



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Carlos Alberto Pereira Oliveira

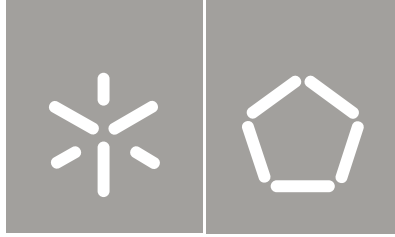
Auditoria Energética a um de Serviços
Existente: Museu Alberto Sampaio

Auditoria Energética a um de Serviços
Existente: Museu Alberto Sampaio

Carlos Alberto Pereira Oliveira

UMinho | 2012

Outubro de 2012



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Carlos Alberto Pereira Oliveira

Auditoria Energética a um de Serviços
Existente: Museu Alberto Sampaio

Tese de Mestrado
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao
Grau de Mestre em Engenharia Mecânica

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Pedro Alexandre Moreira Lobarinhas

Outubro de 2012

Agradecimentos

Venho por esse meio agradecer a toda a equipa de funcionários do Museu Alberto Sampaio, e em especial ao senhor José Luís Braga, pelo seu empenho e contributo prestado, que facilitou o desenvolvimento da dissertação.

Agradeço também ao meu tutor Engenheiro Pedro Lobarinhas pela sua prestação de conhecimento que foi imprescindível na realização da presente dissertação.

Dada a minha forte paixão por música não deixo de acrescentar, embora seja bizarro, aos meus agradecimentos a bandas como Led Zeppelin, Black Sabbath, Deep Purple, Metallica e Muddy Waters.

Resumo

Auditoria Energética a um Edifício de Serviços Existente: Museu Alberto Sampaio

Dado o aumento progressivo do consumo de energia a nível mundial e conseqüente emissão de GEE causadores do aquecimento global e alterações climáticas, o protocolo de Quioto impôs um tecto ao aumento da emissão destes. Os países signatários tiveram de tomar medidas e políticas para a redução da emissão destes gases em seu território. Estas medidas vão em encontro da directiva do Parlamento Europeu e do Conselho 2010/31/CE que apresenta os seguintes objectivos e motivações: Aumentar a Eficiência Energética nos Edifícios, responsáveis cerca por 40% dos consumos a nível Europeu (aproximadamente 29% da energia final e 62% da energia eléctrica em Portugal); Reduzir a dependência energética externa da União Europeia; Reduzir as Emissões de GEE; Protecção e melhor informação da população.

Pertencendo aos países signatários do protocolo de Quioto, Portugal, gerou várias políticas para reduzir as emissões de GEE e reduzir a dependência energética exterior. Dessas medidas destaca-se o Programa para a Eficiência Energética em Edifícios, do qual surgiu o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE) que alberga dois regulamentos: o RSECE e o RCCTE. Estes dois regulamentos apresentam os parâmetros que os edifícios novos e existentes devem preencher. O cumprimento dos regulamentos é efectuado pela imposição de um limite de consumo energético anual.

A tese presente visa a realização de uma auditoria energética a um grande edifício de serviços existente: Museu Alberto Sampaio. Tendo os objectivos seguintes:

- a) A caracterização geral da envolvente do edifício: identificação e caracterização das soluções construtivas da envolvente e seus impactos no comportamento térmico do mesmo.
- b) Identificação e caracterização de equipamentos energéticos.
- c) Discriminar os gastos energéticos pelos diferentes sectores comuns e avaliar os seus impactos na facturação energética.
- d) Simulação térmica dinâmica do edifício.
- e) Determinar a classe energética do edifício.
- f) Avaliação de possíveis medidas de melhoria dos consumos energéticos da fracção autónoma.

A realização da simulação térmica dinâmica do edifício realiza-se num programa desenvolvido pelo INETI denominado de STE-RCCTE facultado pela Universidade do Minho

Abstract

Energy Audit to a Services Existing Building: Museum Alberto Sampaio

Given the progressive increase of world energy consumption and consequent GHG emissions that cause global warming and climate change, the Kyoto Protocol imposed goals to reduce the emission of these. The signatory countries had to adopt policies to reduce emissions of these gases in owner's territory. These policies go in meeting the directive of the European Parliament and Council 2010/31/EC which has the following objectives and motivations: Increase energy efficiency in buildings, which account for about 40% of consumption at the European level (approximately 29% of final energy and 62% of electricity in Portugal); Reducing external energy dependence of the European Union; To reduce GHG emissions; Protection and better information to the population.

