçados no desvão da cobertura.

Já o tópico 8 se refere à estrutura de elementos de cobertura em edifícios de média-altura (não em terraço), relatando que sua constituição com materiais de classe de reação ao fogo A1 (material não combustível) é suficiente. Neste caso, por se tratar de uma cobertura com base em betão, a afirmativa confere.

Com relação ao tópico 11 estabelece que o material para revestimento exterior de coberturas inclinadas deve ter, pelo menos, classe de reação ao fogo C-s2, d0, o que também pode ser confirmado, já que geralmente as telhas cerâmicas que compõe a cobertura, por serem submetidas a altas temperaturas na sua fabricação, possuem boas propriedades de resistência

ao fogo. Entretanto, é importante lembrar que os materiais presentes na estrutura da edificação em estudo já possuem um elevado tempo de vida e, portanto, seria necessária uma análise mais profunda para confirmar se as características originais foram mantidas.

Posteriormente, o capítulo III está diretamente relacionado aos critérios de segurança dispostos no artigo 3.º do capítulo I (Título II) e refere-se ao abastecimento e prontidão dos meios de socorro, sendo o artigo 12.º relacionado à disponibilidade de água e o artigo 13.º relacionado ao grau de prontidão do socorro.

Desta forma, dos critérios passíveis de serem verificados, o fornecimento de água para abastecer os veículos de socorro através de hidrantes exteriores disposto no artigo 12.º e o grau de prontidão do socorro disposto no artigo 13.º podem ser garantidos, já que o hidrante mais próximo se encontra a cerca de 70 metros da saída do edifício, conforme foi anteriormente verificado na figura 23, e os centros de bombeiros se encontram a aproximadamente 600 metros e 700 metros, respetivamente, conforme mostra a figura 31.



Figura 31 - Localização dos bombeiros em relação ao edifício estudado (Google Earth, 2023).

Em seguida, o Título III se refere às condições gerais do comportamento ao fogo, isolamento e proteção. Esta seção diz que os elementos estruturais de uma edificação devem garantir um determinado grau de estabilidade ao fogo e que devem existir compartimentos corta-fogo que garantam proteção para as vias de evacuação interiores, sendo dever destas garantir a estanquidade a chamas e gases quentes e isolamento térmico, de pelo menos 30 minutos (EI 30) para edifícios habitacionais da 1.ª CR, conforme indicado no quadro 5.

Quadro 5 - Mínima resistência ao fogo das categorias de risco para as diferentes utilizações-tipo (Portaria n.º 135/2020)

Resistência ao fogo padrão mínima de elementos estruturais de edifícios					
Utilizações-tipo	Categorias de risco				Função do elemento estrutural
	1.º	2.º	3.º	4.º	
I, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX e X	R 30 REI 30	R 60 REI 60	R 90 REI 90	R 120 REI 120	Apenas suporte. Suporte e compartimentação.
II, XI e XII	R 60 REI 60	R 90 REI 90	R 120 REI 120	R 180 REI 180	Apenas suporte Suporte e compartimentação

Desta forma, apesar das paredes interiores serem compostas por tabiques de madeira e argamassa de argila de baixa qualidade (figura 32), não é preciso verificar tal condição, já que a mesma só se aplica para as paredes laterais externas que desempenham papel estrutural, e estas atendem a verificação devido à sua grande espessura (60mm) e alta resistência do granito ao fogo.



Figura 32 - Alvenaria interna em tabique de madeira.

Na sequência do regulamento, os títulos IV, V e VI abordam sobre as questões de evacuação, instalações técnicas e equipamentos e sistemas de segurança respetivamente. Portanto, esses temas não serão verificados devido à dificuldade de obtenção de dados e as características da própria edificação, que por se tratar de uma habitação unifamiliar com baixa categoria de risco, não necessita de inspeção rigorosa.

Considerando a mesma situação, a verificação das condições gerais de autoproteção também não será realizada, pois não existem medidas exigíveis para a utilização-tipo e categoria de risco em que a edificação se encontra, conforme quadro 6. Entretanto, é necessário reforçar

que a criação e o cumprimento de medidas de autoproteção (preventivas, de intervenção e registos de segurança) a partir de um plano de segurança interno são indispensáveis.

Quadro 6 - Medidas de autoproteção exigíveis para cada utilização-tipo (Portaria n.º 1532/2008)

Medidas de autoproteção exigíveis		Medidas de autoproteção [Referência ao artigo aplicável]						
		Registos de segurança [artigo 201.º]	Procedimentos de prevenção [artigo 202.º]	Plano de prevenção [artigo 203.º] *	Procedimentos em caso de emergência [artigo 204.º] *	Plano de emergência interno [artigo 205.º] *	Ações de sensibilização e formação em SCIE [artigo 206.º]	Simulacros [artigo 207.º]
Utilização-tipo	Categoria de risco							
I	3.ª «apenas para os espaços comuns» 4.ª «apenas para os espaços comuns»	• •	•	•	•	•	• •	•
II	1.ª 2.ª 3.ª e 4.ª	• • •	•	•	•	•	• •	•
III, VI, VIII, IX, X, XI e XII	1.ª 2.ª 3.ª e 4.ª	• • •	•	•	•	•	• •	• •
IV, V e VII	1.ª «sem locais de risco D ou E» 1.ª «com locais de risco D ou E» e 2.ª «sem locais de risco D ou E» 2.ª «com locais de risco D ou E», 3.ª e 4.ª	• • •	•	•	•	•	• •	•

Em seguida, o capítulo I do Título VIII aborda sobre as questões específicas da UT I (Habitacionais), onde são vetados quartos abaixo do nível dos pisos de saída e o armazenamento de líquidos combustíveis nos núcleos de arrecadações dos condóminos.

Como a residência terá um baixo número de ocupantes, atualmente não existem arrecadações de condóminos (Artigo 209.º), salas de condomínio (Artigo 210.º) e estacionamentos cobertos (Artigo 211.º), sendo assim, como forma de verificar este capítulo da norma, podemos considerar que o desvão existente será utilizado para armazenamento de arrecadações, exceto líquidos combustíveis, e que os quartos serão mantidos no primeiro e segundo andar da edificação.

Além disso, o Artigo 213.º deste mesmo capítulo exige que as vias de evacuação com acesso ao exterior possuam largura mínima de 1,20 metros para UT I de 1.ª CR. Como vimos anteriormente, apesar de não ser possível criar uma via de evacuação segura devido à composição das paredes internas da edificação (alvenaria em tabique de madeira constituída

com argamassa de argila) consideraremos os corredores do primeiro e segundo piso e o acesso do terceiro piso como a via de evacuação principal, incluindo a escada que os interliga.

Desta forma, podemos confirmar apenas as condições de largura dos corredores e acesso impostas pelo Artigo 213.º através das figuras 33 a 36, sendo o azul representativo das larguras adequadas e o vermelho das larguras inadequadas.

O restante dos artigos e capítulos do regulamento não se aplicam à análise.

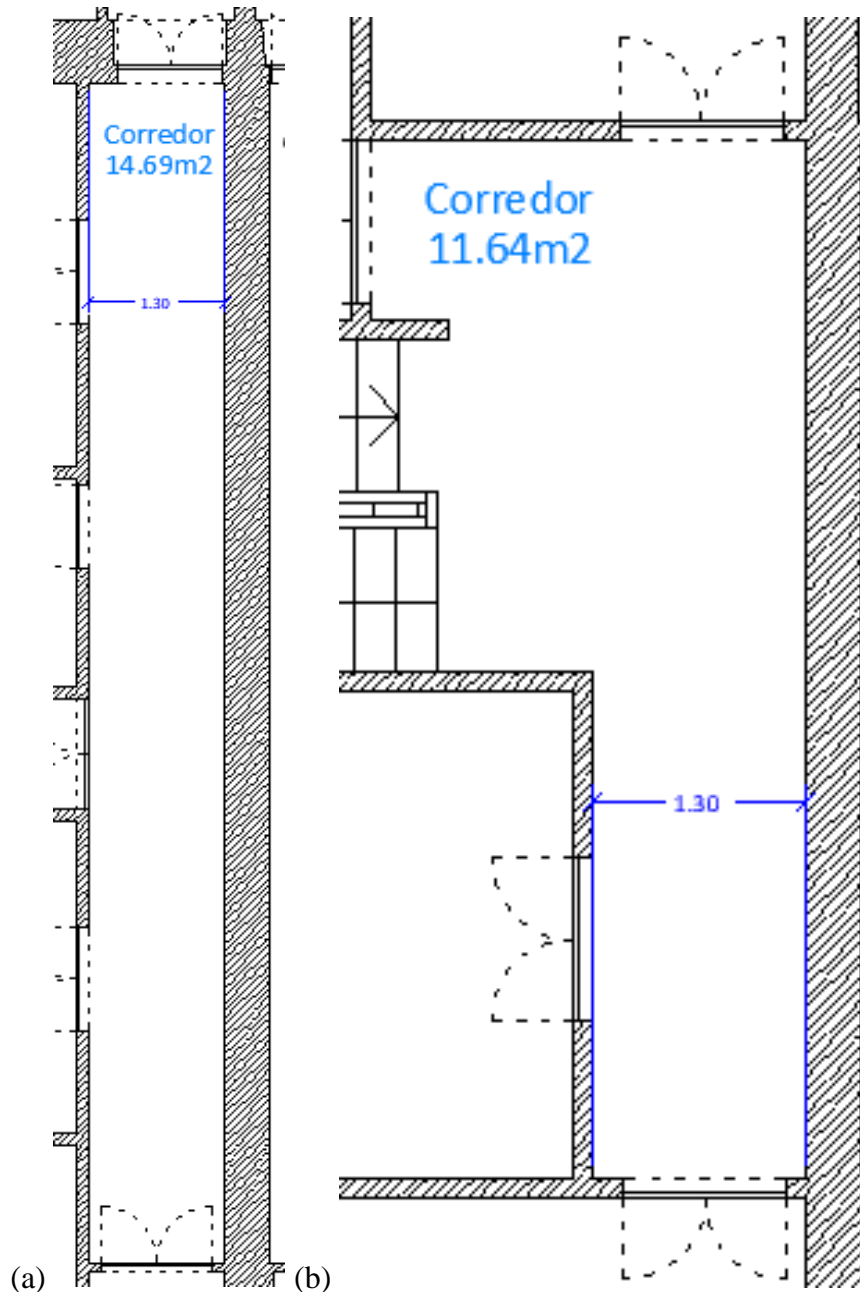


Figura 33 - Representação em planta da largura dos corredores: a) pisos 1; b) piso 2 (SRU, 2023).

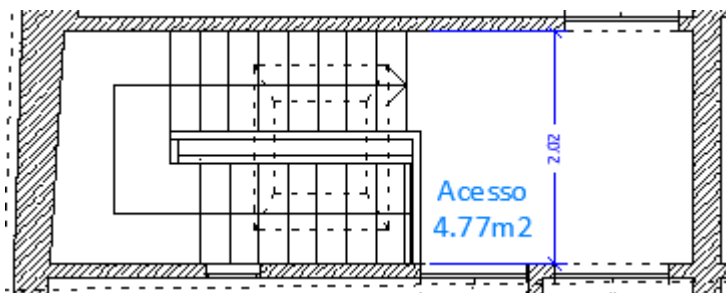


Figura 34 - Representação em planta da largura do acesso do piso 3 (SRU, 2023).

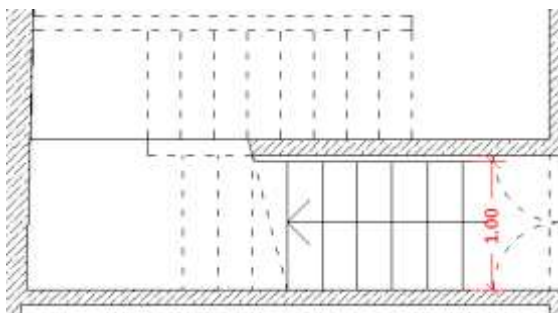


Figura 35 - Representação em planta da largura da escada que interliga os pavimentos 1 e 2 (SRU, 2023).

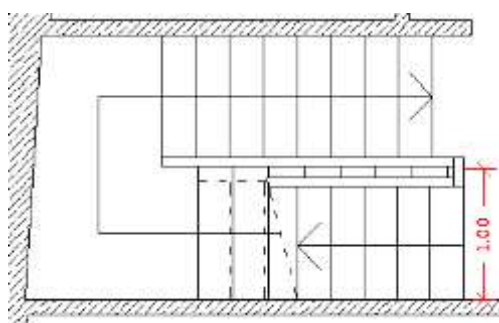


Figura 36 - Representação em planta da largura da escada que interliga os pisos 2 e 3 (SRU, 2023).

3.5. Conforto Acústico

Realizar uma análise acústica em uma edificação existente sem o auxílio de ensaios laboratoriais é sempre um desafio pois além de não ser possível medir com precisão os sons presentes na construção, os valores padrões para as características dos materiais provavelmente se alteraram ao longo do tempo. Portanto, por se tratar de uma habitação unifamiliar e como forma de garantir o conforto dos usuários e protegê-los da poluição sonora, caso seja necessário, optamos por realizar a verificação dos requisitos acústicos para os sons aéreos.

Quando se refere ao isolamento sonoro, existem duas principais categorias: os sons de condução aérea que são aqueles transmitidos a partir da vibração do ar e os sons de percussão

que surgem por um efeito de choque. Dito isto, nossa análise se concentrará nos aspetos relacionados aos sons de condução aérea do Regulamento de Requisitos Acústicos dos Edifícios - RRAE (estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 96/2008) na parede de fachada que faz fronteira com a sala do piso 1 (figura 37), sendo este o caso mais crítico da edificação por estar localizado mais próximo à rua.

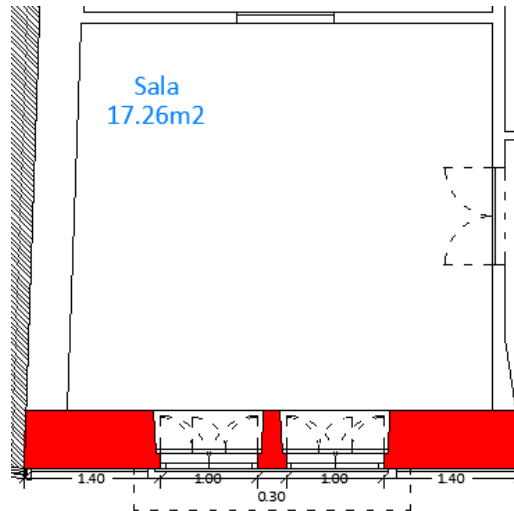


Figura 37 - Parede de fachada utilizada para a análise aos sons aéreos (SRU, 2023).

3.5.1 Método de Análise

Inicialmente, foi necessário classificar a área de acordo com as fontes de ruído existentes ou previstas, já que o regulamento geral de ruído (estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 96/2008) estipula em seu artigo 6.º (capítulo II) que cada município deve delimitar e categorizar suas zonas territoriais como sensível, ruidosa ou mista.

Assim, no plano diretor do município de Viseu foi elaborada a carta de classificação (figura 38), que indica que a área estudada pertence a uma zona mista.

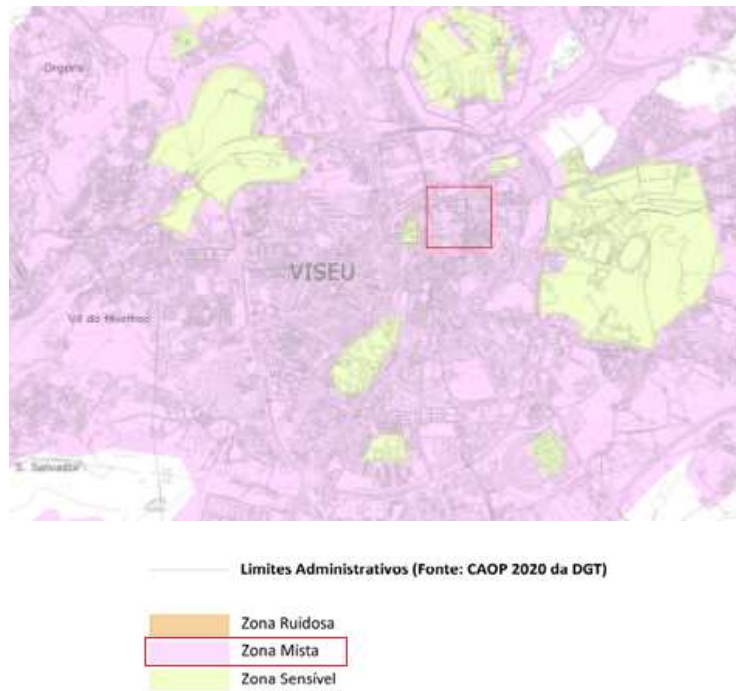


Figura 38 - Carta de classificação das zonas mistas e sensíveis (Município de Viseu, 2023).

Em seguida, com o auxílio do Excel e das definições dispostas no RRAE foram realizados os cálculos para determinar o isolamento sonoro a sons de condução aérea, padronizado ($D_{2m, nT, w}$). As fórmulas utilizadas estão representadas no quadro 7.

Quadro 7 - Fórmulas para isolamento sonoro a sons de condução aérea

Fórmulas Utilizadas para Isolamento Sonoro a Sons de Condução Aérea	
Valor Aproximado da Massa Superficial (ms)	$\sum (d^*p)$
Índice de Isolamento Sonoro Ponderado (Rw)	$20,4 * \log (ms) - 1,5 +/- 3,15$
Acréscimo por Isolamento de Sistema	Não há
Correção por Transmissão Marginal (TM)	- Se $Rw \leq 35dB$, $TM = 0$ - Se $35dB \leq Rw \leq 45dB$, $TM = 3dB$ - Se $Rw \geq 45dB$, difícil prever TM
Rw Final	$Rw + \text{Acréscimo por Isolamento de Sistema} - TM$
Previsível para o Conjunto - Parede Exterior com Envidraçado	$10 * \log \{ [\sum S] / [\sum S * 10^{(-Rw/10)}] \}$
Conversão para a Diferença Padronizada ($D_{2m, nT, w}$)	$D_{2m, nT, w} = Rw + 10 \log (0,16 * V) / (T0 * S)$

É importante lembrar que os valores obtidos não são precisos, pois de acordo com a Lei da Massa o valor de +/- 3,15 no índice de isolamento sonoro ponderado se refere ao intervalo de incerteza considerando as variações das medições reais nos resultados.

Além disso, a transmissão marginal foi considerada de acordo com os dados do LNEC e, para casos em que o R_w fosse superior à 45 dB, foi considerada uma TM de 4 dB.

3.5.2 Condução Aérea da Envolvente Exterior

Para a análise de isolamento acústico iremos utilizar a alvenaria que interliga a sala frontal com o exterior da residência. Como já citado anteriormente, ela é composta por pedra do tipo granito, envolvida por argamassa de cal (5,00 m x 3,25 m) e possui duas janelas de madeira com vidro simples (1,00 m x 2,00 m, cada). Para facilitar os cálculos, as aberturas foram consideradas apenas em vidro.



Figura 39 - Parede exterior analisada.

O Decreto-Lei n.º 96/2008, estabelece na Alínea a) no n.º 1 do Artigo 5.º (Capítulo II) que os edifícios de habitação em zonas mistas devem cumprir o índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea ($D_{2m, nT, w}$) de pelo menos 33 dB.

Sendo assim, a metodologia demonstrada anteriormente foi realizada a partir dos dados de espessura (projeto fornecido pela SRU) e de massa volúmica que foram considerados de acordo com o LNEC (ou média dos dados, se fornecido um intervalo). Os resultados serão demonstrados no quadro 8 e o cálculo realizado e dados utilizados podem ser visualizados no Anexo A.

Quadro 8 - Resultado do isolamento sonoro a sons de condução aérea, padronizado para a envolvente exterior

Tipologia	Parede Exterior	Janelas
Área Total (m ²)	13.5	4
Rw global (dB) =	45	
Volume da Recepção - V (m ³) =	56	
Tempo de Reverberação de Referência - T0 (s) =	0.5	
Área da Emissão - S (m ²) =	17.5	
D2m,nT,w (dB) =	45	

Desta forma, podemos confirmar que os valores apresentados estão em conformidade com o regulamento pois $D_{2m, nT, w} = 45 \text{ dB} \geq 33 \text{ dB}$.

3.6. Conforto Térmico

Ao longo dos anos, notou-se a necessidade de garantir a sustentabilidade nas construções e adaptar as novas edificações às mudanças climáticas, mas além disso, é necessário adequar os meios construtivos dos edifícios já existentes para que estes também garantam o conforto térmico e o bem-estar dos seus usuários. Para isso, basicamente avalia-se o desempenho energético de uma edificação, relacionando-o com a sua classe energética e alterando sua composição construtiva ou integrando técnicas construtivas que promovam um isolamento térmico eficiente, caso seja necessário.

Desta forma, para a nossa análise, recorreu-se ao Manual SCE, publicado pelo Despacho n.º 6476-H/2021 e utilizou-se uma planilha *Excel* desenvolvida pelo Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico para a Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade (ITeCons), tendo como referência a temperatura do ar interior entre 18° e 25° estabelecida pelo SCE para edifícios de habitação.

Atrelado à isso, foi realizada a análise térmica através do Insight, importado através de um modelo de energia do Revit, para que os resultados obtidos indicassem qual a melhor forma de inserir melhorias na edificação.

3.6.1 Método de Análise

Inicialmente procedeu-se à elaboração de um modelo de construção no *Revit* (figura 40), visando alcançar a representação mais precisa possível.

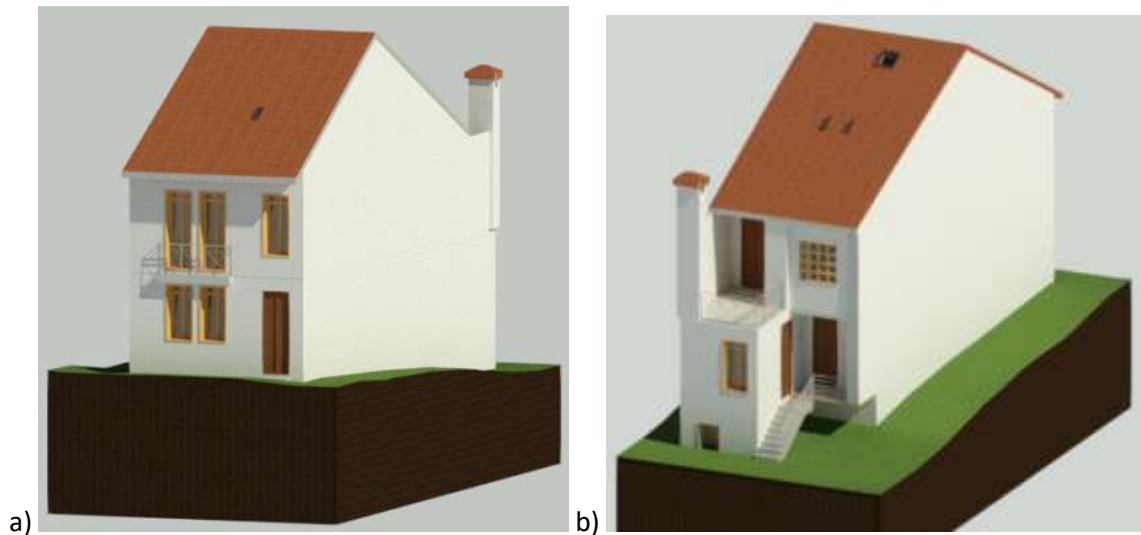


Figura 40 – Vista frontal e posterior do modelo de construção elaborado no Revit.

Os materiais que constituem a edificação também foram representados de acordo com as suas características originais de projeto e a partir dos dados de materiais fornecidos pelo próprio *Revit* e pelo LNEC. Na figura 41 é possível visualizar a sua representação.

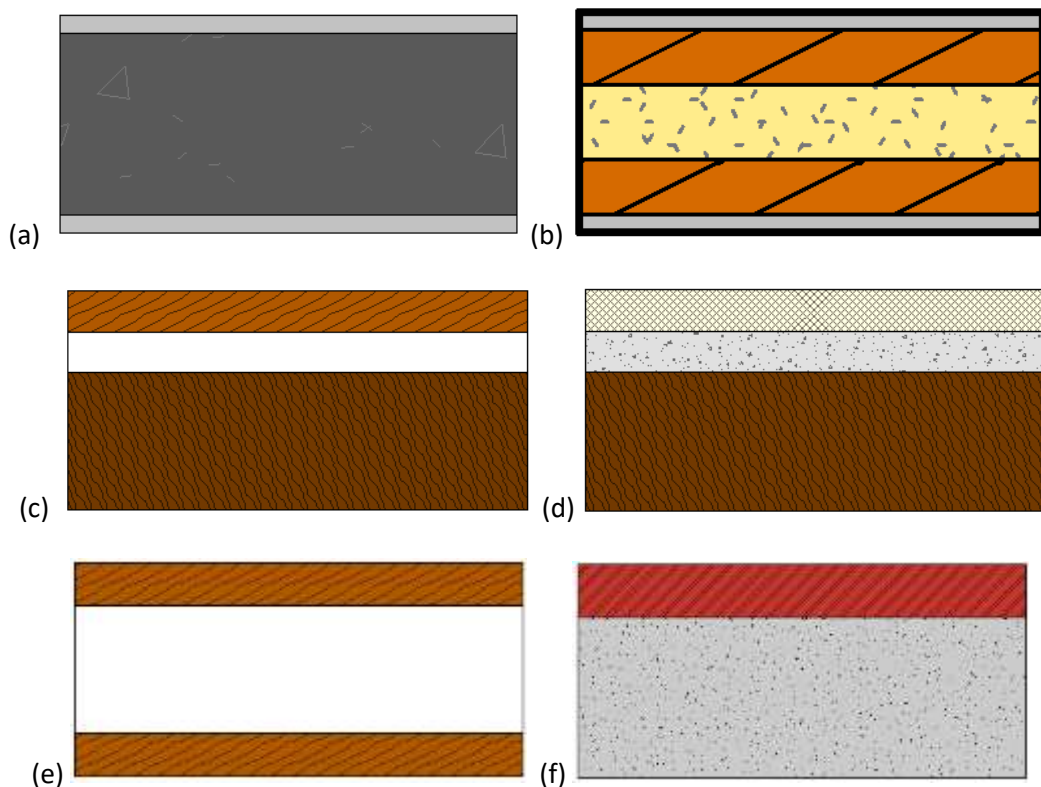


Figura 41 - Ilustração em corte (na horizontal): a) paredes externas; b) paredes internas; c) pisos em contato com o solo (piso 1, exceto cozinha); d) piso da cozinha do primeiro piso; e) pisos sem contato com o solo (pisos 2 e 3); f) telhado.

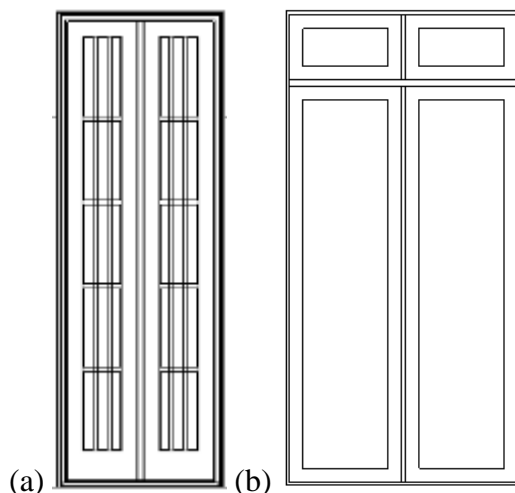


Figura 42 - Ilustração da vista frontal: a) portas; b) janelas

Nos quadros 9 a 16, também se encontram suas características.

Quadro 9 - Materiais constituintes das paredes externas

	Função	Material	Espessura
1	Acabamento 1 [4]	Reboco de Cal	0.0500 m
2	Limite do núcleo	Camadas acima da virada do revestimento	0.0000 m
3	Estrutura [1]	Granito, cortado, bruto	0.5000 m
4	Limite do núcleo	Camadas abaixo da virada do revestimento	0.0000 m
5	Acabamento 2 [5]	Reboco de Cal	0.0500 m

Quadro 10- Materiais constituintes das paredes internas

	Função	Material	Espessura
1	Acabamento 2 [5]	Reboco de Cal	0.0100 m
2	Limite do núcleo	Camadas acima da virada do revestimento	0.0000 m
3	Estrutura [1]	Madeira de Conífera, Tabique	0.0300 m
4	Estrutura [1]	Camada de matéria vegetal, Vermelho	0.0400 m
5	Estrutura [1]	Madeira de Conífera, Tabique	0.0300 m
6	Limite do núcleo	Camadas abaixo da virada do revestimento	0.0000 m
7	Acabamento 2 [5]	Reboco de Cal	0.0100 m

Quadro 11 - Materiais constituintes do piso em contato com o solo, exceto cozinha

	Função	Material	Espessura
1	Acabamento 2 [5]	Madeira de Conífera, Tabique	0.0150 m
2	Camada térmica/ar [3]	Ar	0.0150 m
3	Limite do núcleo	Camadas acima da virada do revestimento	0.0000 m
4	Estrutura [1]	Madeira – Manchada	0.0500 m
5	Limite do núcleo	Camadas abaixo da virada do revestimento	0.0000 m

Quadro 12 - Materiais constituintes do piso da cozinha do pavimento 1

	Função	Material	Espessura
1	Acabamento 2 [5]	Azulejo cerâmico	0.0150 m
2	Substrato [2]	Betão, Moldado in loco	0.0150 m
3	Limite do núcleo	Camadas acima da virada do revestimento	0.0000 m
4	Estrutura [1]	Madeira – Manchada	0.0500 m
5	Limite do núcleo	Camadas abaixo da virada do revestimento	0.0000 m

Quadro 13 - Materiais constituintes do piso sem contato com o solo

	Função	Material	Espessura
1	Limite do núcleo	Camadas acima da virada do r	0.0000 m
2	Estrutura [1]	Madeira de Conífera, Tabiqu	0.0500 m
3	Camada térmica/ar [3]	Ar	0.1500 m
4	Estrutura [1]	Madeira de Conífera, Tabiqu	0.0500 m
5	Limite do núcleo	Camadas abaixo da virada do r	0.0000 m

Quadro 14 - Materiais constituintes do telhado

	Função	Material	Espessura
1	Acabamento 1 [4]	Telhado, Azulejo	0.0500 m
2	Limite do núcleo	Camadas acima da virada do revestimento	0.0000 m
3	Estrutura [1]	Betão, Faixa de areia/cimento	0.1500 m
4	Limite do núcleo	Camadas abaixo da virada do revestimento	0.0000 m

Quadro 15 - Materiais constituintes das janelas

Materiais e acabamentos		
Material da moldura exterior		Revestimento – Branco
Material da moldura interior		Madeira – Manchada
Material da apara externa		Revestimento – Branco
Material da apara interior		Madeira – Manchada
Material do painel de vidro		Vidro

Quadro 16 - Materiais constituintes das portas

Materiais e acabamentos	
Sill finish	Madeira – Manchada
Material	
Int Finish	Madeira – Manchada
Glazing Finish	Madeira – Manchada
Ext Finish	Madeira – Manchada

▼ Propriedades

Transmite luz

Comportamento: Isotrópico

Condutividade térmica: 0.8000 w/ (m · k)

Calor específico: 0.9600 J/ (G · ° C)

Densidade: 1,600.00 kg/m³

Emissividade: 0.90

Permeabilidade: 0.0000 ng/(Pa·s·m²)

Porosidade: 0.01

Reflexibilidade: 0.00

Resistividade elétrica: 2,000,000.0000 Ω · m

(a)

▼ Propriedades

Transmite luz

Comportamento: Isotrópico

Condutividade térmica: 2.8000 w/ (m · k)

Calor específico: 0.7900 J/ (G · ° C)

Densidade: 2,600.00 kg/m³

Emissividade: 0.90

Permeabilidade: 0.0000 ng/(Pa·s·m²)

Porosidade: 0.01

Reflexibilidade: 0.00

Resistividade elétrica: 100,000.0000 Ω · m

(b)

▼ Propriedades

Transmite luz

Comportamento: Isotrópico

Condutividade térmica: 0.1200 w/ (m · k)

Calor específico: 0.1900 J/ (G · ° C)

Densidade: 810.00 kg/m³

Emissividade: 0.85

Permeabilidade: 0.0000 ng/(Pa·s·m²)

Porosidade: 0.01

Reflexibilidade: 0.00

Resistividade elétrica: 10,000,000.0000 Ω · m

(c)

▼ Propriedades

Transmite luz

Comportamento: Isotrópico

Condutividade térmica: 1.5060 w/ (m · k)

Calor específico: 2.9290 J/ (G · ° C)

Densidade: 1,600.00 kg/m³

Emissividade: 0.38

Permeabilidade: 0.0000 ng/(Pa·s·m²)

Porosidade: 0.01

Reflexibilidade: 0.00

Resistividade elétrica: 100.0000 Ω · m

(d)

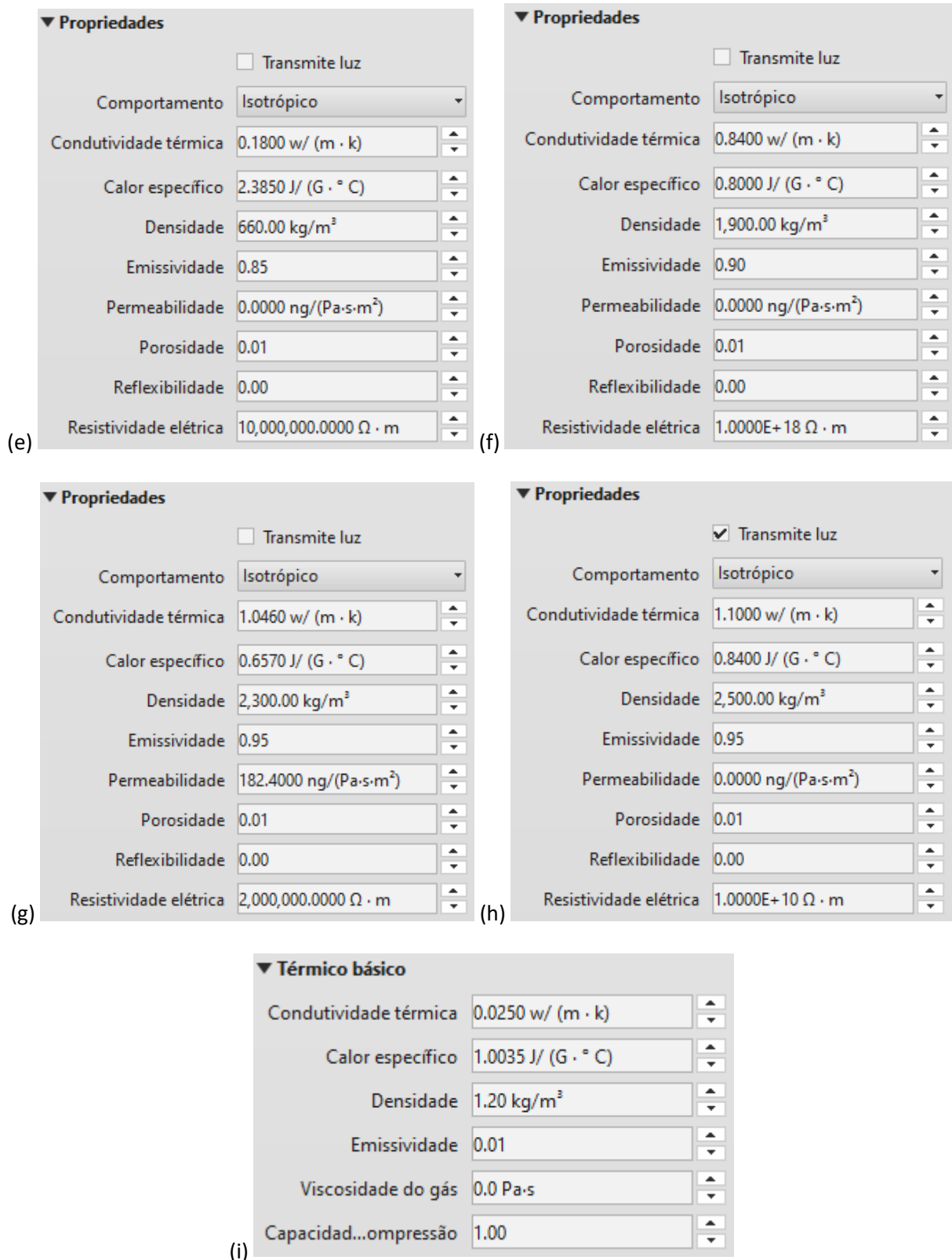


Figura 43 - Características térmicas: a) reboco de cal; b) pedra tipo granito; c) tabique de madeira; d) matéria vegetal; e) madeira manchada; f) telha cerâmica; g) betão; h) vidro; i) ar.

Desta forma, foi possível obter as propriedades específicas de cada componente da edificação, sendo eles: paredes externas (quadro 17), paredes internas (quadro 18), piso em

contato com o solo, exceto cozinha (quadro 19), piso da cozinha do pavimento 1 (quadro 20) piso sem contato com o solo (quadro 21), telhado (quadro 22), portas (quadro 23) e janelas (quadro 24).

Quadro 17 - Propriedades das paredes exteriores

Propriedades do modelo	
Material estrutural	Granito, cortado, bruto
Índice de isolamento sonoro (Rw)	59 dB
Resistência térmica (R)	0.3036 (m ² .K)/W
Coeficiente de transferência de calor (U)	3.2941 W/(m ² .K)
Massa térmica	1180.600000 kJ/(m ² .K)

Quadro 18 - Propriedades das paredes interiores

Propriedades do modelo	
Material estrutural	Madeira de Conífera, Tabique
Índice de isolamento sonoro (Rw)	-
Resistência térmica (R)	0.5516 (m ² .K)/W
Coeficiente de transferência de calor (U)	1.8130 W/(m ² .K)
Massa térmica	227.410000 kJ/(m ² .K)

Quadro 19 - Propriedades do piso em contato com o solo, exceto cozinha

Propriedades do modelo	
Material estrutural	Madeira - Manchada
Índice de isolamento sonoro (Rw)	-
Resistência térmica (R)	1.0028 (m ² .K)/W
Coeficiente de transferência de calor (U)	0.9972 W/(m ² .K)
Massa térmica	81.031563 kJ/(m ² .K)

Quadro 20 - Propriedades do piso da cozinha

Propriedades do modelo	
Material estrutural	Madeira - Manchada
Índice de isolamento sonoro (Rw)	-
Resistência térmica (R)	0.3046 (m ² .K)/W
Coeficiente de transferência de calor (U)	3.2828 W/(m ² .K)
Massa térmica	126.871500 kJ/(m ² .K)

Quadro 21 - Propriedades do piso sem contato com o solo

Propriedades do modelo	
Material estrutural	Madeira de Conífera, Tabique
Índice de isolamento sonoro (Rw)	-
Resistência térmica (R)	6.8333 (m ² .K)/W
Coeficiente de transferência de calor (U)	0.1463 W/(m ² .K)
Massa térmica	15.570630 kJ/(m ² .K)

Quadro 22 - Propriedades do telhado

Propriedades do modelo	
Material estrutural	Betão, Faixa de areia/cimento
Índice de isolamento sonoro (Rw)	-
Resistência térmica (R)	0.2029 (m ² .K)/W
Coefficiente de transferência de calor (U)	4.9279 W/(m ² .K)
Massa térmica	302.665000 kJ/(m ² .K)

Quadro 23 - Propriedades das portas

Propriedades do modelo	
Construção analítica	Madeira com núcleo sólido
Índice de isolamento sonoro (Rw)	-
Transmissão de luz visual	0.000000
Coefficiente de ganho de calor solar	0.000000
Resistência térmica (R)	0.3829 (m ² .K)/W
Coefficiente de transferência de calor (U)	2.6119 W/(m ² .K)

Quadro 24 - Propriedades das janelas

Propriedades do modelo	
Construção analítica	Janelas envidraçadas única pequenas
Índice de isolamento sonoro (Rw)	38 dB
Transmissão de luz visual	0.900000
Coefficiente de ganho de calor solar	0.860000
Resistência térmica (R)	0.1602 (m ² .K)/W
Coefficiente de transferência de calor (U)	6.2439 W/(m ² .K)

Além disso, para que os dados fornecidos à análise fossem os mais adequados possíveis, os ambientes foram todos separados pela sua área e volumetria. O mesmo procedimento foi realizado para os 3 pisos da edificação. É possível visualizar seu formato a partir das figuras 44 e 45.

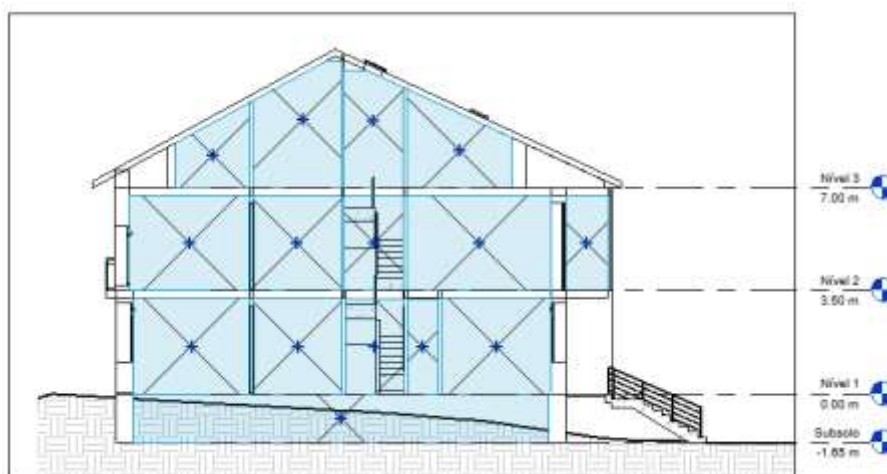


Figura 44 - Volumetria obtida a partir do corte 1.

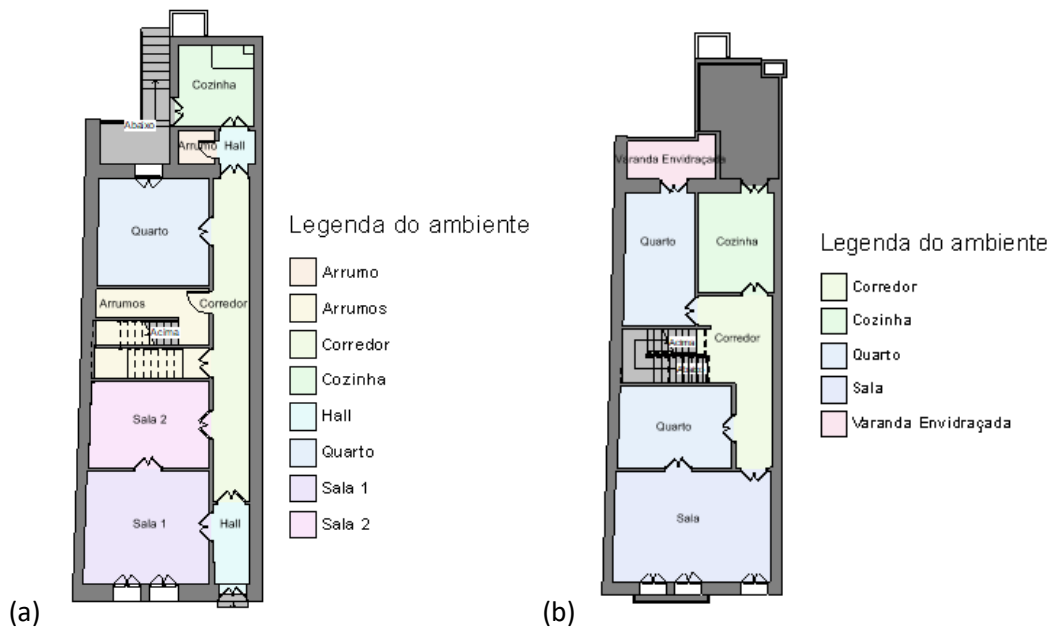


Figura 45 - Ambientes inseridos: a) pisos 1; b) piso 2.

As aberturas também foram separadas e enumeradas para facilitar a análise, sendo divididas de acordo com a figura 46.



Figura 46 - Numeração das aberturas.

Desta forma, as características das aberturas são mostradas no quadro 25.

Quadro 25 - Características das aberturas

Vão	Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Orientação	Janela / Porta	Divisão
V1	1.00	2.00	2.00	Sudeste	J	Sala 1 (P1)
V2	1.00	2.00	2.00	Sudeste	J	Sala 1 (P1)
V3	1.00	2.80	2.80	Sudeste	J	Sala (P2)
V4	1.00	2.80	2.80	Sudeste	J	Sala (P2)
V5	1.00	2.20	2.20	Sudeste	J	Sala (P2)
V6	1.00	2.00	2.00	Noroeste	J	Cozinha (P1)
V7	0.15	0.50	0.08	Sudoeste	J	Arrumo 2 (P1)
V8	1.10	3.10	3.41	Sudeste	P	Hall de entrada (P1)
V9	1.00	3.00	3.00	Noroeste	P	Quarto (P1)
V10	1.00	3.00	3.00	Noroeste	P	Cozinha (P2)
V11	1.00	3.00	3.00	Noroeste	P	Quarto 2 (P2)
V12	1.00	3.00	3.00	Sudoeste	P	Cozinha (P1)

Em seguida, ainda dentro do *Revit* procedeu-se a separação das envolventes de acordo com o padrão indicado pela figura 47 e a coloração indicada pelo Despacho n.º 6476-H/2021.

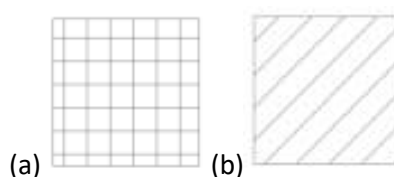


Figura 47 – Padrão indicado: a) pavimentos; b) coberturas (Despacho n.º 6476-H/2021, 2021).

Portanto, as paredes laterais direitas foram relacionadas à cor verde por estarem ligadas à fração vizinha de habitação (sem trocas térmicas), a cobertura e as paredes externas sem ligação com o edifício vizinho foram relacionadas com a cor vermelho (condição de fronteira exterior, considerando que a edifício que faz divisa à direita será demolido) e o piso 1, as envolventes do acesso 3 e a parede do piso 2 que divide o quarto da varanda envidraçada no 2º piso com a cor azul (interior com $b_{zu} \leq 0,7$), obtendo, desta forma, a configuração ilustrada nas figuras 48 a 51:

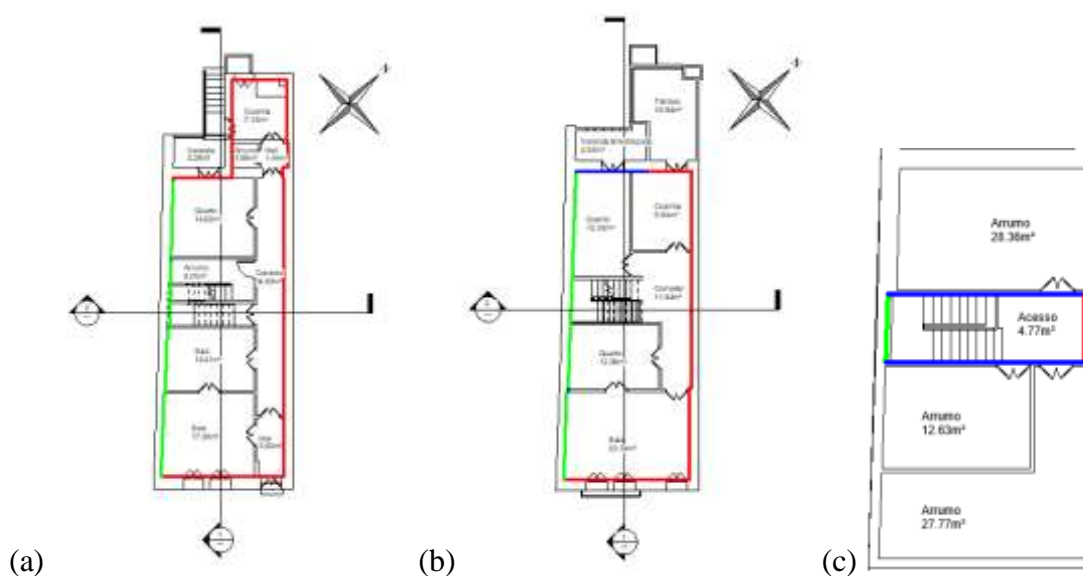


Figura 48 - Marcação das envolventes verticais: a) piso 1; b) piso 2; c) piso 3.

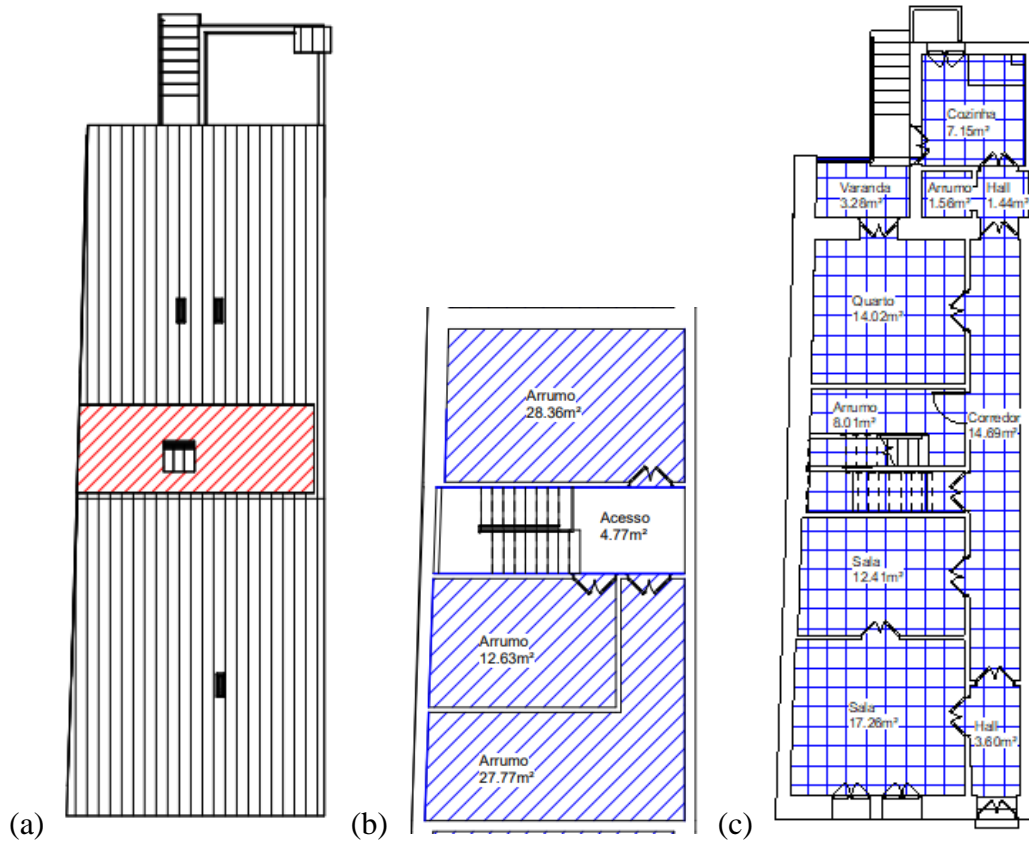


Figura 49 - Marcação das envolventes horizontais: a) cobertura; b) piso superior; c) piso inferior.