Like all countries that signed the Kyoto Protocol, Portugal generated several policies to reduce GHG emissions and reduce dependence on foreign energy. These policies highlight the Program for Energy Efficiency in Buildings, which emerged the National Energy Certification and Indoor Air Quality in Buildings (SCE) which houses two regulations: RSECE and RCCTE. These two regulations have the parameters that new and existing buildings must have. The Compliance of the regulations is done by imposing a limit on annual energy consumption.

This thesis aims the realization of an energy audit at large existing services building: Museum Alberto Sampaio. Having the following objectives:

- a) The general characterization of the building envelope: identification and characterization of constructive solutions of the envelope and its impact on the thermal behavior of the same.
- b) Identification and characterization of energy equipment.
- c) Details on the energy expenditure and assess their impacts on energy billing.
- d) Dynamic thermal simulation of the building.
- e) Determine the energy class of the building.
- f) Assessment of possible measures to improve energy consumption of building.

To perform the dynamic thermal simulation of the building is used a software developed by INETI called STE-RCCTE provided by University of Minho.

Índice

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice.....	ix
Lista de abreviaturas e siglas.....	xiii
Índice de figuras.....	xv
Índice de quadros.....	xix
1.Introdução.....	1
1.1.Enquadramento	1
1.2.Objectivos	2
1.3. Informação utilizada.....	3
2. Auditorias Energéticas a edifícios de serviços.....	5
2.1. Definição e objectivos.....	5
2.2.Tipos de auditorias.....	5
2.3. Legislação utilizada na realização da auditoria energética.....	6
3.Simulação dinâmica térmica e previsão dos consumos de energia do edifício.....	7
3.1.IEE (Indicador de Eficiência Energética)	9
4.Edifício.....	13
5.Localização do edifício.....	15
6.Descrição geral do edifício em estudo.....	17
6.1.Definição dos Espaços não úteis.....	28
6.2.Marcação da envolvente do edifício.....	33
7.Definição do sistema de AQS.....	41
8.Soluções construtivas	43
8.1.Elementos verticais (Paredes).....	44

8.2.Pavimentos	59
8.3.Coberturas	63
8.4.Vãos envidraçados	72
9.Perdas térmicas lineares	83
10.Cálculo da inercia térmica	85
11.Verificação dos requisitos mínimos de qualidade térmica da envolvente para o edifício.	89
12.Especificações gerais dos sistemas energéticos	93
12.1.Iluminação	94
12.2.Equipamentos.....	97
12.3.Síntese das potências de iluminação e equipamentos e respectivas densidades.....	98
12.4.Sistema de climatização.....	102
13.Determinação do IEE nominal e das máximas potências de climatização a instalar.....	105
13.2.Caudal de ar novo mínimo nominal e caudal de ar novo real.....	109
13.3.Dado de entrada e saída do programa RCCTE-STE no cálculo do IEE nominal e máximas potências de climatização a instalar	116
13.3.2.Dados de entrada da tipologia de museu e galerias	119
13.3.3.Dados de entrada da tipologia de escritórios.....	133
13.4.Dados de saída do programa RCCTE-STE	148
14.Classe energética do edifício.....	151
15.Cálculo IEE real facturado.....	153
16.Possíveis medidas de melhoria	157
16.1.Medidas de melhoria simuladas pelo IEE nominal.....	157
16.2.Medidas de melhoria aplicadas pelo IEE facturado.....	164
16.3.Medidas de melhoria gerais.....	165
17.Conclusão	167
Referências bibliográficas	169

Anexo A-Localização em planta das soluções construtivas.	173
Anexo B – Características dos vãos envidraçados. (Situação de inverno).....	189
Anexo C – Características dos vãos envidraçados. (Situação de verão)	193
Anexo D- Cálculos complementares á determinação do IEE nominal, IEE aq1 para a tipologia de Museus e Galerias.....	197
Anexo E- Cálculos complementares á determinação do IEE nominal, IEE arr1 para a tipologia de Museus e Galerias.....	203
Anexo F- Cálculos complementares á determinação do IEE nominal, IEE aq1 para a tipologia de Escritórios.	207
Anexo G- Cálculos complementares á determinação do IEE nominal, IEE arr1 para a tipologia de Escritórios	210

Lista de abreviaturas e siglas

GEE- Gases de Efeito de Estufa

CE- Comunidade Europeia

SCE- Sistema de Certificação Energética e Qualidade do Ar Interior em Edifícios

RCCTE- Regulamento de Caracterização do Comportamento Térmico em Edifícios

RSECE- Regulamento de Sistemas Energéticos e climatização em Edifícios.