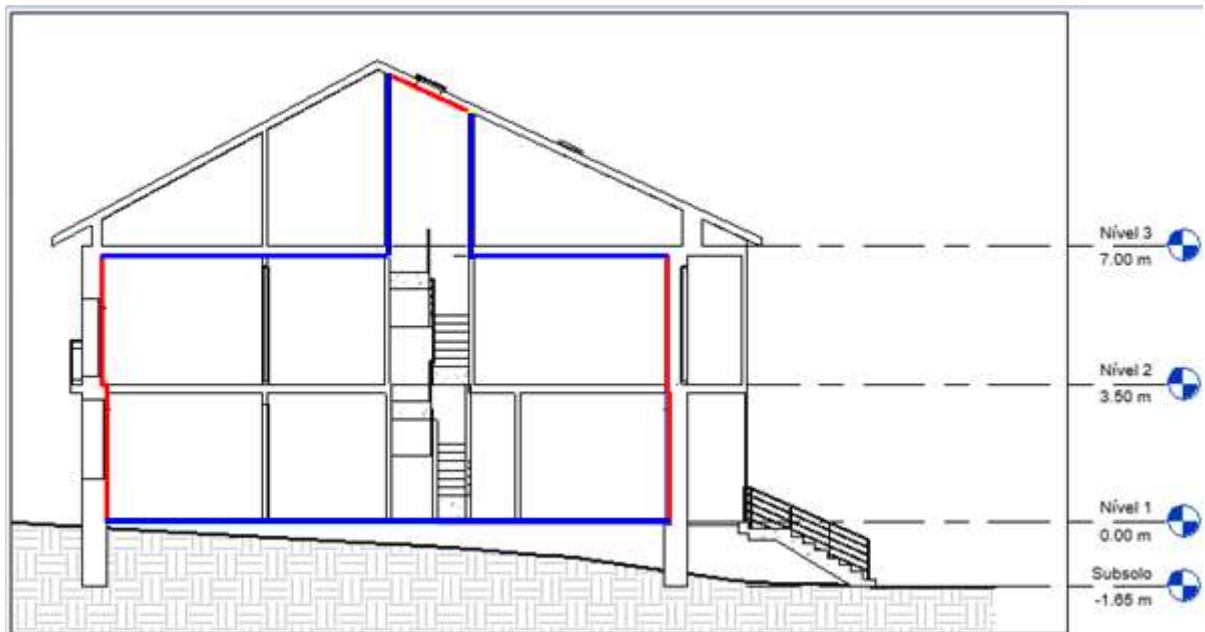


Figura 50 – Representação das envolventes no corte 1.

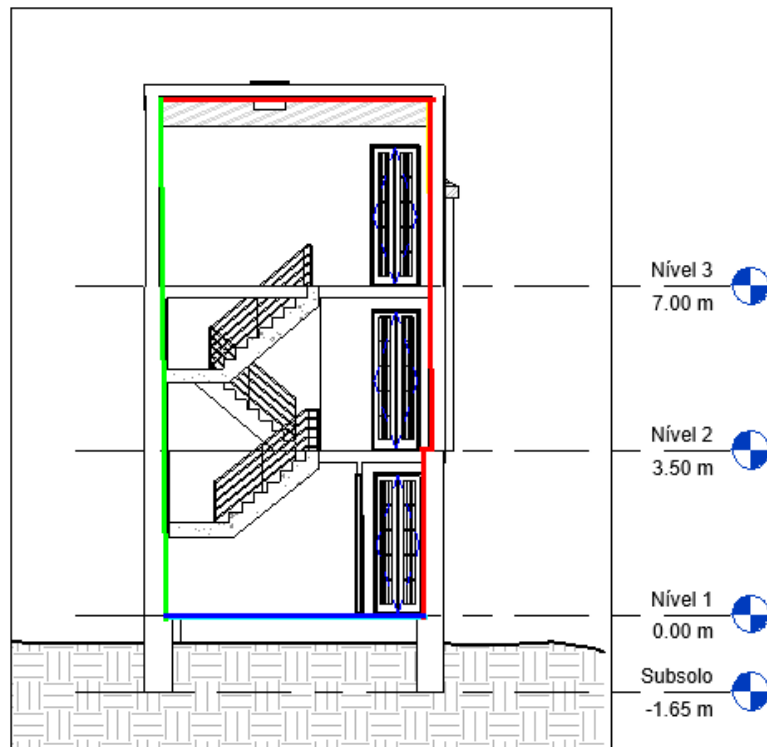


Figura 51 - Representação das envolventes no corte 2.

Ainda, conforme é possível observar nas figuras anteriores, optou-se por realizar esta análise apenas nos ambientes úteis da moradia, sendo excluídas as varandas e os arrumos do terceiro pavimento. Para melhorar os resultados da análise, a varanda envidraçada também não foi considerada. Os cálculos de b_{ztu} necessários podem ser visualizados no Anexo B.

Em seguida, a localização foi definida no *Revit* de acordo com o endereço informado e os dados de clima e humidade foram coletados a partir da estação meteorológica 127022, que se encontra a 12 km da edificação.



Figura 52 - Localização do edifício e estação meteorológica utilizada.

A partir desses dados, já foi possível gerar um modelo de energia no *Revit*. Desta forma, para a criação do modelo foi utilizado o modo de massas conceituais e elementos de construção

para que fosse garantida uma geometria mais similar à construção. Além disso, foram inseridos parâmetros para o tipo de construção, sendo esta unifamiliar com operação 24/7, considerando que o apartamento pode ser ocupado o dia todo (24 horas por dia) em todos os dias da semana (7 dias por semana). As demais configurações foram fornecidas pelo próprio software.

Quadro 26 - Configurações para o tipo de construção

Dados de construção	
Tipo de construção	Unifamiliar
Tabela de operações de construção	Instalação 24/7
Sistema AVAC	Ventilação/Ar-condicionado central, Aquecimento HW, Resfriador 5,96 COP, caldeiras efíc. 84,5
Informações sobre o ar exterior	Editar...

Quadro 27 - Configurações para o modelo analítico de energia

Modelo analítico de energia	
Modo	Utilizar massas conceituais e elementos de construção
Nível de referência	Nível 1
Fase do projeto	Existente
Resolução do espaço analítico	0.2000 m
Resolução da superfície analítica	0.2000 m
Profundidade da zona do perímetro	4.5720 m
Divisão de zonas do perímetro	<input checked="" type="checkbox"/>
Limite vertical médio da altura do vazio	1.8288 m
Limite horizontal do vazio/da área de canaleta	0.093 m ²

É importante perceber que o *Revit* já oferece opções de sistemas técnicos para aquecimento e arrefecimento para cálculo de gasto energético, sendo assim, optou-se por um sistema de ventilação através de ar-condicionado central, aquecimento de águas, resfriador e caldeira. Desta forma, a partir da importação destas informações, o resultado para o consumo de energia anual a partir do Insight foi bem elevado: cerca de 350 kWh /m²/ano.



Figura 53 - Representação e resultado obtido no Insight.

Em seguida, com o auxílio da planilha do ITeCons e do SCE, foi realizada a caracterização do edifício, sendo ele uma habitação do tipo T3 sujeito a renovação inserido no interior de uma zona urbana – rugosidade I (quadro 28).

Quadro 28 - Tabela de rugosidade (Despacho n.º 6476-H/2021, 2021)

Rugosidade	Características
Rugosidade I	<ul style="list-style-type: none"> • Edifícios inseridos no interior de uma zona urbana
Rugosidade II ⁽¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> • Edifícios não enquadrados nas rugosidades I ou III • Edifícios inseridos na periferia das zonas com rugosidade I ou III
Rugosidade III	<ul style="list-style-type: none"> • Edifícios inseridos na primeira linha numa faixa de 1 km de largura junto à costa, incluindo zona de estuário • Edifícios inseridos em zonas muito expostas, mediante a inexistência de obstáculos que atenuem a ação do vento

Também foram estabelecidos, a partir dos valores de referência do Manual SCE (aprovado pelo Despacho n.º 6476-H/2021), a região que o edifício pertence (Dão-Lafões) e os dados de zoneamento climático nos meses de inverno e verão. Os resultados podem ser visualizados no Anexo B.

Quadro 29 – Dados climáticos para as estações de aquecimento e arrefecimento

Zoneamento Climático - Inverno							
Localização	N.º de graus-dias (GD) [°C.dias] Corrigido	Zona Climática	Duração da estação de aquecimento (M) [meses] Corrigido	Temperatura exterior média do mês mais frio ($\Theta_{ext,i}$) [°C] Corrigido	Energia solar média mensal incidente numa superfície vertical orientada a sul [kWh/m².mês]		
Viseu (Dão-Lafões)	1613	I2	7.3	7.8	135		
Zoneamento Climático - Verão							
Localização	Zona Climática	Temperatura exterior média ($\Theta_{ext,v}$) [°C] Corrigido	Energia solar acumulada (junho a setembro) (G_{sol}) [kWh/m²]				
			N	E	S	W	Horiz.
Viseu (Dão-Lafões)	V2	21.3	220	495	415	495	815

Desta forma, com os resultados obtidos e os perímetros internos das envolventes medidos em planta, foi possível inserir os parâmetros das envolventes opacas e envidraçadas e dos ambientes para o cálculo de classificação energética na planilha do ITeCons no *Excel*. Sendo assim, a divisão das áreas ficou conforme mostrado no quadro 31, sendo P1 representante do primeiro piso da edificação, P2 do segundo piso e P3 do terceiro. A inércia térmica das divisórias foi considerada como fraca devido ao seu material de composição (quadro 30).

Quadro 30 - Classe de inércia dos materiais (Despacho n.º 6476-H/2021, 2021)

Classe de Inércia	Soluções
Inércia Forte ($I_t = 475 \text{ kg/m}^2$)	Sem soluções de isolamento térmico pelo interior
	Pavimento e teto em betão armado ou pré-esforçado
	Revestimento de teto em estuque ou reboco
	Revestimento de piso cerâmico, pedra, parquet, alcatifa tipo industrial sem pelo, exceto pavimentos flutuantes
	Paredes de compartimentação em alvenaria com revestimentos de estuque ou reboco
	Paredes exteriores e interiores de alvenaria com revestimentos interiores de estuque ou reboco
Inércia Média ($I_t = 275 \text{ kg/m}^2$)	Caso não se verifiquem, cumulativamente, as soluções aplicáveis às classes de inércia Forte ou Fraca
Inércia Fraca ($I_t = 75 \text{ kg/m}^2$)	Teto falso em todas as divisões ou pavimento de madeira ou esteira leve (cobertura)
	Revestimento de piso tipo flutuante ou pavimento de madeira
	Paredes de compartimentação em tabique ou gesso cartonado ou sem paredes de compartimentação

Quadro 31 - Caracterização dos ambientes úteis utilizados

Divisão	Área (m ²)	Pé Direito (m)	% Área	Volume (m ³)	Inércia da Divisão
Sala 1(P1)	17.26	3.25	11.1	56.10	Fraca
Hall de entrada (P1)	3.60	3.25	2.3	11.70	Fraca
Sala 2 (P1)	12.41	3.25	8.0	40.33	Fraca
Arrumo 1 (P1)	8.01	3.25	5.2	26.03	Fraca
Quarto (P1)	14.02	3.25	9.0	45.57	Fraca
Corredor (P1)	14.69	3.25	9.5	47.74	Fraca
Arrumo 2 (P1)	1.56	3.25	1.0	5.07	Fraca
Hall da cozinha (P1)	1.44	3.25	0.9	4.68	Fraca
Cozinha (P1)	7.15	3.25	4.6	23.24	Fraca
Sala (P2)	23.74	3.25	15.3	77.16	Fraca
Quarto 1(P2)	12.58	3.25	8.1	40.89	Fraca
Corredor (P2)	11.64	3.25	7.5	37.83	Fraca
Quarto 2 (P2)	12.35	3.25	8.0	40.14	Fraca
Cozinha (P2)	9.84	3.25	6.3	31.98	Fraca
Acesso (P3)	4.77	3.75	3.1	17.89	Fraca
TOTAL	155.060	3.265	100.0	506.33	

É importante lembrar também que a sequência da numeração dos ambientes se dá seguindo da parte frontal para a posterior do edifício, sendo o quarto 1 representante do quarto mais próximo à rua e o quarto 2, o mais distante, por exemplo.

Para a análise foi preciso separar as envolventes de acordo com a sua tipologia e o coeficiente de transferência de calor (U) que possuem, estes, obtidos através do *Revit*, conforme os quadros 32 e 33.

Quadro 32 - Dados adicionados para a envolvente exterior

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m ² .°C)
PDE1	Parede Exterior - Tipo 1	Paredes exteriores simples de aproximadamente 50 cm compostas por pedra do tipo granito e revestidas pelo interior e exterior com argamassa de areia.	3,29

Quadro 33 - Detalhamento da região da envolvente

Designação do Tipo de Solução	Orientação	Qual a solução construtiva adjacente?	Área (m ²)	Área a deduzir (Vãos, PTF, ...) (m ²)	Cor	Fachada Ventilada?	Grau de ventilação	Envolvente	U Solução (W/m ² .°C)	Área Equiv. (m ²)	U referida (W/m ² .°C)	U médio (W/m ² .°C)
PDE1	Sulente		37,18	15,21	Clara	Não			3,29	21,97	0,40	
PDE1	Nordeste		115,32	0,00	Clara	Não			3,29	115,32	0,40	
PDE1	Noroeste		32,14	0,00	Clara	Não			3,29	21,14	0,40	
PDE1	Sudoeste		111,16	3,06	Clara	Não			3,29	108,10	0,40	

A mesma metodologia foi realizada para todas as soluções da construção, incluindo os vãos opacos e envidraçados, podendo variar a inserção dos dados conforme a necessidade. É importante destacar também, que não foi observada a necessidade de sombreamento do edifício, devido à sua orientação.

Além das envolventes, foi necessário inserir os dados das pontes térmicas lineares (apenas), já que não existem pontes térmicas planas para este tipo de construção (alvenaria em granito por toda a envolvente exterior), as quais podem ser observadas nos quadros a 34 e 35.

Quadro 34 - Dados adicionados para as pontes térmicas lineares exteriores

TIPO DE LIGAÇÃO ENTRE ELEMENTOS	Comp. B (m)	Cálculo de acordo com?	ψ calculado (W/m.°C)	Informações adicionais			Sistema de isolamento nas paredes	ψ (W/m.°C)	ψ arr (W/m.°C)
Fach. com pavimento térreo	27,60	Valores Tabelados					Repartido ou na caixa-de-ar	0,80	0,5
Fachada com pavimento intermédio	54,97	Valores Tabelados		Teto falso?		s/ teto falso	Repartido ou na caixa-de-ar	0,50	0,5
Fachada com varanda	8,53	Valores Tabelados					Repartido ou na caixa-de-ar	0,55	0,5
Fachada com cobertura	30,29	Valores Tabelados		Isol. sob/tobre a cobertura?	Sobre		Repartido ou na caixa-de-ar	1,00	0,5
Fachada com casilhota	81,30	Valores Tabelados		Isol. contacto com a casilhota?	Não contacto		Repartido ou na caixa-de-ar	0,25	0,2
Fach. com pavimento sobre o exterior ou EMU	23,86	Valores Tabelados		Isol. sob/tobre o pavimento?	Sob		Repartido ou na caixa-de-ar	0,75	0,5

Quadro 35 - Dados adicionados para as pontes térmicas lineares interiores

TIPO DE LIGAÇÃO ENTRE ELEMENTOS	Espaço não útil	Cópia B (m)	Cálculo de acordo com?	se calculado (W/m. C)	Informações adicionais		Sistema de isolamento nas paredes	u (W/m. C)	ψ ext. (W/m. C)
Fach. pavimento sobre o exterior ou ENI	Devão Cobertura	8.17	Valores Tabelados		Isol. sob/tobre o pavimento?	Sobre	Interior	0.10	0.50
Fachada com cobertura	Devão Cobertura	13.09	Valores Tabelados		Isol. sob/tobre o cobertura?	Sobre	Interior	1.00	0.5
Fachada com cantilhã	Devão Cobertura	21.00	Valores Tabelados		Isol. contacta com a cantilhã?	Não contacta	Interior	0.25	0.2

Por fim, também foram incluídos os dados para o aquecimento e arrefecimento dos ambientes, por isso, foi acrescentada uma caldeira à gásóleo no modelo 24 GT da marca BAXI com potência de 22 kW para as águas quentes sanitárias e um ar-condicionado do tipo multi-split (água-ar) para até 6 ambientes com potência de 3,52 kW para aquecimento e 4 kW para arrefecimento. Foi considerada uma taxa de renovação horária de 0,5 *Rph*, que é a ventilação mínima recomendada pela legislação.

No Anexo C, é possível visualizar a escolha dos equipamentos e suas fichas técnicas.

3.6.2 Verificação do Desempenho

A partir dos valores obtidos para a necessidade anual de energia útil, o resultado é calculado considerando os sistemas técnicos selecionados para a própria edificação quando comparados com um edifício de habitação de referência, que neste caso, resulta em 331,92 kWh /m²/ano, um valor bem próximo da análise feita pelo Insight.

Quadro 36 - Resultado da classificação energética

Sigla	Valor	Referência	Renovável Requisito Ren _{Hab}
Nic	314.21	87.32	67.02
Nvc	5.64	10.56	
Qa	2140	2377	
Wvm		0.00	Ntc/Nt
Eren	1453	0	2.67
Eren AQS	1453	0	
Eren,ext		0.00	
Ntc	331.92	124.14	Classe Energética
			F

Como a edificação se encaixa na classe energética mais baixa: classe F (quadro 36) já que o rácio da classe energética (R_{Nt}), que é a relação entre as necessidades nominais de energia primária previstas pelas necessidades de referência (N_{tc}/N_t) se encontrou superior que 2,5, que é o indicado pela normativa.

Quadro 37 - Classificação energética (Manual SCE)

Classe energética	R_{Nt}
A+	$R_{Nt} \leq 0,25$
A	$0,25 < R_{Nt} \leq 0,50$
B	$0,50 < R_{Nt} \leq 0,75$
B -	$0,75 < R_{Nt} \leq 1,00$
C	$1,00 < R_{Nt} \leq 1,50$
D	$1,50 < R_{Nt} \leq 2,00$
E	$2,00 < R_{Nt} \leq 2,50$
F	$R_{Nt} > 2,50$

Sendo assim, a partir dos resultados obtidos podemos observar que a classificação baixa se deu principalmente devido às necessidades anuais de energia útil para aquecimento (Nic), que é a energia necessária para manter a habitação aquecida em pelo menos 18°C durante toda a estação do inverno, 24 horas por dia.

Por meio do Insight, também foi possível determinar qual a melhor forma de intervir no edifício, já que ele fornece os seus resultados por ordem de importância. Sendo assim, os elementos do edifício que mais interferiram nos critérios de desempenho térmico foram: as proporções das aberturas (ou falta de aberturas) nas paredes à leste (WWR - Window to Wall Ratio) janelas e a estrutura das paredes (figura 54).

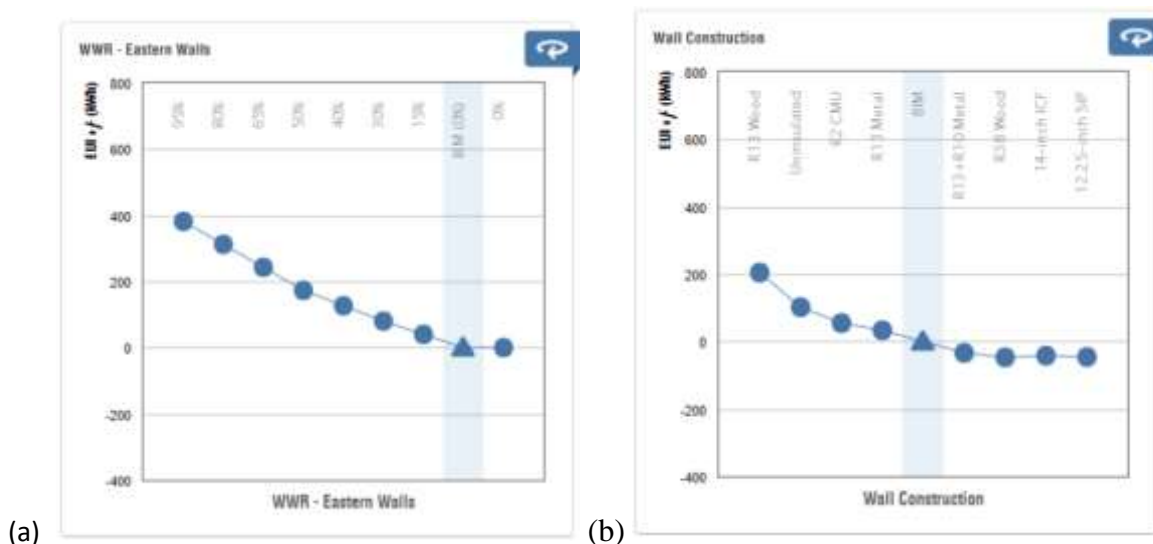


Figura 54 - Gráfico de análise energética: a) abertura das janelas; b) materiais das paredes do modelo.

Com isso, é possível verificar que há necessidade de uma grande intervenção em relação às exigências de conforto térmico, a qual pode ser feita a partir de outros meios de aquecimento, já que a própria planilha destaca um ótimo potencial para a inserção de medidas de melhoria de aquecimento (quadro 38).

Quadro 38 - Potencial para a identificação de medidas de melhoria

Variação das necessidades de energia útil utilizando os valores de referência do coeficiente de transmissão térmica (U_{REF})	Aquecimento	✓	76.1%
	Arrefecimento	✗	-53.3%
Variação das necessidades de energia final utilizando os valores de referência para os sistemas técnicos:	Aquecimento	✓	74.2%
	Arrefecimento	!	0.0%
	AQS	✗	-7.9%

O procedimento completo pode ser visualizado no anexo D.

4. ANÁLISE GERAL E PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo iremos abordar sobre alternativas para solucionar as inconformidades encontradas na edificação.

4.1. Acessibilidade

De acordo com o Decreto-Lei n.º 163/2006, a maioria das configurações foram verificadas de acordo com a legislação. Portanto, inicialmente sugere-se apenas a criação de uma pequena rampa seguindo as diretrizes da seção 2.5 (Capítulo 2) em frente à porta de entrada para facilitar o acesso à residência.



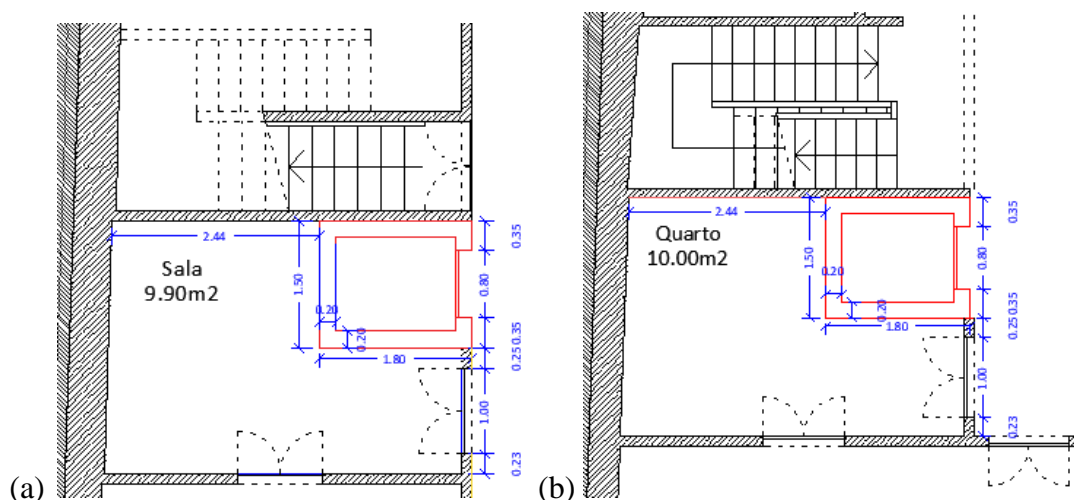
Figura 55 - Local em que se sugere a criação de uma rampa (SRU, 2023).

Em seguida, encontrou-se algumas inconsistências nas escadas, sendo elas:

- Escada central entre os pisos 1 e 2: Os lanços não obedecem a largura mínima de 1,00 m;
- Escada central entre os pisos 1 e 2: O patamar não possui profundidade de pelo menos 1,20 m;
- Escada central entre os pisos 2 e 3: Os lanços não obedecem a largura mínima de 1,00 m;
- Escada central entre os pisos 2 e 3: O patamar não possui profundidade de pelo menos 1,20 m;

Neste caso, considerando que a estrutura da edificação se mantenha, uma mudança nas medidas das escadas não seria possível, sendo a única alternativa para a acessibilidade entre os pisos a instalação de ascensores, plataformas elevatórias ou outros meios de locomoção vertical, o que deveria estar previsto em projeto de acordo com o disposto no Capítulo III, seção 3.2, tópico 3.2.2.

Desta forma, a sugestão principal é mudança ou a construção de uma nova casa de banho no andar inferior da edificação, pois assim será possível que qualquer ocupante com mobilidade condicionada tenha acesso a todas as funcionalidades. Entretanto, caso verifique maior necessidade de acessibilidade devido aos futuros ocupantes da edificação, sugere-se a instalação de ascensores no interior dos fogos conforme o indicado na figura 56.



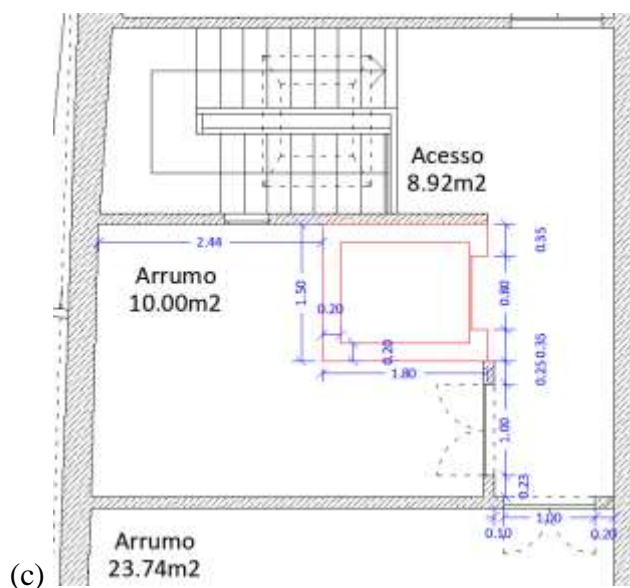


Figura 56 - Sugestão de medidas para a instalação dos ascensores nos pisos 1, 2 e 3, respetivamente.

Através da figura, é possível perceber que a sugestão para a realização do projeto também interfere em outras características dos ambientes, como a sua área e a mudança de posição das portas e paredes, por exemplo. Além disso, para que o ascensor esteja adequado à norma, é importante ressaltar que suas características também devem seguir o indicado na seção 2.6 (Capítulo 2) do mesmo Decreto-Lei.

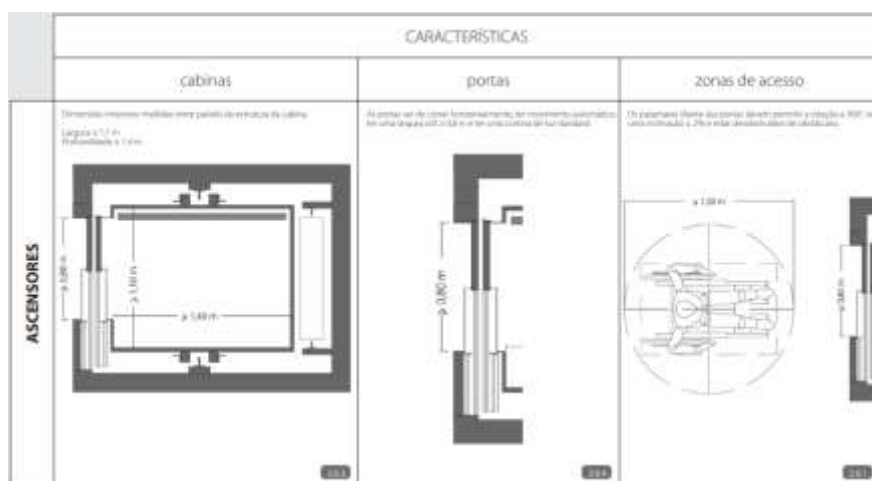


Figura 57 - Características necessárias para a instalação de ascensores (Acessibilidade e Mobilidade para Todos)

Em seguida, na seção 4.9 que fala sobre as portas, foram detetadas inconformidades nos tópicos 4.9.1, 4.9.5 e 4.9.6, onde recomenda-se que as zonas de manobra das entradas obedeçam as mínimas medidas sugeridas e os vãos possuam largura de pelo menos 0,77 m, sendo esta

também a largura considerada para apenas uma folha, caso existam portas de duas folhas operadas independentemente.

Com relação às zonas de manobra, é possível perceber que apenas a porta do arrumo logo abaixo da escada não cumpre o requisito. Portanto, o ideal seria a instalação de uma nova porta (ou a mesma porta) cerca de 10 cm para a esquerda, como ilustrado na figura 58.

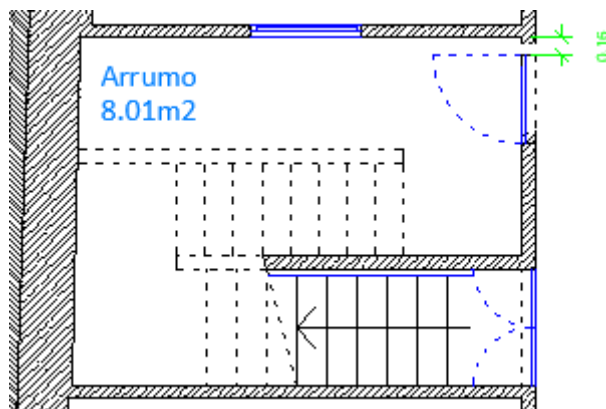


Figura 58 - Sugestão de mudança da porta do arrumo.

Já para a segunda afirmativa, uma opção seria alterar as portas de duas folhas para portas de uma folha, assim elas cumpririam o requisito. Entretanto, sugere-se manter as portas com duas folhas, partindo do princípio de que a acessibilidade não estará em detrimento se as portas forem utilizadas com ambas as folhas abertas.

4.2. Segurança contra Incêndios

A análise de segurança contra incêndios é feita a partir da Portaria n.º 1532/2008, onde inicialmente podemos verificar que a claraboia e as aberturas presentes na cobertura não estão de acordo com o estabelecido no Artigo 10º do Capítulo II (Título II), já que a mesma possui aberturas com condições precárias. Desta forma, recomenda-se uma inspeção na cobertura para visualizar a situação em que se encontram as telhas cerâmicas e o vidro da claraboia, e, caso seja necessária sua troca, o indicado é colocação de vidro laminado. Sugere-se também a colocação deste mesmo vidro no local em que se encontram as aberturas, já que ele permite a passagem de luz e é altamente resistente à impactos. Aliada a esta solução, para garantir melhor eficácia no combate à incêndio aconselha-se a realização de limpeza e manutenção na cobertura.

A seguir, no Título III, apesar das condições gerais de comportamento, isolamento e proteção ao fogo serem cumpridas, aconselha-se a implementação de medidas nas paredes internas da edificação para aumentar a sua resistência ao fogo.

- Opção 1: Aplicação de tintas retardadoras de chamas ou revestimentos sobre a superfície da parede. Esta solução pode ser a mais indicada por ser mais simples e barata;

- Opção 2: Aplicação de isolamento térmico interno, que além de auxiliar nas características térmicas da edificação, pode auxiliar também na acústica e na proteção contra incêndios.

Por fim, outra condição geral que não se verifica refere-se a largura das vias de evacuação da 1ª categoria de risco dos edifícios do tipo I (habitacionais), onde o Artigo n.º 213 do Título VIII (Capítulo I) estabelece que seja de no mínimo 1,20 m. Conforme mostrado anteriormente, a via de evacuação foi estabelecida pelos corredores e acessos e pela escada central que interliga os 3 pavimentos, e, neste caso, a largura não confere apenas na escada, que por não ser passível de alteração, será mantida.

É importante lembrar que a segurança contra incêndios é um aspeto muito relevante para garantir a segurança dos ocupantes de uma edificação. Portanto, além das sugestões fornecidas, é essencial que a edificação possua pelo menos uma ficha de segurança contendo suas principais informações, conforme o estabelecido no Anexo V da Lei n.º 123/2019.

4.3. Conforto Acústico

Já em relação à análise acústica, por se tratar de um edifício unifamiliar foi necessário verificar apenas os requisitos aos sons aéreos de condução, estes, dentro da legislação. Portanto, qualquer alteração relacionada às características acústicas da edificação se dará exclusivamente devido a propostas de melhoria que buscam solucionar os demais aspetos analisados.

4.4. Conforto Térmico

Para a análise térmica, anteriormente havíamos determinado que a edificação pertence à classe energética F, e que os fatores que mais interferem no conforto térmico são a composição das paredes e as janelas, por isso, é indicada a interferência nesses critérios analisados.

A sugestão, neste caso, é a inserção de uma estrutura de isolamento térmico pelo interior de baixa espessura para não prejudicar a fachada em conjunto com a substituição dos vidros *float* simples por vidros laminados duplos e a inserção de placas solares para auxiliar na eficiência dos sistemas de aquecimento. A estrutura pode ser composta por uma camada de lâ de vidro de 50 mm e placas de gesso cartonado de 12,50 mm.

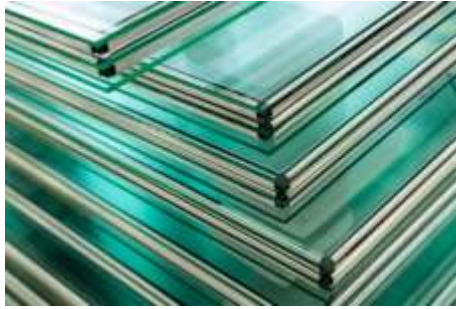


Figura 59 - Vidro float duplo (Suportglass, 2017).



Figura 60 - Paine solar (SOLDIRECTO, 2019).

Sendo assim, o edifício modelado para a nova análise manteve os componentes anteriores, com exceção das paredes exteriores que receberam o isolamento pelo interior e dos vidros. No quadro 39 e na figura 61, é possível visualizar como as paredes externas foram constituídas.

Quadro 39 - Materiais constituintes das paredes externas com isolamento pelo interior

	Função	Material	Espessura
1	Acabamento 1 [4]	Reboco de Cal	0.0500 m
2	Limite do núcleo	Camadas acima da virada do revestimento	0.0000 m
3	Estrutura [1]	Granito, cortado, bruto	0.4000 m
4	Camada térmica/ar [3]	Lã de vidro	0.0500 m
5	Substrato [2]	Gesso Cartonado	0.0125 m
6	Limite do núcleo	Camadas abaixo da virada do revestimento	0.0000 m

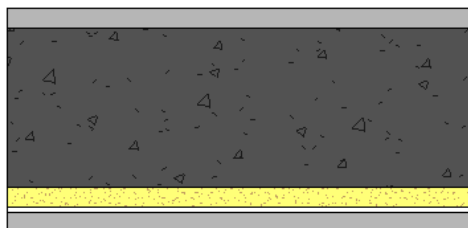


Figura 61 - Ilustração em corte (na horizontal) das camadas das paredes externas.

Neste caso, as únicas características novas, serão as dos materiais adicionados para o isolamento da parede exterior.

Quadro 40 - Características da lã de vidro (LNEC, 2006)

Material	Massa volúmica aparente seca, ρ [kg/m ³]	Condutibilidade térmica, valor de cálculo, λ [W/(m. °C)]
ISOLANTES TÉRMICOS		
<i>lã mineral (MW)</i>		
lã de rocha	20 - 35	0,045
	35 - 100	0,040
	100 - 180	0,042
lã de vidro	8 - 15	0,045
	15 - 100	0,040

Quadro 41- Características da placa de gesso cartonado (LNEC, 2006)

Material	Massa volúmica aparente seca, ρ [kg/m ³]	Condutibilidade térmica, valor de cálculo, λ [W/(m. °C)]
GESSOS (ESTUQUES) (cont.)		
<i>estuques com inertes leves e/ou fibras minerais</i>		
estuque com grânulos de perlite ou de vermiculite expandidas (1 a 2 mm)	500 - 600	0,18
	600 - 900	0,30
<i>placas de gesso cartonado</i>	750 - 1000	0,25

Quadro 42 - Propriedades das paredes exteriores com isolamento pelo interior

Propriedades do modelo	
Material estrutural	Granito, cortado, bruto
Índice de isolamento sonoro (R_w)	-
Resistência térmica (R)	1.5083 (m ² .K)/W
Coefficiente de transferência de calor (U)	0.6630 W/(m ² .K)
Massa térmica	992.090000 kJ/(m ² .K)

É importante ressaltar que na nova análise térmica os coeficientes de transferência de calor dos componentes da edificação se manterão os mesmos, com exceção das paredes exteriores, que receberão o valor de 0,66 W/(m².K).

Quadro 43 - Dados adicionados para a nova envolvente exterior

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução [W/m ² .°C]
PDE1	Parede Exterior - Tipo 1	Paredes exteriores simples de aproximadamente 50 cm compostas por pedra do tipo granito, revestidas pelo interior e exterior com argamassa de argila, com isolamento pelo interior com lã de vidro de 50mm e placas de gesso cartonado de 12,5mm.	0,66

Além disso, os demais valores que necessitam ser alterados são os coeficientes dos vãos envidraçados e a inserção de um sistema técnico de placas solares como energia solar. Desta

forma, foi considerado que o vidro duplo manteve seu coeficiente de transferência de calor dentro do recomendado: 2,40 W/(m².K) e que as placas solares fossem da marca SOLDIRECTO com grau de 79,8% de eficiência energética (painéis no modelo VH 2.1 SELECTIVO). As características do painel solar adotado se encontram no Anexo C.

Da mesma forma que foi feito anteriormente, os cálculos na planilha do ITeCons foram refeitos resultando na classe energética C (quadro 44). O procedimento completo se encontra em Anexo E.

Quadro 44 - Resultado da classificação energética após melhorias

Sigla	Valor	Referência	Renovável Requisito $Ren_{H_{ab}}$
N_{ic}	128.57	87.32	67.02
N_{vc}	11.98	10.56	
Q_a	2140	2377	Ntc/Nt
W_{vm}		0.00	1.21
Eren	1453	0	
Eren AQS	1453	0	Classe Energética
Eren,ext		0.00	C
Ntc	150.51	124.14	

Contudo, apesar de ser possível notar uma melhoria significativa no conforto térmico da edificação, podemos perceber que os valores para N_{ic} e N_{vc} se mantiveram maiores que os valores de referência. Portanto, a condição ainda não é a ideal, já que o edifício considerado como sujeito a grande renovação, deveria se encontrar pelo menos na classe energética A. Isso acontece principalmente pois não foram respeitados os valores superficiais máximos dos coeficientes de transmissão térmica dos elementos da envolvente opaca dos edifícios de habitação (quadro 45).

Quadro 45 - Coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos dos elementos da envolvente opaca dos edifícios de habitação (Portaria n.º 138-I/2021, 2021)

Portugal Continental			Zona Climática		
Tipo de elemento	Condição fronteira	I1	I2	I3	
Zona corrente da envolvente.	Verticais	Exterior ou interior com $b_{z_{tu}} > 0,7$	0,50	0,40	0,35
		Interior com $b_{z_{tu}} \leq 0,7$	2,00	2,00	1,90
	Horizontais	Exterior ou interior com $b_{z_{tu}} > 0,7$	0,40	0,35	0,30
		Interior com $b_{z_{tu}} \leq 0,7$	1,65	1,30	1,20
Zona de PTP	Verticais	Exterior	0,90		
		Interior com $b_{z_{tu}} > 0,7$	1,75	1,60	1,45
		Interior com $b_{z_{tu}} \leq 0,7$	2,00	2,00	1,90
	Horizontais	Exterior	0,90		
		Interior com $b_{z_{tu}} > 0,7$	1,25	1,00	0,90
		Interior com $b_{z_{tu}} \leq 0,7$	1,65	1,30	1,20

Considerando que a planilha do ITeCons nos fornece dados mais precisos e claros, a análise a partir do Insight não foi realizada para este modelo proposto.

Sendo assim, podemos concluir que o edifício é passível de melhoria, porém, é importante lembrar que a melhor solução é aquela que se adequa melhor à edificação. Portanto, o conjunto deve ser analisado como um todo para saber quais benefícios uma solução trará para a edificação serão as implicações, além do estudo de outros tópicos como o custo de sua implementação, por exemplo.

5. CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

5.1. Considerações finais

O objetivo principal deste trabalho foi ofertar alternativas para a requalificação da edificação do caso de estudo a partir das inconsistências encontradas com o auxílio do projeto, das legislações e do software *Revit*. A presente dissertação procura contribuir para os estudos acerca a reabilitação de edifícios, buscando melhorar a qualidade das edificações que passam por este processo, para evitar assim o abandono dos centros das cidades e, conseqüentemente, trabalhar com uma lógica sustentável.

A preservação das características arquitetônicas de uma edificação é essencial, principalmente quando se trata dos centros históricos, tendo em vista que são elas que carregam a identidade daquele local. Sendo assim, as medidas adotadas para a reabilitação devem priorizar a sua manutenção, antes de melhorar os aspectos de segurança, conforto e habitabilidade.

Desta forma, a reabilitação necessita repor os níveis de desempenho que foram decaindo ao longo de sua vida útil, considerando, sempre que possível se adequar às novas legislações, uma vez que os ocupantes estão em uma constante busca por conforto em suas novas moradias.

Quando são avaliados diversos critérios, muitas vezes eles acabam entrando em conflito entre si e com a arquitetura, como por exemplo, quando através da inserção de isolamento

térmico e acústico melhora a proteção ao fogo, mas diminui a área da edificação e os espaços acessíveis.

Sendo assim, os materiais e as técnicas de construção acabam sendo uma ótima alternativa para garantir o conforto dos ocupantes de forma sustentável e mais económica, entretanto, para os processos de reabilitação, muitas vezes a verificação das suas características acaba sendo mais complexa, como acontece com a análise acústica que necessita de ensaios laboratoriais e *in situ* para obter resultados mais confiáveis. Entretanto, a legislação acaba sendo uma forma simples de obter respostas menos complexas.

5.2. Desenvolvimentos futuros

Em vista disso, seria interessante estudar a diferença entre os resultados obtidos de forma laboratorial e através de medidas estabelecidas através das características das edificações e das propriedades dos materiais de construção, assim como analisar a diferença entre as análises feitas de forma manual e pelo Insight, através da compatibilização entre tais meios. Além disso, a execução de mais estudos de caso nesta área auxiliariam na comparação dos tópicos considerados mais importantes quando se trata de conforto habitacional.

A partir deste trabalho foi possível observar que a legislação desempenha um papel fundamental nesta área, e, portanto, é necessário saber priorizar os aspetos mais relevantes em um projeto de reabilitação, distinguindo o que a legislação estabelece em contrapartida com as necessidades próprias da edificação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acessibilidade e Mobilidade para Todos. (2006). Secretariado Nacional de Reabilitação e Integração das Pessoas com Deficiência. Disponível em <https://www.inr.pt/documents/11309/59516/Acessibilidade+e+mobilidade+para+todos/69ec738b-10a8-40e0-9370-e6aa9d8cf395>. Acesso em: 4 de agosto de 2023.
- Addor, M., Castanho, M., Cambiaghi, H., Delatorre, J., Nardelli, E., & Oliveira, A. (2010). Colocando o “i” no BIM. Revista do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Arquitetura e Urbanismo (Vol. 4, pp. 104-115). São Paulo.
- Andrade, M., & Ruschel, R. (2009). BIM: Conceitos, Cenário das Pesquisas Publicadas no Brasil e Tendências. Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído. Disponível em https://www.researchgate.net/profile/Regina-Ruschel/publication/269149277_BIM_Conceitos_Cenario_das_Pesquisas_Publicadas_no_Brasil_e_Tendencias/links/560e88ed08ae0fc513ed43df/BIM-Conceitos-Cenario-das-Pesquisas-Publicadas-no-Brasil-e-Tendencias.pdf.
- Araújo, V. G. (2012). O Processo de Reabilitação de Edifícios Abandonados em Vitória – ES: Acertos e Entraves (Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- BAXI (2021). Instruções de utilização. Disponível em <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://mediacdn.baxi.pt/-/media/inriver-media/baxi-iberia-media/2021/7/18/a00b05c23e40prousrman3pt01pdf.pdf?v=1&d=20210718T085457Z>.
- Campestrini, T. F., Garrido, M., Mendes, R., Scheer, S., & Freitas, M. (2015). Entendendo BIM. Curitiba, PR: Universidade Federal do Paraná.
- Coelho, E. M. (2017). Estabelecimento de Objetos Paramétricos em BIM de Pavimentos Aplicados em Edifícios (Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil). Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- Decreto-Lei nº 9/2007 de 17 de janeiro. Diário da República, 1ª série - nº 12. Ministério do Meio Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.
- Decreto-Lei nº 95/2019 de 18 de julho. Diário da República, 1ª série - nº 136. Presidência do Conselho de Ministros.

- Decreto-Lei nº 96/2008 de 9 de junho. Diário da República, 1ª série - nº 110. Ministério do Meio Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.
- Decreto-Lei nº 101-D/2020 de 7 de dezembro. Diário da República, 1ª série - nº 237. Presidência do Conselho de Ministros.
- Decreto-Lei nº 129/2002 de 11 de maio. Diário da República, I série-A - nº 109. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território.
- Decreto-Lei nº 163/2006 de 8 de agosto. Diário da República, 1ª série - nº 152. Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social.
- Decreto-Lei nº 220/2008 de 12 de novembro. Diário da República, 1ª série - nº 220. Ministério da Administração Interna.
- Delgado, M. J. (2008). A Requalificação Arquitectónica na Reabilitação de Edifícios. Critérios Exigênciais de Qualidade; Estudo de casos (Dissertação de Mestrado em Reabilitação do Património Edificado). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Despacho nº 6476-H/2021 de 1 de julho. Diário da República, 2ª série - nº 126. Ambiente e Ação Climática. Direção-Geral de Energia e Geologia.
- Direção Geral de Energia e Geologia, ADENE. (2021), Manual Técnico para a Avaliação do Desempenho Energético dos Edifícios. Disponível em <https://www.sce.pt/wp-content/uploads/2021/07/Manual-SCE.pdf>.
- Fujitsu (2019). Sistema Multiflexível Inverter. Disponível em <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.fujitsu-general.com/shared/br/pdf-fcbr-ctlg-2020-sistema-multiflexivel-inverter-01.pdf>.
- Galvão, W. J. (2012). Roteiro para Diagnóstico do Potencial de Reabilitação para Edifícios de Apartamentos Antigos (Tese de Doutoramento em Arquitetura e Urbanismo - Tecnologia da Arquitetura). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC). (2006). ITE50 – Coeficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios.
- Lei n.º 123/2019 de 18 outubro. Diário da República, 1ª série – nº 201. Ministério da Administração Interna.
- Lino, J. C., Azenha, M., & Lourenço, P. (2012). Integração da Metodologia BIM na Engenharia das Estruturas. Encontro Nacional Betão Estrutural. Disponível em <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/21609>.

- Perez, M. (2016). Reabilitação de Edifícios em Cidades Luso-Brasileiras (Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Ramo de Gestão da Construção). Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto.
- Pinto, M., Viegas, J., & Freitas, V. (2007). Qualidade do Ambiente Interior em Edifícios de Habitação. *Engenharia e Vida* (Vol. 38, pp. 34-43).
- Portaria nº 138-I/2021 de 1 de julho. Diário da República, 1ª série - nº 126. Ambiente e Ação Climática e Infraestruturas e Habitação. Requisitos Mínimos de Desempenho Energético para a Envolvente dos Edifícios.
- Portaria nº 1532/2008 de 29 de dezembro. Diário da República, 1ª série - nº 250. Ministério da Administração Interna.
- Portaria nº 135/2020 de 2 de junho. Diário da República, 1ª série - nº 107. Ministério da Administração Interna. Alteração ao Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios.
- Ribas, R. A. (2013). Método para Avaliação do Desempenho Térmico e Acústico de Edificações Aplicado em Painéis de Fechamento Industrializados (Tese de Doutoramento – Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Civil). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.
- Ruschel, R. (2014). To BIM or not to BIM. III Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/282669890_To_BIM_or_not_to_BIM.
- Ruschel, R., Andrade, M., Morais, M. (2013). O Ensino de BIM no Brasil: Onde Estamos?. *SciELO – Scientific Electronic Library Online*. Disponível em <https://www.scielo.br/j/ac/a/McF3dbcftRW55BN59FTSq6v/abstract/?lang=pt>.
- Sampaio, L. (2017). A Sustentabilidade na Reabilitação de um Edifício Habitacional – Caso de Estudo (Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Fernando Pessoa, Porto.
- Sntiesteban, F. C. (2007). El Centro Histórico ¿Concepto o Criterio en Desarrollo? *Arquitectura y Urbanismo* (Vol. 29, pp. 2-3). Disponível em <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/3768/376839855003.pdf>

- Soldirecto (2019). Certificado Colector Plano. Disponível em chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.soldirecto.pt/images/PDF/PDF2020/Colector_Solar_Soldirecto__VH_2.1_Selectivo_Soldirecto_2019.pdf.
- Sousa, I. F. (2016). Princípios da Reabilitação de Edifícios. Aplicação a Casos de Estudo (Trabalho Final de Mestrado em Engenharia Civil – Especialização em Edificações). Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa.
- Supportglass (2017). Por Dentro das Linhas de Montagem para Vidros Insulado. Disponível em <https://www.supportglass.com.br/single-post/2017/10/16/por-dentro-das-linhas-de-montagem-para-vidros-insulados>.