ADENE- Agência para a Energia.

DGEG- Direcção Geral da Economia e Geologia.

INETI- Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação

IEE- Índice de Eficiência Energética

APA- Agência Portuguesa do Ambiente

AQS- Águas Quentes sanitárias

M_{AQS}- Consumo total diário de AQS

EU- Espaço Útil

ENU- Espaço Não Útil

A- Área do elemento que separa o espaço útil do espaço não útil

A_{ir}- Área do elemento que separa o espaço não útil do ambiente exterior

LNEC- Laboratório Nacional de Engenharia Civil

N_{ic}- Necessidades de aquecimento calculadas.

N_{vc}- Necessidades de arrefecimento calculadas.

N_{re}- Necessidades de energia primária calculadas.

QAI- Qualidade de Ar Interior

Índice de figuras

Figura 1-Circuito de analogia reo-elétrico utilizado pelo programa RCCT-STE. [2].....	7
Figura 2-Vários tipos de IEE e sua utilização. [4].....	10
Figura 3- Museu Alberto Sampaio	13
Figura 4-Alçado Sul. (sem escala)	17
Figura 5- Alçado Oeste. (Sem escala).....	18
Figura 6- Alçado Este. (Sem escala)	18
Figura 7- Alçado Norte. (Sem escala)	18
Figura 8- Planta d Rés-do-Chão. (Sem legenda)	19
Figura 9- Planta do 1ºAndar. (Sem escala).....	20
Figura 10- Planta do 2ºAndar. (Sem escala).....	21
Figura 11- Planta do sótão. (Sem escala)	22
Figura 12- Planta da cobertura. (Sem escala).....	23
Figura 13- Corte C-D.....	24
Figura 14-Corte A-B.	24
Figura 15- Corte G-H.....	25
Figura 16- Corte E-F.	25
Figura 17- Corte I-J.....	25
Figura 18- Corte K-L. (medida em metros)	26
Figura 19- Legenda de ENU e EU.....	28
Figura 20- Identificação na planta do Rés-do-chão os ENU e EU.	28
Figura 21- Identificação na planta do 1ºAndar os ENU e EU.	29
Figura 22- Identificação na planta do 2ºAndar os ENU e EU.	29
Figura 23- Identificação no Corte A-B os ENU e EU.....	30
Figura 24- Identificação na planta do Sótão os ENU e EU.	30
Figura 25- Identificação no Corte G-H os ENU e EU.....	31
Figura 26-Identificação no Corte I-J os ENU e EU.	31
Figura 27 Identificação no Corte E-F os ENU e EU.....	31
Figura 28-Marcação da envolvente Rés-do-Chão- (Sem escala)	33
Figura 29-Marcação da envolvente do 1ºAndar. (Sem escala).....	34
Figura 30- Marcação da evolvente do 2ºAndar. (Sem escala).....	34

Figura 31- Marcação da envolvente do Sótão. (Sem escala).....	35
Figura 32- Marcação dos pavimentos do Rés-do-chão. (Sem escala).....	35
Figura 33- Marcação dos pavimentos do 1ºAndar. (Sem escala).....	36
Figura 34- Marcação dos pavimentos do 2ºAndar. (Sem escala).....	36
Figura 35- Marcação dos pavimentos do Sótão. (Sem escala).....	37
Figura 36- Marcação da envolvente no Corte A-B. (Sem escala).....	37
Figura 37- Marcação da envolvente no Corte C-D. (Sem escala).....	38
Figura 38 Marcação da envolvente no Corte E-F. (Sem escala).....	38
Figura 39 Marcação da envolvente no Corte G-H. (Sem escala).....	38
Figura 40 Marcação da envolvente no Corte I-J. (Sem escala).....	39
Figura 41- Localização do sistema de produção de AQS.	42
Figura 42- Esquema representativo da solução construtiva P1.....	45
Figura 43- Esquema representativo da solução construtiva P2.....	46
Figura 44- Esquema representativo da solução construtiva P3.....	47
Figura 45-Esquema representativo da solução construtiva P5.....	48
Figura 46-Esquema representativo da solução construtiva P5.....	49
Figura 47-Esquema representativo da solução construtiva P6.....	50
Figura 48- Esquema representativo da solução P7.	51
Figura 49- Esquema representativo da solução construtiva P8.....	52
Figura 50- Esquema representativo da solução construtiva P9.....	53
Figura 51-Esuqema representativo da solução construtiva P10.....	54
Figura 52-Esquema representativo de P11.....	55
Figura 53- Esquema representativo de P12.....	56
Figura 54-Esquema representativo de P13.....	57
Figura 55- Esquema representativo de PTP1 em P1.....	58
Figura 56- Esquema representativo de PTP 2.....	59
Figura 57-Esquema representativo de PS1.....	60
Figura 58- Esquema representativo de PS2.....	61
Figura 59-Esquema representativo de PS3.....	62
Figura 60- Esquema representativo de Pa1.....	63
Figura 61-Esquema representativo de C1.....	64
Figura 62-Esquema representativo de C2.....	65