ANEXOS

ANEXO A

Cálculo de Análise Acústica

Condução aérea da envolvente exterior:

Dados Utilizados (LNEC):

- Massa volúmica aparente seca de argamassa bastarda com cal:

Material	Massa volúmica aparente seca, ρ [kg/m ³]	Condutibilidade térmica, valor de cálculo, λ [W/(m. °C)]
GESSOS (ESTUQUES) (cont.)		
<i>estuques com inertes leves e/ou fibras minerais</i> estruque com grânulos de perlite ou de vermiculite expandidas (1 a 2 mm)	500 - 600	0,18
	600 - 900	0,30
<i>placas de gesso cartonado</i>	750 - 1000	0,25
ARGAMASSAS (cimento ou cal) de reboco e de assentamento de tijolos e de blocos		
<i>argamassas e rebocos tradicionais</i>	1800 - 2000	1,3
	> 2000	1,8
<i>argamassas e rebocos não-tradicionais</i>	500 - 750	0,30
	750 - 1000	0,40
	1000 - 1250	0,55
	1250 - 1450	0,70
	1450 - 1600	0,80
<i>argamassas e rebocos de cal e areia ou de argamassa bastarda</i>	1600	0,80

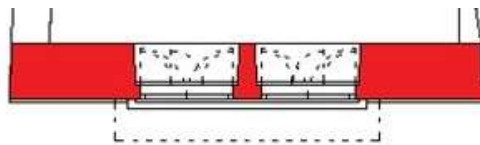
- Massa volúmica aparente seca do vidro float simples:

Material	Massa volúmica aparente seca, ρ [kg/m ³]	Condutibilidade térmica, valor de cálculo, λ [W/(m. °C)]
REVESTIMENTOS DE PISOS OU DE PAREDES		
<i>ladrilhos ou rolos</i>		
borracha	1200	0,17
plástico	1000	0,20
	1700	0,25
aglomerado de cortiça	> 400	0,065
revestimento têxtil (<i>carpete, alcatifa</i>)	200	0,060
linóleo	1200	0,17
cerâmica vidrada/grês cerâmico	2300	1,3
<i>subcamadas (underlays)</i>		
subcamada de feltro	120	0,050
subcamada de aglomerado de cortiça	< 200	0,050
subcamada de espuma de borracha ou de plástico celular	270	0,10
subcamada de lã	200	0,060
VIDROS		
sódico-calcário (incluindo vidro float)	2500	1,0
vidro de quartzo	2200	1,4
mosaico de vidro	2000	1,2

- Massa volúmica aparente seca do granito:

Material	Massa volúmica aparente seca, ρ [kg/m ³]	Condutibilidade térmica, valor de cálculo, λ [W/(m. °C)]
PEDRAS (naturais) (incluindo juntas de assentamento)		
<i>rochas plutónicas e metamórficas</i>		
gneisse	2400 - 2700	3,5
granito	2500 - 2700	2,6
xisto, ardósia (em paredes, fluxo de calor paralelo aos estratos)	2000 - 2800	2,2

Alvenaria escolhida:



Descrição: Alvenaria exterior composta por granito revestido com argamassa de cal em ambas as faces e área total de 17,50 m², pertencente à sala frontal da edificação. Possui duas janelas de vidro simples (1,00 m x 2,00 m, cada).

Dados:

Estrutura da Alvenaria				Estrutura das Janelas
Material	Cal	Granito	Cal	Vidro
Espessura - d (m)	0,05	0,5	0,05	0,05
Massa Volúmica - ρ (kg/m ³)	1600	2600	1600	2500
Área Total (m ²)	13,5			4

Altura do ambiente (h) = 3,25 [m]

S = 17,50 [m²]

V = h * S → 17,50 * 3,25 = 57 [m³]

T0 = 0,5 [s]

Massa superficial (ms):

- Parede da fachada

$$ms = (d_{cal} * \rho_{cal}) + (e_{granito} * \rho_{granito}) + (d_{cal} * \rho_{cal})$$

$$ms = (0,05 * 1600) + (0,5 * 2600) + (0,05 * 1600) = 1460 \text{ [kg/m}^2\text{]}$$

- Janelas da fachada

$$m_s = (d_{\text{vidro}} * \rho_{\text{vidro}})$$

$$m_s = (0,05 * 2500) = 125 \text{ [kg/m}^2\text{]}$$

Índice de Isolamento Sonoro Ponderado (R_w):

- Parede da fachada

$$R_w = 20,4 * \log (m_s) - 1,5 +/- 3,15$$

$$R_w = 20,4 * \log (1460) - 1,5 +/- 3,15 = 63,05 \text{ [dB]} +/- 3,15$$

Acréscimo por isolamento de sistema → não há

TM considerado = 4 [dB]

$$R_{w\text{final}} = R_w - TM$$

$$R_{w\text{final}} = 63,05 - 4 = 59,05 \rightarrow 59 \text{ [dB]}$$

- Janelas da fachada

$$R_w = 20,4 * \log (m_s) - 1,5 +/- 3,15$$

$$R_w = 20,4 * \log (125) - 1,5 +/- 3,15 = 41,28 \text{ [dB]} +/- 3,15$$

Acréscimo por isolamento de sistema → não há

TM = 3 [dB]

$$R_{w\text{final}} = R_w - TM$$

$$R_{w\text{final}} = 41,28 - 3 = 38,28 \rightarrow 38 \text{ [dB]}$$

Previsível para o conjunto - Parede Exterior + Envidraçado:

$$R_{w\text{global}} = 10 * \log \frac{\sum S}{\sum S * 10^{(-R_w/10)}}$$

$$R_{w\text{global}} = 10 * \log \frac{13,5+4}{\left[13,5 * 10^{-\frac{59}{10}}\right] + \left[4 * 10^{-\frac{38}{10}}\right]} = 44,57 \rightarrow 45 \text{ [dB]}$$

Conversão para a Diferença Padronizada:

$$D_{2m, nT, w} = R_w + 10 \log \left(\frac{0,16 * V}{T O * S} \right)$$

$$D_{2m, nT, w} = 45 + 10 \log \left(\frac{0,16 * 57}{0,5 * 17,50} \right) = 45 \text{ [dB]}$$

ANEXO B

Cálculos de Análise Térmica

Separação das envoltentes verticais internas:

- Quarto/cozinha e varanda envidraçada no 2º pavimento:

$$A_i = \text{área}_{\text{quarto}} (P2) + \text{área}_{\text{cozinha}} (P2)$$

$$A_i = \begin{matrix} \downarrow \\ 12,35 \end{matrix} + \begin{matrix} \downarrow \\ 9,84 \end{matrix} = 22,19 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$A_u = \text{área}_{\text{varanda}} \rightarrow 4,93 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$A_i / A_u = 22,19 / 4,93 = 4,50 \rightarrow A_i / A_u \geq 4,0$$

$$V_{enu} = \text{área}_{\text{varanda}} * \text{altura}_{\text{varanda}}$$

$$V_{enu} = \begin{matrix} \downarrow \\ 4,93 \end{matrix} * \begin{matrix} \downarrow \\ 3,25 \end{matrix} = 16,02 \text{ [m}^3\text{]}$$

Aberturas de ventilação fortes \rightarrow F (adotado)

$b_{z_{tu}}$	$V_{enu} \leq 50 \text{ m}^3$		$50 \text{ m}^3 < V_{enu} \leq 200 \text{ m}^3$		$V_{enu} > 200 \text{ m}^3$	
	f	F	f	F	f	F
$A_i/A_u < 0,5$	1,0					
$0,5 \leq A_i/A_u < 1,0$	0,7	0,9	0,8	1,0	0,9	1,0
$1,0 \leq A_i/A_u < 2,0$	0,6	0,8	0,7	0,9	0,8	1,0
$2,0 \leq A_i/A_u < 4,0$	0,4	0,7	0,5	0,9	0,6	0,9
$A_i/A_u \geq 4,0$	0,3	0,5	0,4	0,8	0,4	0,8

$b_{z_{tu}} \leq 0,7 \rightarrow$ cor azul

Separação das envoltentes horizontais internas:

- Divisão de 2º e 3º pavimento:

$$A_i / A_u = 1,0$$

$$V_{enu} = [\sum \text{área dos arrumos} (P3)] * \text{altura média dos arrumos}$$

$$V_{enu} = [\begin{matrix} \downarrow \\ 27,77 + 12,63 + 28,36 \end{matrix}] * \begin{matrix} \downarrow \\ 2,125 \end{matrix} = 146,115 \text{ [m}^3\text{]}$$

Aberturas de ventilação fracas \rightarrow f (adotado)

b_{ztu}	$V_{enu} \leq 50 \text{ m}^3$		$50 \text{ m}^3 < V_{enu} \leq 200 \text{ m}^3$		$V_{enu} > 200 \text{ m}^3$	
	f	F	f	F	f	F
$A_i/A_u < 0,5$	1,0					
$0,5 \leq A_i/A_u < 1,0$	0,7	0,9	0,8	1,0	0,9	1,0
$1,0 \leq A_i/A_u < 2,0$	0,6	0,8	0,7	0,9	0,8	1,0
$2,0 \leq A_i/A_u < 4,0$	0,4	0,7	0,5	0,9	0,6	0,9
$A_i/A_u \geq 4,0$	0,3	0,5	0,4	0,8	0,4	0,8

$b_{ztu} \leq 0,7 \rightarrow$ cor azul

- Piso do 1º pavimento sem contato com o solo:

$$A_i / A_u = 1,0$$

V_{enu} = área do arrumo * altura média do pavimento

$$V_{enu} = \underset{\downarrow}{7,91} * \underset{\downarrow}{1,65} = 13,05 \text{ [m}^2\text{]}$$

Aberturas de ventilação fracas $\rightarrow f$ (adotado)

b_{ztu}	$V_{enu} \leq 50 \text{ m}^3$		$50 \text{ m}^3 < V_{enu} \leq 200 \text{ m}^3$		$V_{enu} > 200 \text{ m}^3$	
	f	F	f	F	f	F
$A_i/A_u < 0,5$	1,0					
$0,5 \leq A_i/A_u < 1,0$	0,7	0,9	0,8	1,0	0,9	1,0
$1,0 \leq A_i/A_u < 2,0$	0,6	0,8	0,7	0,9	0,8	1,0
$2,0 \leq A_i/A_u < 4,0$	0,4	0,7	0,5	0,9	0,6	0,9
$A_i/A_u \geq 4,0$	0,3	0,5	0,4	0,8	0,4	0,8

$b_{ztu} \leq 0,7 \rightarrow$ cor azul

Zoneamento climático:

- Inverno:

Dados:

Região = Viseu \rightarrow Dão-Lafões

Altitude = 450 [m]

Equação geral $\rightarrow X = X_{ref} + [\alpha * (z - z_{ref})/1000]$

NUTS III	z_{REF} m	M		GD		$\theta_{ext,i}$		G_{sol} kWh/ (m ² .mês)
		M_{REF} meses	α mês/km	GD_{REF} °C	α °C/km	$\theta_{ext,i,REF}$ °C	α °C/km	
Alentejo Central	221	5,3	2	1 150	1 100	10,0	-4	150
Alentejo Litoral	88	5,3	2	1 089	1 100	10,8	-2	150
Algarve	145	4,8	0	987	1 800	11,3	-6	155
Alto Alentejo	246	5,3	2	1 221	1 200	9,6	-3	145
Alto Trás-os-Montes	680	7,3	0	2 015	1 400	5,5	-4	125
Ave	426	7,2	0	1 653	1 500	7,8	-6	125
Baixo Alentejo	178	5,0	0	1 068	1 000	10,7	-2	155
Baixo Mondego	67	6,3	0	1 304	1 000	9,7	-5	140
Baixo Vouga	50	6,3	2	1 337	1 100	9,5	-5	140
Beira Interior Norte	717	7,5	0	1 924	1 000	6,3	-3	135
Beira Interior Sul	328	5,4	1	1 274	1 800	9,1	-6	140
Cávado	171	6,8	1	1 491	1 300	9,0	-6	125
Cova da Beira	507	7,1	0	1 687	1 400	7,5	-5	140
Dão-Lafões	497	7,3	0	1 702	1 900	7,5	-6	135
Douro	579	6,9	0	1 764	1 400	6,3	-4	135

Número de graus-dia corrigido:

$$GD_{\text{corrigido}} = GD_{\text{ref}} + [\alpha * (z - z_{\text{ref}}) / 1000]$$

$$GD_{\text{corrigido}} = 1702 + [1900 * (450 - 497) / 1000] = 1612,7 \rightarrow 1613 \text{ [}^\circ\text{C.dias]}$$

Duração da estação de aquecimento:

$$M_{\text{corrigido}} = M_{\text{ref}} + [\alpha * (z - z_{\text{ref}}) / 1000]$$

$$M_{\text{corrigido}} = 7,3 + [0 * (450 - 497) / 1000] = 7,3 \text{ [meses]}$$

Temperatura exterior média do mês mais frio:

$$\theta_{\text{ext},i} = \theta_{\text{ext},i,\text{ref}} + [\alpha * (z - z_{\text{ref}}) / 1000]$$

$$\theta_{\text{ext},i} = 7,5 + [(-6) * (450 - 497) / 1000] = 7,78 \rightarrow 7,8 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Energia solar média mensal incidente numa superfície vertical orientada a sul

$\rightarrow 135 \text{ [kWh/m}^2\text{.mês]}$

- Verão:

Dados:

Região = Viseu \rightarrow Dão-Lafões

Altitude = 450 [m]

Equação geral $\rightarrow X = X_{\text{ref}} + [\alpha * (z - z_{\text{ref}}) / 1000]$

NUTS III	z_{REF} m	$\theta_{ext,v}$		G_{sol} [kWh/m ²]								
		$\theta_{ext,v,REF}$ °C	α °C/km	0° H	90° N	90° NE	90° E	90° SE	90° S	90° SO	90° O	90° NO
Alentejo Central	221	24,3	0	850	225	370	510	500	415	500	510	370
Alentejo Litoral	88	22,2	0	850	225	365	510	495	405	495	510	365
Algarve	145	23,1	0	865	225	375	515	500	405	500	515	375
Alto Alentejo	246	24,5	0	845	225	365	505	500	415	500	505	365
Alto Trás-os-Montes	680	21,5	-7	790	220	345	480	485	425	485	480	345
Ave	426	20,8	-3	795	220	350	490	490	425	490	490	350
Baixo Alentejo	178	24,7	0	855	225	370	510	495	405	495	510	370
Baixo Mondego	67	20,9	0	825	225	360	495	495	420	495	495	360
Baixo Vouga	50	20,6	-2	810	220	355	490	490	420	490	490	355
Beira Interior Norte	717	21,7	-5	820	220	355	495	500	425	500	495	355
Beira Interior Sul	328	25,3	-7	830	220	360	500	495	420	495	500	360
Cávado	171	20,7	-3	795	220	345	485	490	425	490	485	345
Cova da Beira	507	22,5	-6	825	225	360	495	495	425	495	495	360
Dão-Lafões	497	21,2	-3	815	220	355	495	490	415	490	495	355
Douro	579	22,7	-6	805	220	350	490	490	420	490	490	350

Temperatura exterior média:

$$\theta_{ext,v} = \theta_{ext,v,ref} + [\alpha * (z - z_{ref})/1000]$$

$$\theta_{ext,i} = 21,2 + [(-3) * (450 - 497)/1000] = 21,34 \rightarrow 21,3 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Energia solar acumulada (junho a setembro):

$$G_{sol} = G_{sol,ref} + [\alpha * (z - z_{ref})/1000]$$

$$\text{Norte} \rightarrow G_{sol} = 220 + [(-3) * (450 - 497)/1000] = 220,14 \rightarrow 220 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$\text{Leste} \rightarrow G_{sol} = 495 + [(-3) * (450 - 497)/1000] = 495,14 \rightarrow 495 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$\text{Sul} \rightarrow G_{sol} = 415 + [(-3) * (450 - 497)/1000] = 415,14 \rightarrow 415 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$\text{Oeste} \rightarrow G_{sol} = 495 + [(-3) * (450 - 497)/1000] = 495,14 \rightarrow 495 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$\text{Horizontal} \rightarrow G_{sol} = 815 + [(-3) * (450 - 497)/1000] = 815,14 \rightarrow 815 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

ANEXO C

Equipamentos Escolhidos para Análise Térmica da Situação de Melhoria

- Caldeira (instruções de utilização BAXI, 2021):



Sep.3 Parâmetros técnicos para a caldeira

Nome do produto			24 GT	32 GT
Caldeira de condensação			Não	Não
Caldeira de baixa temperatura ⁽¹⁾			Sim	Sim
Caldeira B1			Não	Não
Aquecedor de ambiente de cogeração			Não	Não
Aquecedor combinado			Não	Não
Potência calorífica nominal	P_{rated}	kW	22	30
Energia calorífica útil à potência calorífica nominal e em regime de alta temperatura ⁽²⁾	P_d	kW	22,4	29,8
Energia calorífica útil a 30% da potência calorífica nominal e em regime de baixa temperatura ⁽¹⁾	P_l	kW	7,0	9,3
Eficiência energética do aquecimento ambiente sazonal	η_s	%	86	86
Eficiência útil à potência calorífica nominal e em regime de alta temperatura ⁽²⁾	η_d	%	87,5	87,3
Eficiência útil a 30% da potência calorífica nominal e em regime de baixa temperatura ⁽¹⁾	η_l	%	91,2	90,6
Consumo de eletricidade auxiliar				
Carga total	el_{max}	kW	0,143	0,144
Carga parcial	el_{min}	kW	0,050	0,050
Modo espera	P_{SB}	kW	0,004	0,004

- Ar-condicionado (catálogo Fujitsu, 2019):



Modelo	Unidade Externa		ADBG4SLBLA6
Alimentação		V/Ø/Hz	220V / 1 / 60
Capacidade	Refrigeração	Nominal	45.000 (13,19)
		Min. - Max.	12.000 - 47.800 (3,5 - 14,0)
	Aquecimento	Nominal	46.000 (13,48)
		Min. - Max.	12.000 - 54.600 (3,5 - 16,0)
Potência de entrada	Refrigeração	kW	4,00
	Aquecimento		3,52
Fator de potência	Refrigeração	%	98,8
	Aquecimento		98,2
EER	Refrigeração	W/W	3,30
COP	Aquecimento		3,83
Corrente Nominal	Refrigeração	A	18,4
	Aquecimento		16,3
Corrente Operacional Máxima		A	24,0
Nível de Ruído	Refrigeração	dB (A)	53
	Aquecimento		55
Taxa de fluxo de ar	Refrigeração	m³/h	4.200
	Aquecimento		4.200
Dimensões (A×L×P)	Unidade Externa	mm	998×970×370
Peso		kg	94
Conexões de tubulação	Líquido	mm (pol)	φ 6,35 (1/4)×6
	Gás		φ 9,52 (3/8)×4 + 12,70 (1/2)×2
Comprimento da tubulação	Pré-carga	m	50
	Max.		80
Desnível Máximo (U.E.-U.I.)			15
Faixa de Operação	Refrigeração	°CBS	-10 - 46
	Aquecimento		-15 - 24
Refrigerante			R410A

- Painel solar (ficha técnica SOLDIRECTO, 2019):

COLECTOR SOLDIRECTO VH 2.1 SELECTIVO

DESCRIÇÃO	
Tipo de construção	Colector plano
Área total do colector	2,092 m²
Área da placa absorvedora	1,925 m²
Área de abertura	1,925 m²
Caixa	Alumínio perfilado, prensado por extrusão, anodizado, RAL 9006, Are -Controlo
Área de Aplicação	Circulação Forçada & Termossifão
DIMENSÕES	
Comprimento x largura x altura	2032 x 1030 x 87mm
Peso	34 kg
Cobertura	3,2 mm vidro de segurança, de elevada transparência, resistente ao granizo
Ligações	Tubo de cobre Ø 22 mm
Isolamento térmico na face posterior	30 mm lã de rocha
PLACA ABSORVEDORA	
Material	Superfície integral de alumínio sobre cobre
Cobertura	MIRO-THERM ®
Grau de eficiência	79,8%
Rendimento Óptico η ₀	0,798
a1 (W/ °C m²)	4,6
a2 (W/°C m²)	0,007
Factor de ângulo (50°)	0,93
Capacidade das condutas de calor	1,2 Litros
Pressão admissível de funcionamento/verificação	7 bar
Temperatura de estagnação	168,7 °C
Modo de montagem	Vertical ou horizontal.
Caudal Aconselhável por colector	60 L/H
DESCRIÇÃO	
Colector Soldirecto VH 2.1 Selectivo	REFERÊNCIA S003.00013

ANEXO D

Planilha ITeCons para Situação Existente

Identificação do Imóvel

Identificação do Imóvel

Tipo de Imóvel	Edifício	Tipo de Fração	Administração local	Ocupado por Entidade Pública?	<input checked="" type="checkbox"/>	Habituação Social?	<input checked="" type="checkbox"/>
Nome do Empreendimento / Designação Comercial	Morada Unifamiliar	Nome da Entidade Pública	SRU Museu Novo				

Características do Imóvel

Localização geográfica do edifício

Altitude (m)	450	Altitude normalmente entre 200 e 897 m	
Distância à costa	Superior a 5km	Edifício situado	no interior de uma zona urbana

Características do Edifício

Tipo de utilização	Habituação	Nº total de pisos que constitui o edifício	3
Possui elevador?	<input type="checkbox"/>	Possui ponto de carregamento para veículo elétrico?	<input type="checkbox"/>

Características da Fração

Área útil de pavimento (m ²)	155.06	Pé-direito médio ponderado (m)	3.27	ROADMAP	2021
Tipologia	T3	Tipologia fiscal	T3	Inércia Térmica	Forte
Nº de pisos da fração	3				

Levantamento Dimensional

Divisão	Área (m ²)	Pé Direito (m)	% Área	Volume (m ³)	Inércia da Divisão
Sala 1 (P1)	17.26	3.25	11.1	56.10	Fraca
Hall de entrada (P1)	3.60	3.25	2.3	11.70	Fraca
Sala 2 (P1)	12.41	3.25	8.0	40.33	Fraca
Arrumo 1 (P1)	8.01	3.25	5.2	26.03	Fraca
Quarto (P1)	14.02	3.25	9.0	45.57	Fraca
Corredor (P1)	14.69	3.25	9.5	47.74	Fraca
Arrumo 2 (P1)	1.56	3.25	1.0	5.07	Fraca
Hall da cozinha (P1)	1.44	3.25	0.9	4.68	Fraca
Cozinha (P1)	7.15	3.25	4.6	23.24	Fraca
Sala (P2)	23.74	3.25	15.3	77.16	Fraca
Quarto 1 (P2)	12.58	3.25	8.1	40.89	Fraca
Corredor (P2)	11.64	3.25	7.5	37.83	Fraca
Quarto 2 (P2)	12.35	3.25	8.0	40.14	Fraca
Cozinha (P2)	9.84	3.25	6.3	31.98	Fraca
Acesso (P3)	4.77	3.75	3.1	17.89	Fraca
TOTAL	155.060	3.265	100.0	506.33	

Envolvente exterior

Paredes Exteriores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Parede Exterior - Tipo 1	Parede simples de alvenaria de pedra e argamassa

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m ² .°C)
PDE1	Parede Exterior - Tipo 1	Paredes exteriores simples de aproximadamente 50 cm compostas por pedra do tipo granito e revestidas pelo interior e exterior com argamassa de argila.	3.29

Designação do Tipo de Solução	Orientação	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área (m ²)	Área a deduzir (Vãos, PTP, ...) (m ²)	Cor	Fachada Ventilada?	Grau de ventilação	Emissividade	U Solução (W/m ² .°C)	Área Eletiva (m ²)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
PDE1	Sudeste		37.16	15.21	Clara	Não			3.29	2197	0.40	
PDE1	Nordeste		15.92	0.00	Clara	Não			3.29	15.92	0.40	
PDE1	Noroeste		32.94	11.90	Clara	Não			3.29	21.04	0.40	
PDE1	Sudoeste		111.76	3.09	Clara	Não			3.29	108.68	0.40	

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Áreas por orientação (m ²)								Área Total (m ²)	U Solução (W/m ² .°C)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO				
PDE1	Parede Exterior - Tipo 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.29	0.40	

Coberturas Exteriores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Cobertura Exterior - Tipo 1	Cobertura inclinada sem isolamento térmico

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U asc. Solução (W/m ² .°C)	U desc. Solução (W/m ² .°C)
CBE1	Cobertura Exterior - Tipo 1	Cobertura inclinada, sobre a caixa de escadas, cobertura em telhas cerâmicas apoiadas sobre vigotas e blocos de betão.	4.93	4.93

Designação do Tipo de Solução	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área Total (m ²)	Cor	Revestimento com caixa-de-ar ventilada?	Grau de ventilação III	Emissividade III	U asc. Solução (W/m ² .°C)	U desc. Solução (W/m ² .°C)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
CBE1		10.54	Clara	Não			4.93	4.93	0.35	

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Área Total (m ²)	U Solução (W/m ² .°C)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
CBE1	Cobertura Exterior - Tipo 1	0.00	4.93	0.35	

Vãos Envidraçados Exteriores

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Janela	Tipo de solução caixilharia 1	Tipo de solução caixilharia 2
Envidraçado Exterior - Tipo 1	Simple	Caixilharia de madeira com vidro simples	

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Tipo de Proteção	Descrição da Proteção
VE1	Envidraçado Exterior - Tipo 1	Vãos envidraçados em caixilharia de madeira, com 8 quadrículas cada, vidro simples.	Com proteção pelo interior	Portadas interiores de madeira manchada com lâminas fixas.
VE2	Envidraçado Exterior - Tipo 1	Vãos envidraçados em caixilharia de madeira, com 8 quadrículas cada, vidro simples.	Sem proteção	

Designação do Tipo de Solução	U _{vdn} (W/m ² .°C)	g _{L,vi}	g _{int}	FS Global Prot. Perm. G _{u,v}	Classe da Caixilharia 1	Tipo de Vidro	Fração Envidraçada F _g	U _{Ref} (W/m ² .°C)	Área (m ²)	U _{máx} (W/m ² .°C)
VE1	6.24	0.85	0.50	0.85	1	Simple	0.57	2.40	11.80	#NOME?
VE2	6.24	0.85	0.85	0.85	1	Simple	0.57	2.40	2.08	#NOME?

Etapa	Divisão	Designação do tipo de solução	Orientação	Área envolvente (m²)	Vão Envolvido à Face Exterior do Painel?	Permeabilidade da Caixa de Enxofre	Classificação CLASSE	ID CLASSE	U solução	Área do equipamento que serve (m²)	Área de multiplicação do equipamento que serve (m²)	Uref	Área x Uref	Qualidade Nome? (Verificação de Requisitos)
1	Sala (PE)	VE1	Sudeste	2,06	Não	Não tem			0,45	0,26	4,80		Não	
2	Sala (PE)	VE1	Sudeste	2,06	Não	Não tem			0,45	0,26	4,80		Não	
3	Sala (P2)	VE1	Sudeste	2,06	Não	Não tem			0,45	23,74	7,80		Não	
4	Sala (P2)	VE1	Sudeste	2,06	Não	Não tem			0,45	23,74	7,80		Não	
5	Sala (P2)	VE1	Sudeste	2,28	Não	Não tem			0,45	23,74	7,80		Não	
6	Cozinha (PT)	VE2	Noroeste	2,06	Não	Não tem			0,77	7,85	2,80		Não	
7	Área 2 (PT)	VE2	Sudeste	0,08	Não	Não tem			0,77	1,96	0,88		Não	

Vãos Opacos Exteriores

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Vão opaco exterior - Tipo	Não aplicável

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Solução por defeito?	U Solução (W/m²·°C)	Tipo de porta	U Solução (W/m²·°C)
VOE1	Vão Opaco Exterior - Tipo 1	Porta exterior em madeira semidensa.	Não	2,61		

Designação do Tipo de Solução	Orientação	Cor	Área (m²)	Pala horizontal α	Pala vertical à esquerda $\beta_{\text{v,es}}$	Pala vertical à direita $\beta_{\text{v,di}}$	U Solução (W/m²·°C)	U referência (W/m²·°C)	U máximo (W/m²·°C)
VOE1	Sudeste	Escura	3,41				2,61	0,40	-
VOE1	Noroeste	Escura	3,00				2,61	0,40	-
VOE1	Noroeste	Escura	3,00				2,61	0,40	-

Designação do Tipo de Solução	Áreas por orientação (m²)								Área Total (m²)	U Solução (W/m²·°C)	U referência (W/m²·°C)	U máximo (W/m²·°C)
VOE1	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	9,41	2,61	0,40	-
	0,00	0,00	0,00	3,41	0,00	0,00	0,00	6,00				

Envolvente em contato com o solo

Qual o valor da condutibilidade térmica do solo λ ?

2.0

W/(m·°C)

Pavimentos Têrreos

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Pavimento Têrreo - Tipo 1	Pavimento sem isolamento térmico

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Área (m²)	U (W/m²·°C)	Uref (W/m²·°C)
PVT1	Pavimento Têrreo - Tipo 1	Pavimento em contato com o solo sem isolamento térmico.	48,59	0,45	0,50

Designação do Tipo de Solução	R_e $m^2 \cdot C/W$	Perímetro Exposto P (m)	Espessura da parede exposta w (m)	Isolamento Perimetral?	Horizontal ou Vertical?	Espessura do Isol. dn (m)	Extensão de Isol. D (m)
PVT1	1.00	27.60	0.03	Não			

Pontes Térmicas Lineares Exteriores

TIPO DE LIGAÇÃO ENTRE ELEMENTOS	Comp. B (m)	Cálculo de acordo com?	ψ calculado ($W/m \cdot C$)	Informações adicionais			Sistema de isolamento nas paredes	ψ ($W/m \cdot C$)	ψ_{ref} ($W/m \cdot C$)
Fach. com pavimentos térreos	27.60	Valores Tabelados					Repartido ou na caixa-de-ar	0.80	0.5
Fachada com pavimento intermédio	54.97	Valores Tabelados		Teto falso?		si teto falso	Repartido ou na caixa-de-ar	0.50	0.5
Fachada com varanda	8.59	Valores Tabelados					Repartido ou na caixa-de-ar	0.55	0.5
Fachada com cobertura	30.29	Valores Tabelados		Isol. sob/sobre o cobertura?	Sobre		Repartido ou na caixa-de-ar	1.00	0.5
Fachada com caixilharia	81.30	Valores Tabelados		Isol. contacta com a caixilharia?	Não contacta		Repartido ou na caixa-de-ar	0.25	0.2
Fach. com pavimento sobre o exterior ou ENU	23.86	Valores Tabelados		Isol. sob/sobre o pavimento?	Sob		Repartido ou na caixa-de-ar	0.75	0.5

Envolvente Interior

Definição da Envolvente Interior

ESPAÇO NÃO-ÚTIL	Cálculo do $b_{u,i}$ de acordo com a norma 13789?	$b_{u,i}$ calculado	A_i/A_u	Volume do ENU m^3	Ventilação	$b_{u,i}$
Edifício Adjacente			-	-	-	0.60
Desvão Cobertura	Não		$1 \leq A_i/A_u < 2$	$50 < V \leq 200$	Fraca (f)	0.70
Desvão Sanitário	Não		$2 \leq A_i/A_u < 4$	$V \leq 50$	Fraca (f)	0.40

Paredes interiores - Soluções correntes, pontes térmicas planas e vãos opacos

Parede Interior, Ponte Térmica Plana ou Vão Opaco?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Parede Interior - Tipo 1	Parede simples rebocada (anterior a 1960)

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução ($W/m^2 \cdot C$)
PDI	Parede Interior - Tipo 1	Parede divisória confinando com os arrumos do 3 piso, constituída por paredes em tabique de madeira com argamassa bastarda de argila, revestidas com reboco de argamassa e pintura em ambos os lados, com aproximadamente 0,12 m de espessura total.	1.81

Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área (m^2)	Área envidraçada (m^2)	$b_{u,i}$	U Solução ($W/m^2 \cdot C$)	Área Efectiva (m^2)	URef ($W/m^2 \cdot C$)	UMax ($W/m^2 \cdot C$)
PDI	Desvão Cobertura		96.20		0.70	1.81	96.20	0.70	

Pavimentos Interiores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Pavimento Interior - Tipo 1	Pavimentos em madeira

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m ² .°C)
PVII	Pavimento Interior - Tipo 1	Pavimento de madeira manchada com camada de ar e acabamento com madeira do tipo tabique, de aproximadamente 0,20 m.	1,00

Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área Total (m ²)	b _{u,i}	Udesc (W/m ² .°C)	URef (W/m ² .°C)	UMáx (W/m ² .°C)
PVII	Desvão Sanitário		78,0	0,40	1,00	0,60	

Designação do Tipo de Solução	b _{u,i}	Área Total (m ²)	U Solução (W/m ² .°C)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
PVII	0,40	0,00	1,00	0,60	

Coberturas Interiores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Cobertura Interior - Tipo 1	Cobertura horizontal sem isolamento térmico

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m ² .°C)
CBII	Cobertura Interior - Tipo 1	Cobertura horizontal sem isolamento térmico em madeira com aproximadamente 0,25 m.	0,15

Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área Total (m ²)	Cor da cob. Exterior	Grau de ventilação ^{PM}	Emissividade ^{PM}	Udescendente (W/m ² .°C)	b _{u,i}	U (W/m ² .°C)	URef (W/m ² .°C)	UMáx (W/m ² .°C)
CBII	Desvão Cobertura		68,76	Escura	Não Ventilado	Baixa	0,15	0,70	0,15	0,60	

Designação do Tipo de Solução	b _{u,i}	Área por b _{u,i} (m ²)	U Solução (W/m ² .°C)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
CBII	0,70	0,00	0,15	0,60	

Pontes Térmicas Lineares Interiores

TIPO DE LIGAÇÃO ENTRE ELEMENTOS	Espaço não útil	Comp. $B^{(int)}$ (m)	Cálculo de acordo com?	ψ calculado (W/m.C)	Informações adicionais			Sistema de isolamento nas paredes	ψ (W/m.C)	ψ_{req} (W/m.C)
Fach. com pavimento sobre o exterior ou ENU	Desvão Cobertura	8.17	Valores Tabelados		Isol. sob/sobre o pavimento?	Sobre		Interior	0.10	0.50
Fachada com cobertura	Desvão Cobertura	13.09	Valores Tabelados		Isol. sob/sobre o cobertura?	Sobre		Interior	1.00	0.5
Fachada com caixilharia	Desvão Cobertura	21.00	Valores Tabelados		Isol. contacta com a caixilharia?	Não contacta		Interior	0.25	0.2

Ventilação

Método de cálculo	Segundo a EN 15242 e Manual do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE)
-------------------	---

Sistema de Ventilação	Não cumpre a norma 1037-1
-----------------------	---------------------------

Rph Estimada (h^{-1})	Rph mínimo (h^{-1})	Rph, i (h^{-1})	Rph, v (h^{-1})
0.50	0.50	0.50	0.50

Sistemas Técnicos

Identificação do Sistema	Fonte de Energia	Tipo de Equipamento	Nº de unidades iguais	Marca	Gama	Modelo	Foi possível aceder ao equipamento?	Descrição Específica do Equipamento	Produção Total de Energia (kWh/ano)
Sistema 1	Gasóleo	Caldeira	1	BAJO		Argenta 24 GT			
Sistema 2	Electricidade	Multi-Split (água-ar)	1	Fujitsu		A05G45L8LA6			1452.00

Electricidade, Gás (natural, propano, butano), Gasóleo, Biomassa (sólida, líquida, gasosa)

Identificação do Sistema	Função	Funcionamento (perfil de consumo)	Potência (kW)	Informação sobre eficiência?	Eficiência do Equipamento Nominal/Sazonal	Fracção servida (0 a 1)	Idade do sistema	Eficiência de Equipamento (0 a 5)	Eficiência de referência	EREN (kWh/ano)	Consumo Energia Final (kWh/ano)
Sistema 1	Águas Quentes Sanitárias	Durante todo o ano	23	Sim	06.00	1.00	idade < 1 ano	0.96	0.85	-	715.16
Sistema 2	Aquecimento		3.52	Não		1.00	idade < 1 ano	0.96	0.89	0.00	-
Sistema 2	Arrefecimento		4	Não		1.00	idade < 1 ano	2.50	3.00	0.00	8.01

Balanço energético

Indicadores energéticos

Sigla	Descrição
Nic	Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (kWh/m2.ano)
Nvc	Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (kWh/m2.ano)
Qa	Energia útil para preparação de água quente sanitária (kWh/ano)
Wvm	Energia elétrica necessária ao funcionamento dos ventiladores (kWh/ano)
Eren	Energia produzida a partir de fontes renováveis para usos regulados (kWh/ano)
Eren AQS	Energia produzida a partir de fontes renováveis para produção de AQS (kWh/ano) (para efeito de verificação do requisito mínimo)
Eren,ext	Energia produzida a partir de fontes renováveis para outros usos (kWh/ano)
Ntc	Necessidades nominais anuais globais de energia primária (kWh/m2.ano)

Sigla	Valor	Referência	Renovável Requisito Ren _{Hab} (%)
Nic	314.21	87.32	67.02
Nvc	5.64	10.56	
Qa	2140	2377	Ntc/Nt
Wvm		0.00	2.67
Eren	1453	0	
Eren AQS	1453	0	Classe Energética
Eren,ext		0.00	F
Ntc	331.92	124.14	

Indicadores de desempenho

	Valor de Referência (kWh/m2.ano)	Valor do Edifício (kWh/m2.ano)	Renovável (%)
Aquecimento	98.12	327.31	0.00
Arrefecimento	3.52	0.00	0.00
AQS	17.23	13.98	67.02

Energia Renovável (%)	2.75
-----------------------	------

Emissões de CO2 (t/ano)	13.74
-------------------------	-------

Potencial para a identificação de Medidas de Melhoria

[Linha b] do ponto 4. do Despacho n.º 7113/2015 de 29 de Junho]

Verde (superior a 30%) - Elevado potencial de melhoria

Amarelo (entre 0% e 30%) - Algum potencial de melhoria

Vermelho (inferior a 0%) - Não existe potencial de melhoria

		Solução Inicial		Simulação em curso
Variação das necessidades de energia útil utilizando os valores de referência do coeficiente de transmissão térmica (U_{REF})	Aquecimento	✔	76.1%	--
	Arrefecimento	✘	-53.3%	--
Variação das necessidades de energia final utilizando os valores de referência para os sistemas técnicos:	Aquecimento	✔	74.2%	--
	Arrefecimento	!	0.0%	--
	AQS	✘	-7.9%	--

Dados Climáticos

Graus-dia	1,613
-----------	-------

Zona Climática de Inverno	I2
---------------------------	----

Zona Climática de Verão	V2
-------------------------	----

Temperatura Média Exterior Inverno (°C)	7.8
---	-----

Temperatura Média Exterior Verão (°C)	21.3
---------------------------------------	------

Duração da estação de aquecimento (meses)	7.3
---	-----

Duração da estação de arrefecimento (meses)	4.0
---	-----

Indicadores de aquecimento

Paredes (W/°C)		
Hext	Henu;adj	Hecs
881.84	121.89	0.00

PTP (W/°C)	
Hext	Henu;adj
0.00	0.00

Coberturas (W/°C)	
Hext	Henu;adj
51.96	7.22

Pavimentos (W/°C)		
Hext	Henu;adj	Hecs
0.00	31.09	21.86

Portas (W/°C)	
Hext	Henu;adj
24.56	0.00

PTL (W/°C)	
Hext	Henu;adj
122.80	13.41

Ht (W/°C)	1449.32
-----------	---------

Vãos envidraçados (W/°C)	
Hext	Henu;adj
86.61	0.00

Renovação de Ar (W/°C)	
Hve	86.08

Indicadores de arrefecimento

Paredes (kWh)
$Q_{sol,v EXT}$
5938.41

Coberturas	
$Q_{sol,v EXT}$	$Q_{sol, Desv}$
677.59	268.99

Portas (kWh)
$Q_{sol,v EXT}$
285.71

Vãos Envidraçados (kWh)
$Q_{sol,v EXT}$
2012.91

Ganhos Internos (kWh)
$Q_{int,v}$
1816.06

ANEXO E

Planilha ITeCons para Situação de Melhoria

Identificação do Imóvel

Identificação do Imóvel

Tipo de Imóvel	Edifício	Tipo de Fração	Administração local	Ocupado por Entidade Pública?	<input checked="" type="checkbox"/>	Habitação Social?	<input checked="" type="checkbox"/>
Nome do Empreendimento / Designação Comercial	Morada Unifamiliar	Nome da Entidade Pública	SRU Museu Novo				

Características do Imóvel

Localização geográfica do edifício

Altitude (m)	450	Altitude normalmente entre 200 e 897 m	
Distância à costa	Superior a 5km	Edifício situado	no interior de uma zona urbana

Características do Edifício

Tipo de utilização	Habitação	Nº total de pisos que constitui o edifício	3
Possui elevador?	<input type="checkbox"/>	Possui ponto de carregamento para veículo elétrico?	<input type="checkbox"/>

Características da Fração

Área útil de pavimento (m ²)	155.06	Pé-direito médio ponderado (m)	3.27	ROADMAP	2021
Tipologia	T3	Tipologia fiscal	T3	Inércia Térmica	Forte
Nº de pisos da fração	3				

Levantamento Dimensional

Divisão	Área (m ²)	Pé Direito (m)	% Área	Volume (m ³)	Inércia da Divisão
Sala 1 (P1)	17.26	3.25	11.1	56.10	Fraca
Hall de entrada (P1)	3.60	3.25	2.3	11.70	Fraca
Sala 2 (P1)	12.41	3.25	8.0	40.33	Fraca
Arrumo 1 (P1)	8.01	3.25	5.2	26.03	Fraca
Quarto (P1)	14.02	3.25	9.0	45.57	Fraca
Corredor (P1)	14.69	3.25	9.5	47.74	Fraca
Arrumo 2 (P1)	1.56	3.25	1.0	5.07	Fraca
Hall da cozinha (P1)	1.44	3.25	0.9	4.68	Fraca
Cozinha (P1)	7.15	3.25	4.6	23.24	Fraca
Sala (P2)	23.74	3.25	15.3	77.16	Fraca
Quarto 1 (P2)	12.58	3.25	8.1	40.89	Fraca
Corredor (P2)	11.64	3.25	7.5	37.83	Fraca
Quarto 2 (P2)	12.35	3.25	8.0	40.14	Fraca
Cozinha (P2)	9.84	3.25	6.3	31.98	Fraca
Acesso (P3)	4.77	3.75	3.1	17.89	Fraca
TOTAL	155.060	3.265	100.0	506.33	

Envolvente exterior

Paredes Exteriores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Parede Exterior - Tipo 1	Parede simples com isolamento térmico pelo interior

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m ² .°C)
PDE1	Parede Exterior - Tipo 1	Paredes exteriores simples de aproximadamente 50 cm compostas por pedra do tipo granito, revestidas pelo interior e exterior com argamassa de argila, com isolamento pelo interior com lã de vidro de 50mm e placas de gesso cartonado de 12.5mm.	0.66

Designação do Tipo de Solução	Orientação	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área (m ²)	Área a deduzir (Vãos, P.T.P., ...) (m ²)	Cor	Fachada Ventilada?	Grau de ventilação	Emissividade	U Solução (W/m ² .°C)	Área Efectiva (m ²)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
PDE1	Sudeste		37.16	15.21	Clara	Não			3.25	2197	0.40	
PDE1	Nordeste		16.92	0.00	Clara	Não			3.25	16.92	0.40	
PDE1	Noroeste		32.14	11.90	Clara	Não			3.25	21.94	0.40	
PDE1	Sudoeste		11.76	3.09	Clara	Não			3.25	106.68	0.40	

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Áreas por orientação (m ²)									Área Total (m ²)	U Solução (W/m ² .°C)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO					
PDE1	Parede Exterior - Tipo 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.40	

Coberturas Exteriores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Cobertura Exterior - Tipo 1	Cobertura inclinada sem isolamento térmico

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U asc. Solução (W/m ² .°C)	U desc. Solução (W/m ² .°C)
CBE1	Cobertura Exterior - Tipo 1	Cobertura inclinada, sobre a caixa de escadas, cobertura em telhas cerâmicas apoiadas sobre vigotas e blocos de betão.	4.93	4.93

Designação do Tipo de Solução	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área Total (m ²)	Cor	Revestimento com caixa-de-ar ventilada?	Grau de ventilação III	Emissividade III	U asc. Solução (W/m ² .°C)	U desc. Solução (W/m ² .°C)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
CBE1		10.54	Clara	Não			4.93	4.93	0.35	

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Área Total (m ²)	U Solução (W/m ² .°C)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
CBE1	Cobertura Exterior - Tipo 1	0.00	4.93	0.35	

Vãos Envidraçados Exteriores

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Janela	Tipo de solução caixilharia 1	Tipo de solução caixilharia 2
Envidraçado Exterior - Tipo 1	Simple	Caixilharia de madeira com vidro duplo	

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Tipo de Proteção	Descrição da Proteção
VE1	Envidraçado Exterior - Tipo 1	Vãos envidraçados em caixilharia de madeira, com 8 quadrículas cada, vidro duplo.	Com proteção pelo interior	Portadas interiores de madeira manchada com lâminas fixas.
VE2	Envidraçado Exterior - Tipo 1	Vãos envidraçados em caixilharia de madeira, com 8 quadrículas cada, vidro duplo.	Sem proteção	

Designação do Tipo de Solução	U _{vdn} (W/m ² .°C)	g _{L,vi}	g _{tot}	FS Global Prot. Perm. G _{tot,p}	Classe da Caixilharia 1	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F _g	U _{Ref} (W/m ² .°C)	Área (m ²)	U _{máx} (W/m ² .°C)
VE1	2.40	0.85	0.50	0.85	1	Simple	0.57	2.40	11.80	#NOME?
VE2	2.40	0.85	0.85	0.85	1	Simple	0.57	2.40	2.08	#NOME?

ID Vão	Designação	Designação do tipo de solução	Oriente	Área envidraçada (m²)	Vão Envidraçado à Póvoa Exterior de Póvoa?	Permeabilidade do Cotejo do Exterior	Classificação CLASSE+	ID CLASSE+	g _v corrigida	Área do compartimento que serve (m²)	Área do envidraçado do compartimento que serve (m²)	U _{sol}	Área U _{sol} (m²)	Qualidade Térmica (U _{sol})
1	Sub 1 (P1)	VE1	Sudista	2.00	Não	Não tem			0.45	11.26	4.00			Não
2	Sub 1 (P1)	VE1	Sudista	2.00	Não	Não tem			0.45	11.26	4.00			Não
3	Sub (P2)	VE1	Sudista	2.00	Não	Não tem			0.45	23.74	7.00			Não
4	Sub (P2)	VE1	Sudista	2.00	Não	Não tem			0.45	23.74	7.00			Não
5	Sub (P2)	VE1	Sudista	2.20	Não	Não tem			0.45	23.74	7.00			Não
6	Coclela (P1)	VE2	Noroeste	2.00	Não	Não tem			0.77	7.95	2.00			Não
7	Arraio 2 (P1)	VE2	Sudista	0.05	Não	Não tem			0.77	1.56	0.05			Não

Vãos Opacos Exteriores

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Vão opaco exterior - Tipo	Não aplicável

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Solução por defeito?	U Solução (W/m²·°C)	Tipo de porta	U Solução (W/m²·°C)
VOE1	Vão Opaco Exterior - Tipo 1	Porta exterior em madeira semidensa.	Não	2.61		

Designação do Tipo de Solução	Orientação	Cor	Área (m²)	Pala horizontal α	Pala vertical à esquerda β _{ext}	Pala vertical à direita β _{int}	U Solução (W/m²·°C)	U referência (W/m²·°C)	U máximo (W/m²·°C)
VOE1	Sudeste	Escura	3.41				2.61	0.40	-
VOE1	Noroeste	Escura	3.00				2.61	0.40	-
VOE1	Noroeste	Escura	3.00				2.61	0.40	-

Designação do Tipo de Solução	Áreas por orientação (m²)								Área Total (m²)	U Solução (W/m²·°C)	U referência (W/m²·°C)	U máximo (W/m²·°C)
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO				
VOE1	0.00	0.00	0.00	3.41	0.00	0.00	0.00	6.00	9.41	2.61	0.40	-

Envolvente em contato com o solo

Qual o valor da condutibilidade térmica do solo λ?	2.0	W/(m·°C)
--	-----	----------

Pavimentos Térreos

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Pavimento Térreo - Tipo 1	Pavimento sem isolamento térmico

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Área (m²)	U (W/m²·°C)	U _{Ref} (W/m²·°C)
PVT1	Pavimento Térreo - Tipo 1	Pavimento em contato com o solo sem isolamento térmico.	48.59	0.45	0.50

Designação do Tipo de Solução	R_e $m^2 \cdot C/W$	Perímetro Exposto P (m)	Espessura da parede exposta w (m)	Isolamento Perimetral?	Horizontal ou Vertical?	Espessura do Isol. dn (m)	Extensão de Isol. D (m)
PVT1	1.00	27.60	0.03	Não			

Pontes Térmicas Lineares Exteriores

TIPO DE LIGAÇÃO ENTRE ELEMENTOS	Comp. B (m)	Cálculo de acordo com?	ψ calculado ($W/m \cdot C$)	Informações adicionais			Sistema de isolamento nas paredes	ψ ($W/m \cdot C$)	ψ_{ref} ($W/m \cdot C$)
Fach. com pavimentos térreos	27.60	Valores Tabelados					Repartido ou na caixa-de-ar	0.80	0.5
Fachada com pavimento intermédio	54.97	Valores Tabelados		Teto falso?		si teto falso	Repartido ou na caixa-de-ar	0.50	0.5
Fachada com varanda	8.59	Valores Tabelados					Repartido ou na caixa-de-ar	0.55	0.5
Fachada com cobertura	30.29	Valores Tabelados		Isol. sob/sobre o cobertura?	Sobre		Repartido ou na caixa-de-ar	1.00	0.5
Fachada com caixilharia	81.30	Valores Tabelados		Isol. contacta com a caixilharia?	Não contacta		Repartido ou na caixa-de-ar	0.25	0.2
Fach. com pavimento sobre o exterior ou ENU	23.86	Valores Tabelados		Isol. sob/sobre o pavimento?	Sob		Repartido ou na caixa-de-ar	0.75	0.5

Envolvente Interior

Definição da Envolvente Interior

ESPAÇO NÃO-ÚTIL	Cálculo do $b_{u,i}$ de acordo com a norma 13789?	$b_{u,i}$ calculado	A_i/A_u	Volume do ENU m^3	Ventilação	$b_{u,i}$
Edifício Adjacente			-	-	-	0.60
Desvão Cobertura	Não		$1 \leq A_i/A_u < 2$	$50 < V \leq 200$	Fraca (f)	0.70
Desvão Sanitário	Não		$2 \leq A_i/A_u < 4$	$V \leq 50$	Fraca (f)	0.40

Paredes interiores - Soluções correntes, pontes térmicas planas e vãos opacos

Parede Interior, Ponte Térmica Plana ou Vão Opaco?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Parede Interior - Tipo 1	Parede simples rebocada (anterior a 1960)

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução ($W/m^2 \cdot C$)
PDI	Parede Interior - Tipo 1	Parede divisória confinando com os arrumos do 3 piso, constituída por paredes em tabique de madeira com argamassa bastarda de argila, revestidas com reboco de argamassa e pintura em ambos os lados, com aproximadamente 0,12 m de espessura total.	1.81

Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área (m^2)	Área envidraçada (m^2)	$b_{u,i}$	U Solução ($W/m^2 \cdot C$)	Área Efectiva (m^2)	URef ($W/m^2 \cdot C$)	UMax ($W/m^2 \cdot C$)
PDI	Desvão Cobertura		96.20		0.70	1.81	96.20	0.70	

Pavimentos Interiores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Pavimento Interior - Tipo 1	Pavimentos em madeira

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m ² .°C)
PVII	Pavimento Interior - Tipo 1	Pavimento de madeira manchada com camada de ar e acabamento com madeira do tipo tabique, de aproximadamente 0,20 m.	1,00

Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área Total (m ²)	b _{u,i}	Udesc (W/m ² .°C)	URef (W/m ² .°C)	UMáx (W/m ² .°C)
PVII	Desvão Sanitário		78,0	0,40	1,00	0,60	

Designação do Tipo de Solução	b _{u,i}	Área Total (m ²)	U Solução (W/m ² .°C)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
PVII	0,40	0,00	1,00	0,60	

Coberturas Interiores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Cobertura Interior - Tipo 1	Cobertura horizontal sem isolamento térmico

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m ² .°C)
CBII	Cobertura Interior - Tipo 1	Cobertura horizontal sem isolamento térmico em madeira com aproximadamente 0,25 m.	0,15

Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área Total (m ²)	Cor da cob. Exterior	Grau de ventilação ^{PM}	Emissividade ^{PM}	Udescendente (W/m ² .°C)	b _{u,i}	U (W/m ² .°C)	URef (W/m ² .°C)	UMáx (W/m ² .°C)
CBII	Desvão Cobertura		68,76	Escura	Não Ventilado	Baixa	0,15	0,70	0,15	0,60	

Designação do Tipo de Solução	b _{u,i}	Área por b _{u,i} (m ²)	U Solução (W/m ² .°C)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
CBII	0,70	0,00	0,15	0,60	

Pontes Térmicas Lineares Interiores

TIPO DE LIGAÇÃO ENTRE ELEMENTOS	Espaço não útil	Comp. B ^{int} (m)	Cálculo de acordo com?	ψ calculado (W/m.C)	Informações adicionais			Sistema de isolamento nas paredes	ψ (W/m.C)	ψ _{ext} (W/m.C)
Fach. com pavimento sobre o exterior ou ENU	Desvão Cobertura	8.17	Valores Tabelados		Isol. sob/sobre o pavimento?	Sobre		Interior	0.10	0.50
Fachada com cobertura	Desvão Cobertura	13.09	Valores Tabelados		Isol. sob/sobre a cobertura?	Sobre		Interior	1.00	0.5
Fachada com caixilharia	Desvão Cobertura	21.00	Valores Tabelados		Isol. contacta com a caixilharia?	Não contacta		Interior	0.25	0.2

Ventilação

Método de cálculo	Segundo a EN 15242 e Manual do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE)
-------------------	---

Sistema de Ventilação	Não cumpre a norma 1037-1
-----------------------	---------------------------

Rph Estimada (h ⁻¹)	Rph mínimo (h ⁻¹)	Rph, i (h ⁻¹)	Rph, v (h ⁻¹)
0.50	0.50	0.50	0.50

Sistemas Técnicos

Identificação do Sistema	Fonte de Energia	Tipo de Equipamento	Nº de unidades iguais	Marca	Gama	Modelo	Foi possível aceder ao equipamento?	Descrição Específica do Equipamento	Produção Total de Energia (kWh/ano)
Sistema 1	Gasóleo	Caldéira	1	BAXI		Argenta 24 GT			
Sistema 2	Electricidade	Multi-Split (água-ar)	1	Fujitsu		AOBC45LELA6			
Sistema 3	Solar	Painel Solar Térmico	1	SOLDIRECTO		VH 2.1			1453.00

Electricidade, Gás (natural, propano, butano), Gasóleo, Biomassa (sólida, líquida, gasosa)

Identificação do Sistema	Função	Funcionamento (período de consumo)	Potência (kW)	Informação sobre eficiência?	Eficiência do Equipamento (Nominal/Seasonal)	Fração renovada (D a T)	Idade do sistema	Eficiência do Equipamento (D a T)	Eficiência de referência	EREN (kWh/ano)	Consumo Energético (kWh/ano)	Parcela das necessidades (D a T)
Sistema 1	Água Quente Sanitária	Durante todo o ano	23	Sim	86.00	1.00	idade < 1 ano	0.96	0.89	-	78.16	1.00
Sistema 2	Aquecimento		3.52	Não		1.00	idade < 1 ano	0.96	0.89	0.00	-	0.93
Sistema 2	Arefecimento		4	Não		1.00	idade < 1 ano	2.50	3.00	0.00	742.74	1.00

Solar, Eólica, Hídrica, Geotérmica

Identificação do Sistema	Função	Potência (kW)	EREN (kWh/ano)	Parcela atendida a Função (D a T)	EREN var (kWh/ano)	Área Total de Colectores (m ²)	Produtividade (kWh/m ²) Colectores	Produtividade (kWh/m ²)	Caudal Médio (m ³ /s)	Rendimento Nominal Tubina	Rendimento Nominal Gerador	Parcela das necessidades (D a T)	Parcela das necessidades de energia eléctrica (D a T)
Sistema 3	Aquecimento		1453.00	1.00		4.18	347.61					0.07	-

Balanço energético

Indicadores energéticos

Sigla	Descrição
Nic	Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (kWh/m2.ano)
Nvc	Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (kWh/m2.ano)
Qa	Energia útil para preparação de água quente sanitária (kWh/ano)
Wvm	Energia elétrica necessária ao funcionamento dos ventiladores (kWh/ano)
Eren	Energia produzida a partir de fontes renováveis para usos regulados (kWh/ano)
Eren AQS	Energia produzida a partir de fontes renováveis para produção de AQS (kWh/ano) (para efeito de verificação do requisito mínimo)
Eren,ext	Energia produzida a partir de fontes renováveis para outros usos (kWh/ano)
Ntc	Necessidades nominais anuais globais de energia primária (kWh/m2.ano)

Sigla	Valor	Referência	Renovável Requisito Ren _{Hab}
Nic	128.57	87.32	67.02
Nvc	11.98	10.56	
Qa	2140	2377	Ntc/Nt
Wvm	0.00		1.21
Eren	1453	0	
Eren AQS	1453	0	Classe Energética
Eren,ext	0.00		C
Ntc	150.51	124.14	

Indicadores de desempenho

	Valor de Referência (kWh/m2.ano)	Valor do Edifício (kWh/m2.ano)	Renovável (%)
Aquecimento	98.12	133.92	0.00
Arrefecimento	3.52	11.98	0.00
AQS	17.23	13.98	67.02

Energia Renovável (%)	5.86
-----------------------	------

Emissões de CO2 (t/ano)	6.00
-------------------------	------

Potencial para a identificação de Medidas de Melhoria

[alínea b) do ponto 4. do Despacho n.º 7113/2015 de 29 de Junho]

Verde (superior a 30%) - Elevado potencial de melhoria

Amarelo (entre 0% e 30%) - Algum potencial de melhoria

Vermelho (inferior a 0%) - Não existe potencial de melhoria

		Solução Inicial		Simulação em curso
Variação das necessidades de energia útil utilizando os valores de referência do coeficiente de transmissão térmica (U_{REF})	Aquecimento		37.6%	--
	Arrefecimento		-22.0%	--
Variação das necessidades de energia final utilizando os valores de referência para os sistemas técnicos:	Aquecimento		32.7%	--
	Arrefecimento		-1.7%	--
	AQS		-7.9%	--

Dados Climáticos

Graus-dia	1,613
-----------	-------

Zona Climática de Inverno	I2
---------------------------	----

Zona Climática de Verão	V2
-------------------------	----

Temperatura Média Exterior Inverno (°C)	7.8
---	-----

Temperatura Média Exterior Verão (°C)	21.3
---------------------------------------	------

Duração da estação de aquecimento (meses)	7.3
---	-----

Duração da estação de arrefecimento (meses)	4.0
---	-----

Indicadores de aquecimento

Paredes (W/°C)		
Hext	Henu;adj	Hecs
177.49	121.89	0.00

PTP (W/°C)	
Hext	Henu;adj
0.00	0.00

Coberturas (W/°C)	
Hext	Henu;adj
51.96	7.22

Pavimentos (W/°C)		
Hext	Henu;adj	Hecs
0.00	31.09	21.86

Portas (W/°C)	
Hext	Henu;adj
24.56	0.00

PTL (W/°C)	
Hext	Henu;adj
122.80	13.41

Vãos envidraçados (W/°C)	
Hext	Henu;adj
33.31	0.00

Renovação de Ar (W/°C)
Hve
86.08

Indicadores de arrefecimento

Paredes (kWh)
Qsol,v EXT
1195.25

Coberturas	
Qsol,v EXT	Qsol, Desv
677.59	268.99

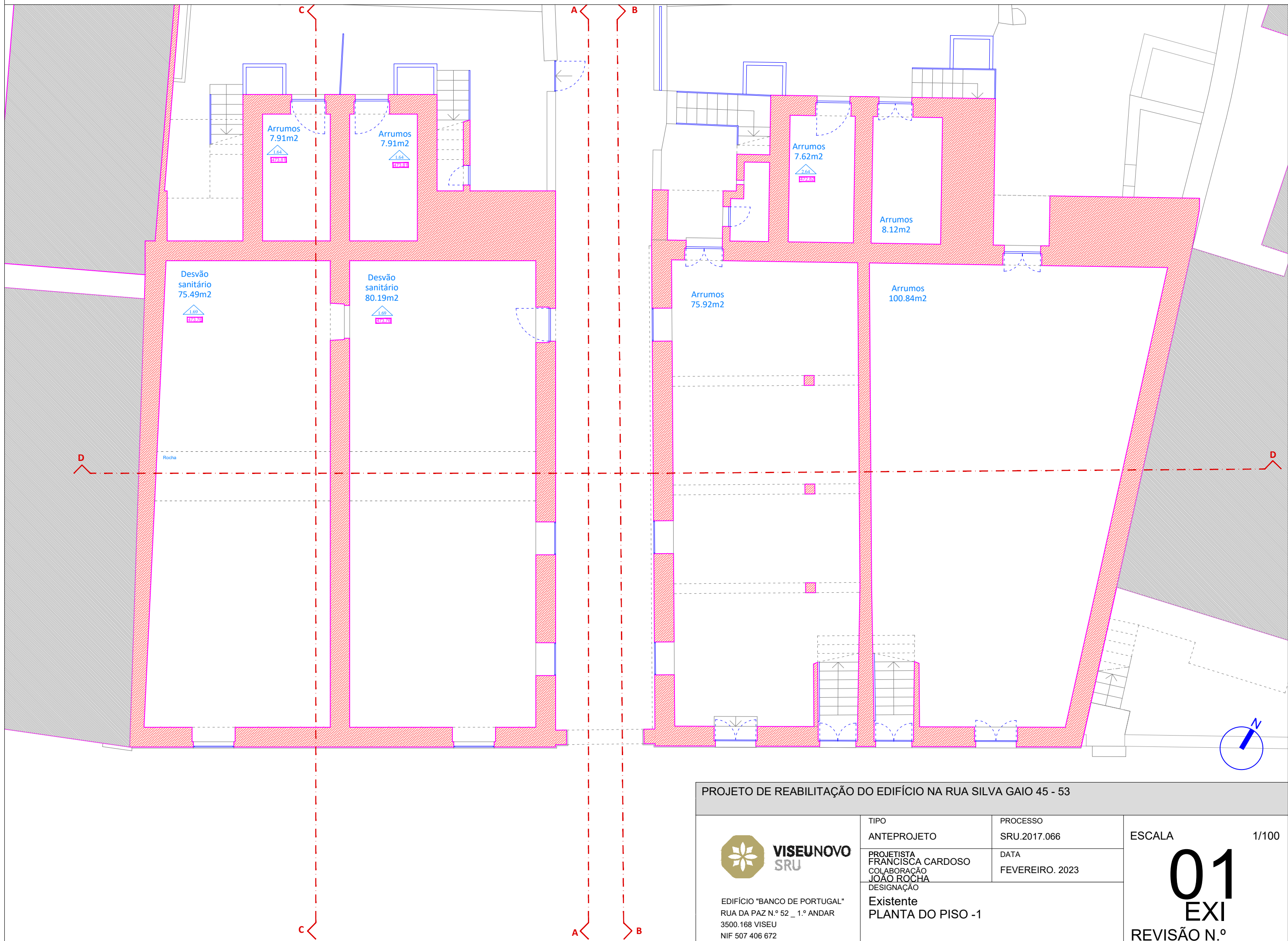
Portas (kWh)
Qsol,v EXT
285.71

Vãos Envidraçados (kWh)
Qsol,v EXT
2012.91

Ganhos Internos (kWh)
Qint,v
1816.06

ANEXO F

Planta Baixa, Alçados e Cortes da Edificação



PROJETO DE REABILITAÇÃO DO EDIFÍCIO NA RUA SILVA GAIO 45 - 53



EDIFÍCIO "BANCO DE PORTUGAL"
 RUA DA PAZ N.º 52 _ 1.º ANDAR
 3500.168 VISEU
 NIF 507 406 672

TIPO
 ANTEPROJETO

PROJETISTA
 FRANCISCA CARDOSO
 COLABORAÇÃO
 JOÃO ROCHA
 DESIGNAÇÃO

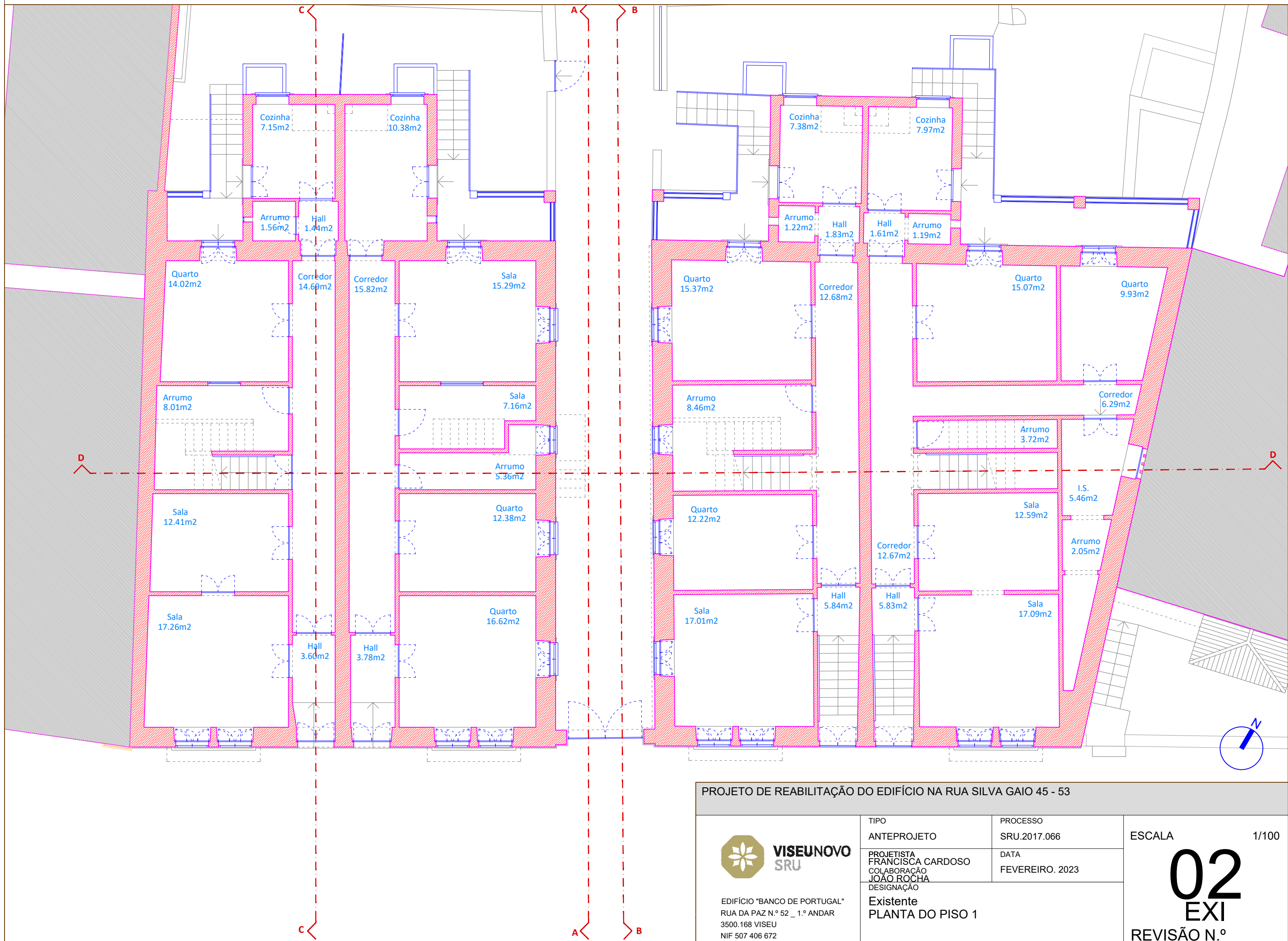
Existente
 PLANTA DO PISO -1

PROCESSO
 SRU.2017.066

DATA
 FEVEREIRO. 2023

ESCALA 1/100

01
 EXI
 REVISÃO N.º



PROJETO DE REABILITAÇÃO DO EDIFÍCIO NA RUA SILVA GAIO 45 - 53



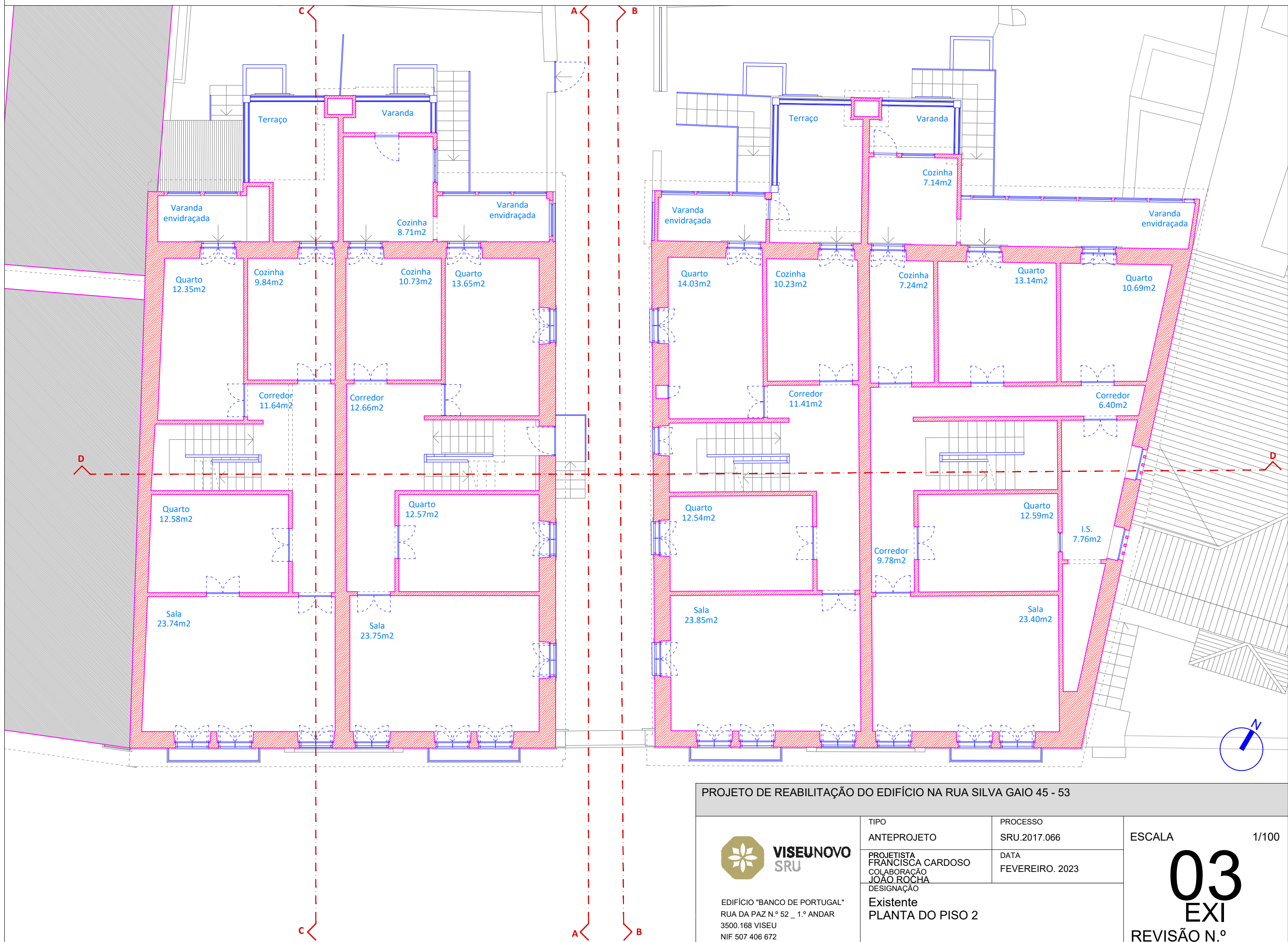
EDIFÍCIO "BANCO DE PORTUGAL"
 RUA DA PAZ N.º 52 _ 1.º ANDAR
 3500.168 VISEU
 NIF 507 406 672

TIPO
 ANTEPROJETO
 PROJETISTA
 FRANCISCA CARDOSO
 COLABORAÇÃO
 JOÃO ROCHA
 DESIGNAÇÃO
 Existente
 PLANTA DO PISO 1

PROCESSO
 SRU.2017.066
 DATA
 FEVEREIRO. 2023

ESCALA 1/100

02
 EXI
 REVISÃO N.º



PROJETO DE REABILITAÇÃO DO EDIFÍCIO NA RUA SILVA GAIO 45 - 53



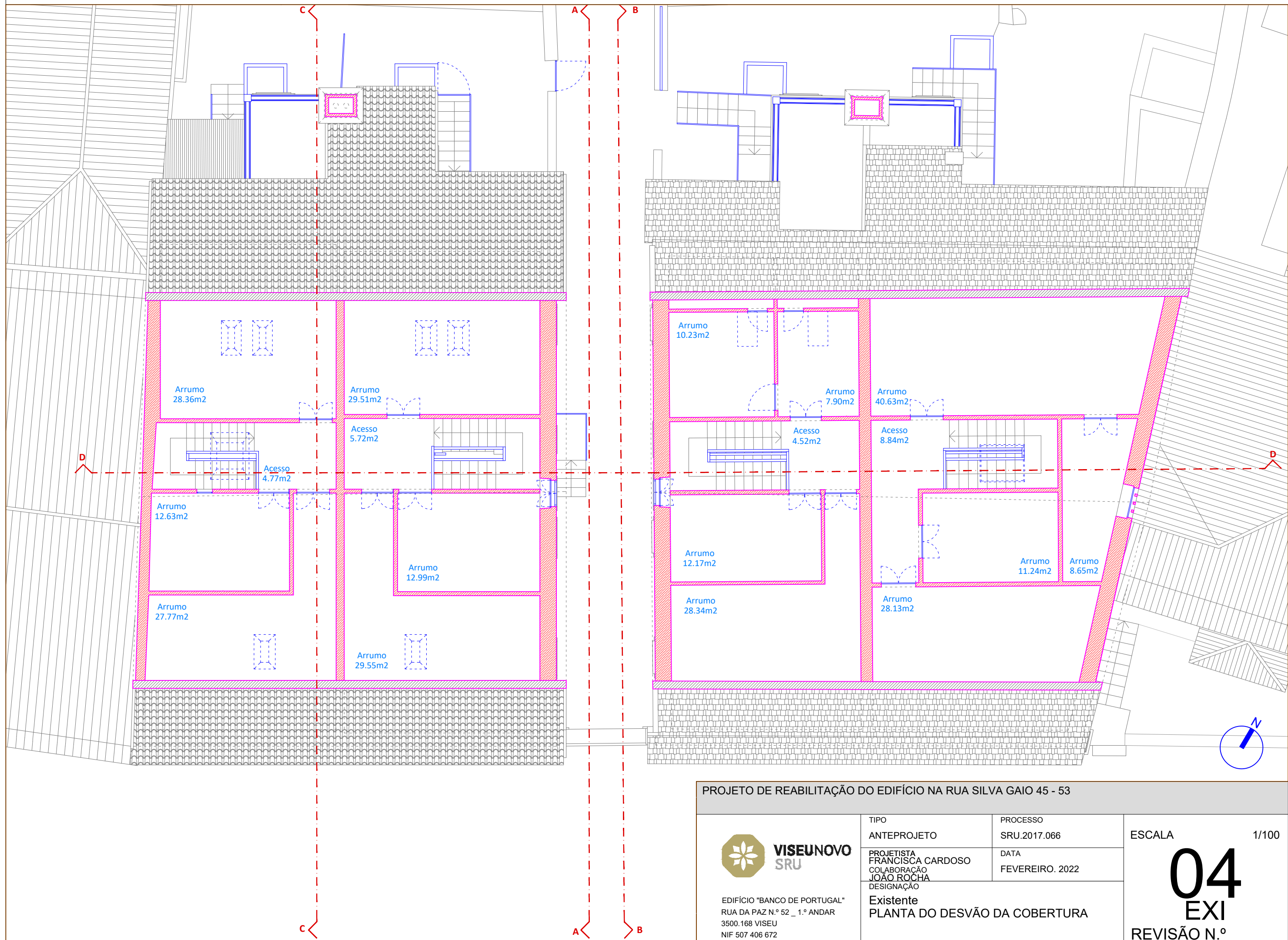
EDIFÍCIO "BANCO DE PORTUGAL"
 RUA DA PAZ N.º 52 _ 1.º ANDAR
 3500.168 VISEU
 NIF 507 406 672

TIPO
 ANTEPROJETO
 PROJETISTA
 FRANCISCA CARDOSO
 COLABORAÇÃO
 JOÃO ROCHA
 DESIGNAÇÃO
 Existente
 PLANTA DO PISO 2

PROCESSO
 SRU.2017.066
 DATA
 FEVEREIRO. 2023

ESCALA 1/100

03
 EXI
 REVISÃO N.º



PROJETO DE REABILITAÇÃO DO EDIFÍCIO NA RUA SILVA GAIO 45 - 53



EDIFÍCIO "BANCO DE PORTUGAL"
 RUA DA PAZ N.º 52 _ 1.º ANDAR
 3500.168 VISEU
 NIF 507 406 672

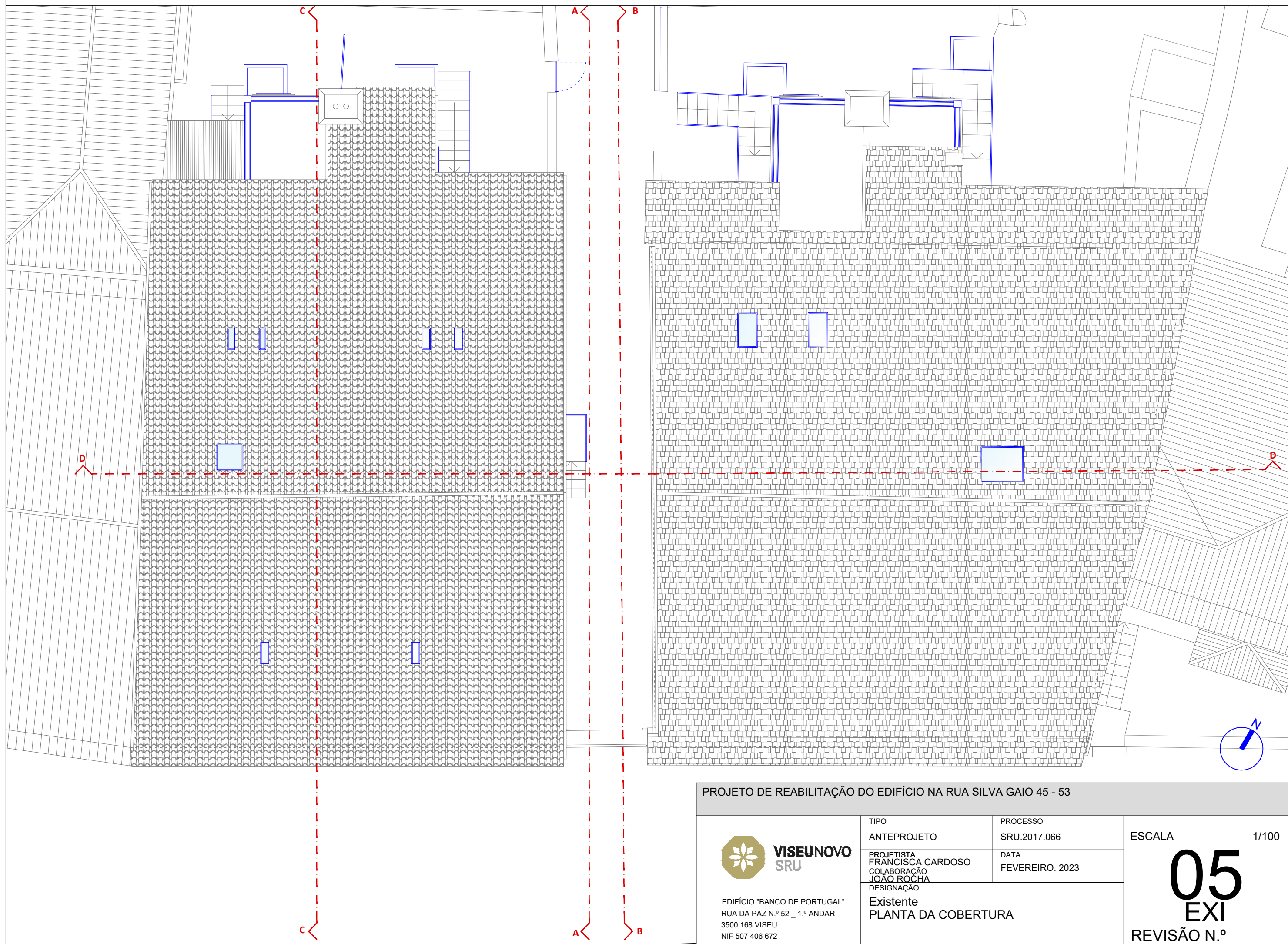
TIPO
 ANTEPROJETO
 PROJETISTA
 FRANCISCA CARDOSO
 COLABORAÇÃO
 JOÃO ROCHA
 DESIGNAÇÃO

Existente
 PLANTA DO DESVÃO DA COBERTURA

PROCESSO
 SRU.2017.066
 DATA
 FEVEREIRO. 2022

ESCALA 1/100

04
 EXI
 REVISÃO N.º



PROJETO DE REABILITAÇÃO DO EDIFÍCIO NA RUA SILVA GAIO 45 - 53



EDIFÍCIO "BANCO DE PORTUGAL"
 RUA DA PAZ N.º 52 _ 1.º ANDAR
 3500.168 VISEU
 NIF 507 406 672

TIPO
 ANTEPROJETO
 PROJETISTA
 FRANCISCA CARDOSO
 COLABORAÇÃO
 JOÃO ROCHA
 DESIGNAÇÃO

Existente
 PLANTA DA COBERTURA

PROCESSO
 SRU.2017.066
 DATA
 FEVEREIRO. 2023

ESCALA 1/100

05
 EXI
 REVISÃO N.º



PROJETO DE REABILITAÇÃO DO EDIFÍCIO NA RUA SILVA GAI0 45 - 53



EDIFÍCIO "BANCO DE PORTUGAL"
RUA DA PAZ N.º 52 _ 1.º ANDAR
3500.168 VISEU
NIF 507 406 672

TIPO
ANTEPROJETO
PROJETISTA
FRANCISCA CARDOSO
COLABORAÇÃO
JOÃO ROCHA
DESIGNAÇÃO

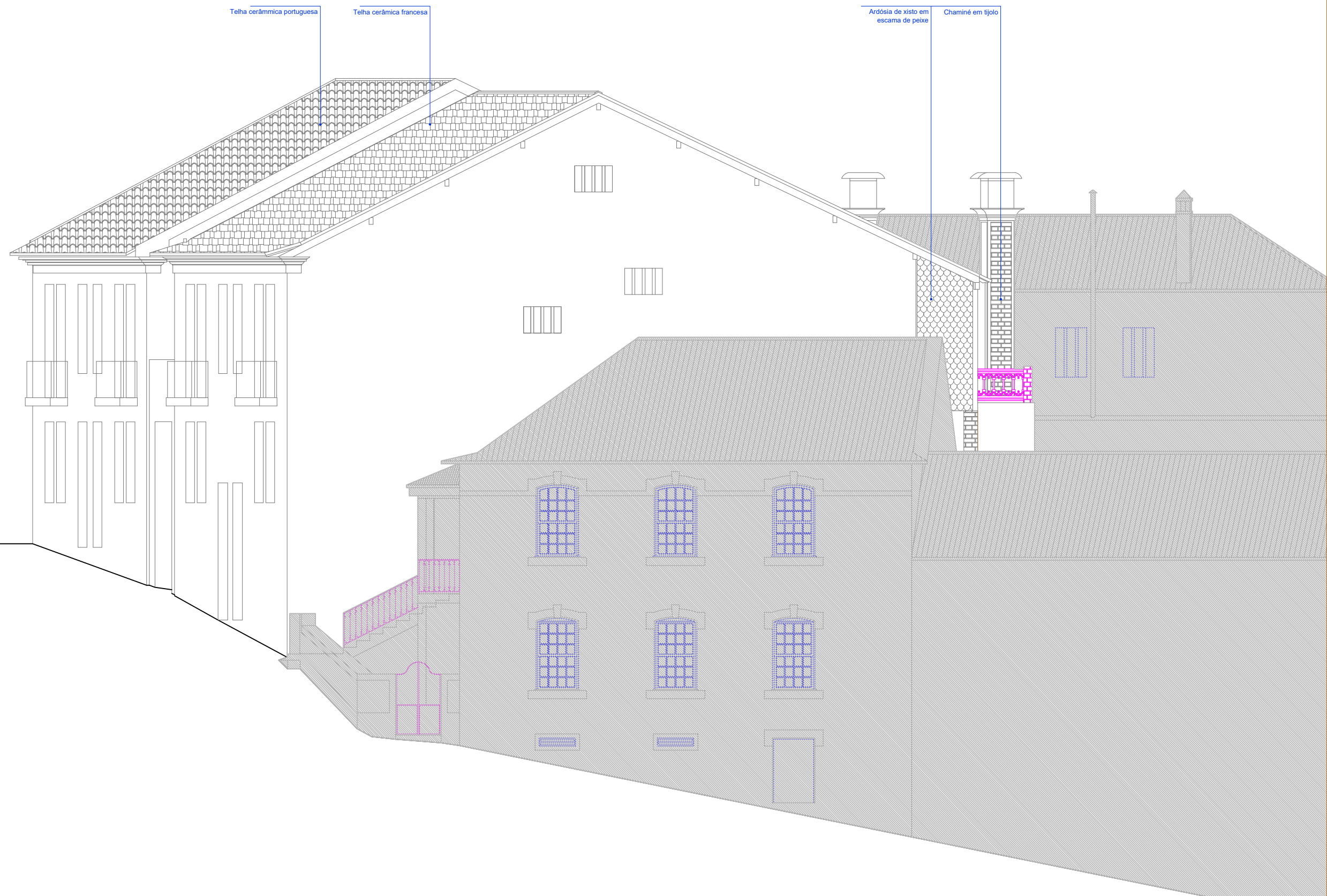
Existente
Alçado frontal - Rua Silva Gaio

PROCESSO
SRU.2017.066
DATA
NOVEMBRO. 2022

ESCALA 1/100

06
EXI
REVISÃO N.º

489.00
 488.00
 487.00
 486.00
 485.00
 484.00
 483.00
 482.00
 481.00
 480.00
 479.00
 478.00
 477.00
 476.00
 475.00
 474.00
 473.00
 472.00
 471.00



PROJETO DE REABILITAÇÃO DO EDIFÍCIO NA RUA SILVA GAIO 45 - 53



EDIFÍCIO "BANCO DE PORTUGAL"
 RUA DA PAZ N.º 52 _ 1.º ANDAR
 3500.168 VISEU
 NIF 507 406 672

TIPO
 ANTEPROJETO
 PROJETISTA
 FRANCISCA CARDOSO
 COLABORAÇÃO
 JOÃO ROCHA
 DESIGNAÇÃO
 Existente
 Alçado lateral direito

PROCESSO
 SRU.2017.066
 DATA
 NOVEMBRO. 2022

ESCALA 1/100

07
 EXI
 REVISÃO N.º



PROJETO DE REABILITAÇÃO DO EDIFÍCIO NA RUA SILVA GAIO 45 - 53



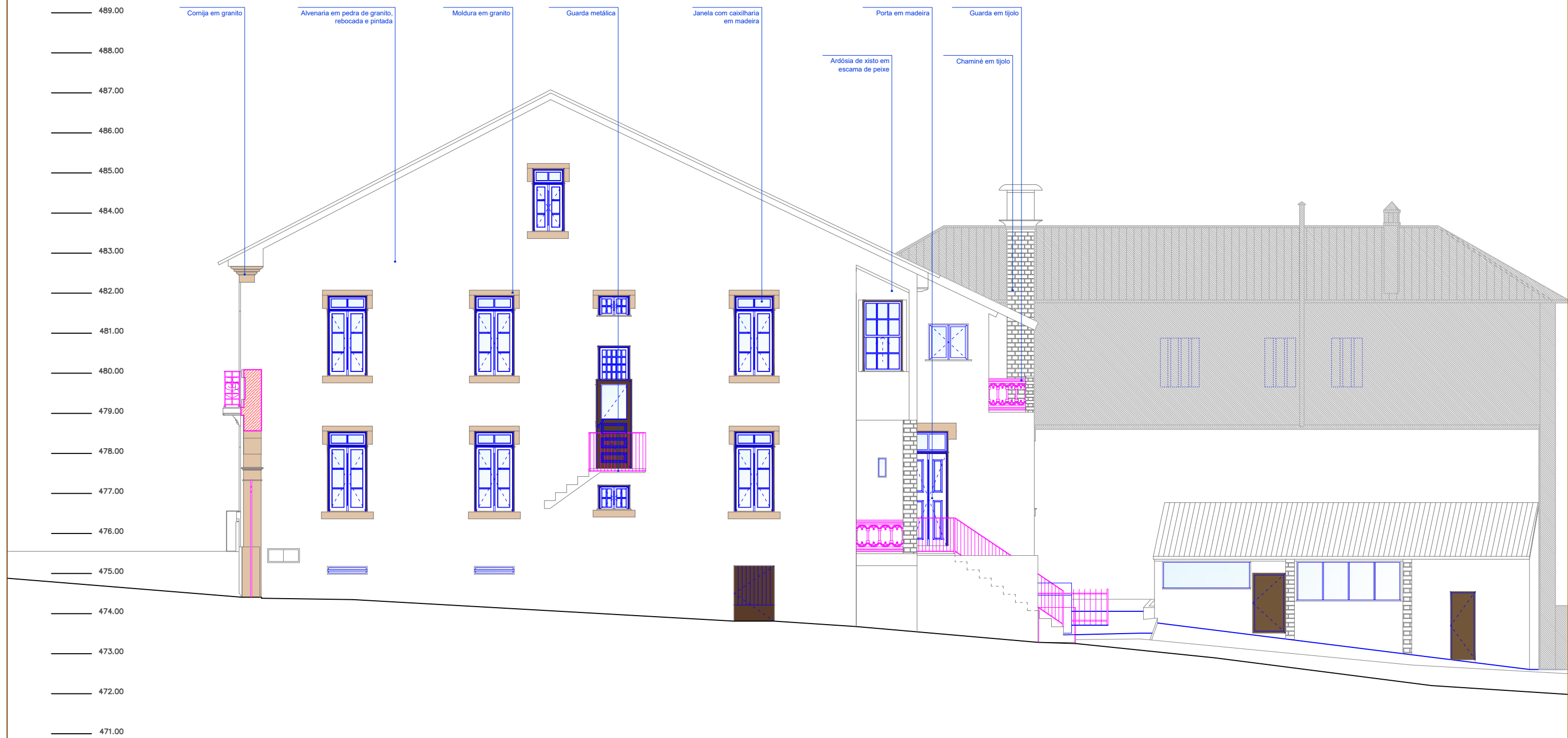
EDIFÍCIO "BANCO DE PORTUGAL"
 RUA DA PAZ N.º 52 _ 1.º ANDAR
 3500.168 VISEU
 NIF 507 406 672

TIPO
 ANTEPROJETO
 PROJETISTA
 FRANCISCA CARDOSO
 COLABORAÇÃO
 JOÃO ROCHA
 DESIGNAÇÃO
 Existente
 Alçado posterior

PROCESSO
 SRU.2017.066
 DATA
 NOVEMBRO. 2022

ESCALA 1/100

08
 EXI
 REVISÃO N.º



PROJETO DE REABILITAÇÃO DO EDIFÍCIO NA RUA SILVA GAIO 45 - 53



EDIFÍCIO "BANCO DE PORTUGAL"
 RUA DA PAZ N.º 52 _ 1.º ANDAR
 3500.168 VISEU
 NIF 507 406 672

TIPO
 ANTEPROJETO
 PROJETISTA
 FRANCISCA CARDOSO
 COLABORAÇÃO
 JOÃO ROCHA
 DESIGNAÇÃO

Existente
 Corte A

PROCESSO
 SRU.2017.066
 DATA
 FEVEREIRO. 2023

ESCALA 1/100

09
 EXI
 REVISÃO N.º



PROJETO DE REABILITAÇÃO DO EDIFÍCIO NA RUA SILVA GAIO 45 - 53



EDIFÍCIO "BANCO DE PORTUGAL"
 RUA DA PAZ N.º 52 _ 1.º ANDAR
 3500.168 VISEU
 NIF 507 406 672

TIPO
 ANTEPROJETO

PROJETISTA
 FRANCISCA CARDOSO
 COLABORAÇÃO
 JOÃO ROCHA
 DESIGNAÇÃO

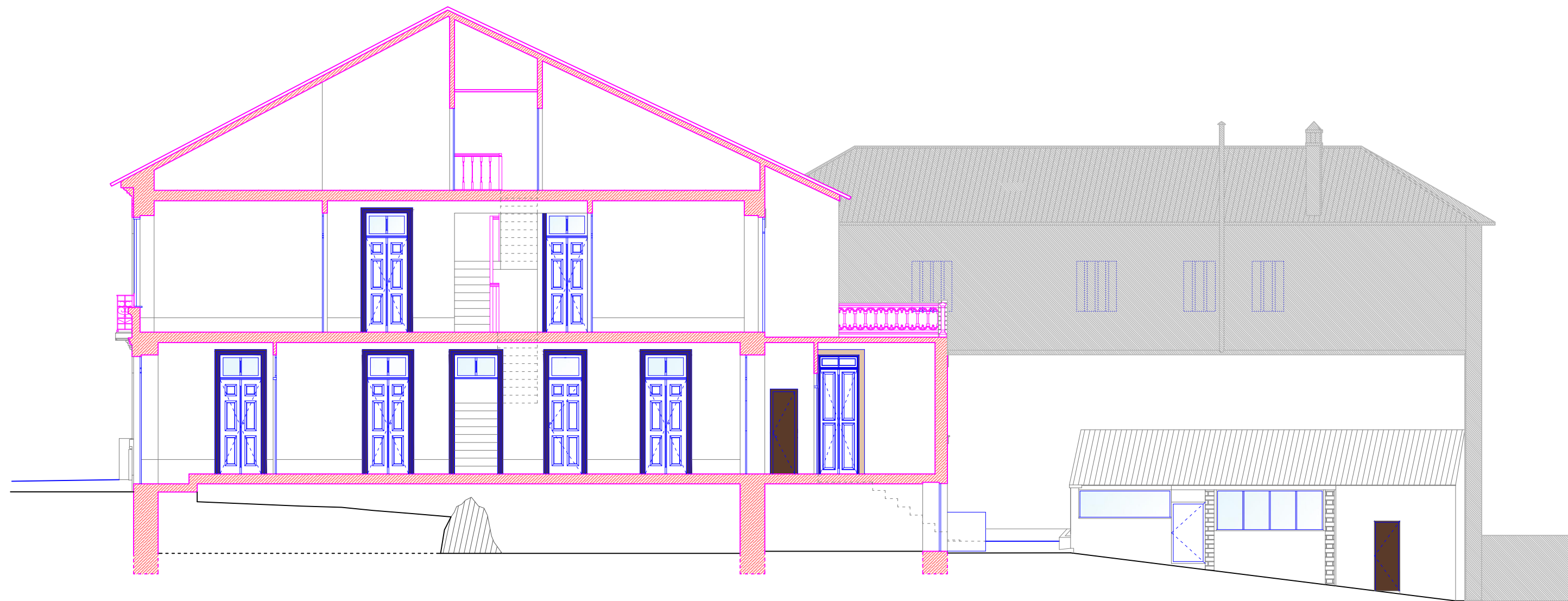
Existente
 Corte B

PROCESSO
 SRU.2017.066

DATA
 FEVEREIRO. 2023

ESCALA 1/100

10
 EXI
 REVISÃO N.º



PROJETO DE REABILITAÇÃO DO EDIFÍCIO NA RUA SILVA GAIO 45 - 53



EDIFÍCIO "BANCO DE PORTUGAL"
 RUA DA PAZ N.º 52 _ 1.º ANDAR
 3500.168 VISEU
 NIF 507 406 672

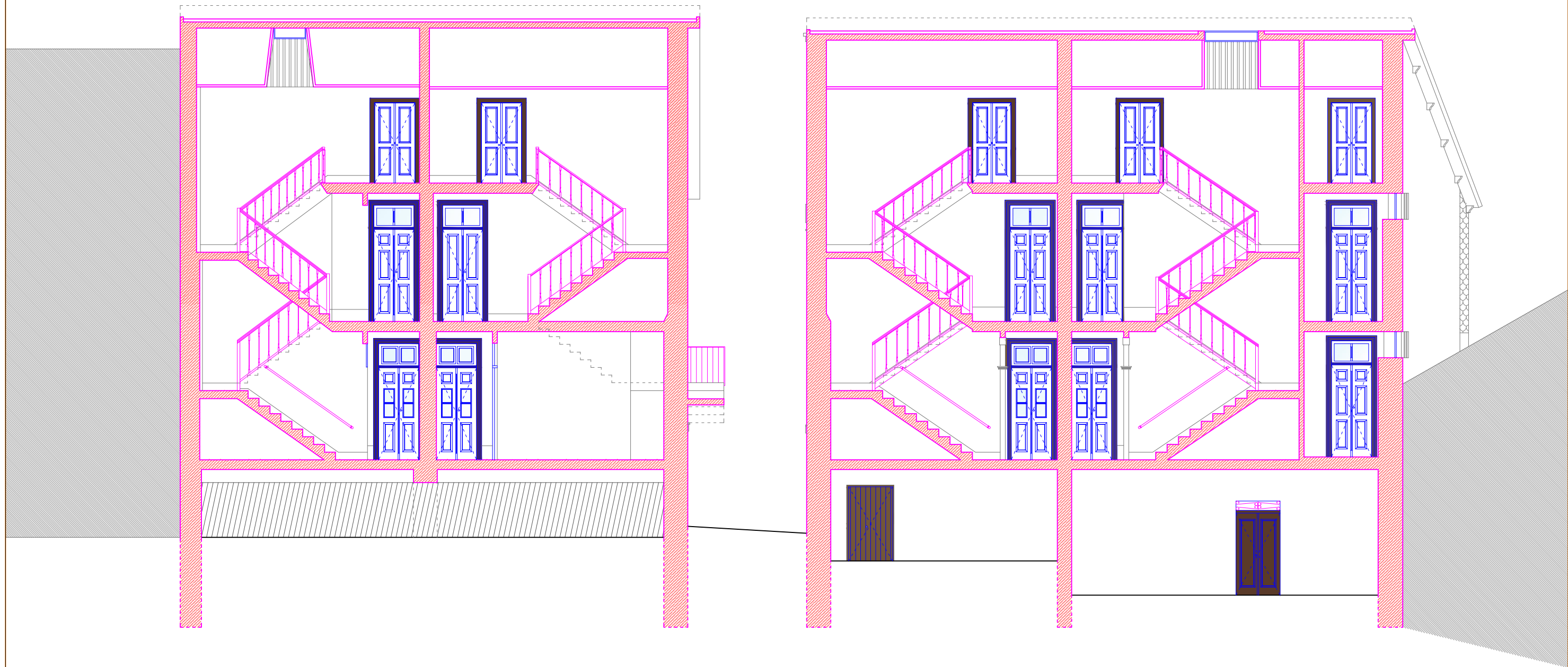
TIPO
 ANTEPROJETO
 PROJETISTA
 FRANCISCA CARDOSO
 COLABORAÇÃO
 JOÃO ROCHA
 DESIGNAÇÃO

Existente
 Corte C

PROCESSO
 SRU.2017.066
 DATA
 FEVEREIRO. 2023

ESCALA 1/100

11
 EXI
 REVISÃO N.º



PROJETO DE REABILITAÇÃO DO EDIFÍCIO NA RUA SILVA GAIO 45 - 53



EDIFÍCIO "BANCO DE PORTUGAL"
 RUA DA PAZ N.º 52 _ 1.º ANDAR
 3500.168 VISEU
 NIF 507 406 672

TIPO
 ANTEPROJETO

PROJETISTA
 FRANCISCA CARDOSO
 COLABORAÇÃO
 JOÃO ROCHA
 DESIGNAÇÃO

Existente
 Corte D

PROCESSO
 SRU.2017.066

DATA
 FEVEREIRO. 2023

ESCALA 1/100

12
 EXI
 REVISÃO N.º