Figura 63- Esquema representativo de C3.....	66
Figura 64-Esquema representativo de C4.....	67
Figura 65- Esquema representativo de C5.....	68
Figura 66- Esquema representativo de C6.....	69
Figura 67- Esquema representativo de C7.....	70
Figura 68- Esquema representativo de C8.....	71
Figura 69- Localização dos diferentes vãos envidraçados na planta do Rés-do-chão. (Sem escala).....	73
Figura 70- Localização dos diferentes vãos envidraçados na planta do 1ºAndar. (Sem escala).....	74
Figura 71- Localização dos diferentes vãos envidraçados na planta do 2ºAndar. (Sem escala).....	75
Figura 72- Localização dos diferentes vãos envidraçados na planta do Sótão. (Sem escala)	76
Figura 73- Análise percentual das potências de iluminação para a tipologia Museu e Galeria	99
Figura 74- Análise percentual das potências de iluminação para a tipologia Escritórios	101
Figura 75-Dados gerais de entrada no programa RCCTE-STE.....	117
Figura 76-Sistema de climatização usado na simulação nominal.	118
Figura 77- Caracterização do espaço referente á tipologia de Museus e galerias.	119
Figura 78-Dados de ocupação pré-definidos.	120
Figura 79- Dados de iluminação pré-definidos.	121
Figura 80- Dados de equipamento pré-definidos.	122
Figura 81- Dados de ventilação pré-definidos.....	123
Figura 82 Dados de aquecimento pré-definidos.....	124
Figura 83- Dados de ocupação definidos pelo utilizador.....	125
Figura 84 Dados de iluminação definidos pelo utilizador.....	126
Figura 85- Dados de equipamento definidos pelo utilizador.	127
Figura 86- Dados de ventilação definidos pelo utilizador.	128
Figura 87- Dados de aquecimento definidos pelo utilizador.....	129
Figura 88- Dados de arrefecimento definidos pelo utilizador.	130
Figura 89- Dados de AQS.....	131
Figura 90-Dados de outros consumos.	132
Figura 91-Dados das características gerais para a tipologia de escritórios.....	133
Figura 92- Dados de ocupação pré-definidos pelo utilizador.	134
Figura 93- Dados de iluminação pré-definidos pelo utilizador.	135
Figura 94- Dados de equipamento pré-definidos pelo utilizador.....	136

Figura 95- Dados de ventilação pré-definidos pelo utilizador.	137
Figura 96- Dados de aquecimento pré-definidos pelo utilizador.	138
Figura 97- Dados de arrefecimento pré-definidos pelo utilizador.	139
Figura 98- Dados de ocupação definidos pelo utilizador.	140
Figura 99- Dados de iluminação definidos pelo utilizador.	141
Figura 100- Dados de equipamento definidos pelo utilizador.	142
Figura 101- Dados de ventilação definidos pelo utilizador.	143
Figura 102- Dados de aquecimento definidos pelo utilizador.	144
Figura 103- Dados de arrefecimento definidos pelo utilizador.	145
Figura 104- Dados de AQS.	146
Figura 105- Dados de outros consumos.	147
Figura 106- Discriminação dos IEE nominais para a tipologia Museus e galerias. (resultados directos do programa RCCTE-STE).....	148
Figura 107- Discriminação dos IEE nominais para a tipologia escritórios (resultados directos do programa RCCTE-STE)	148
Figura 108- Discriminação de consumos nominais do edifício em percentagem.....	149
Figura 109- Processo de cálculo para determinar a classe energética do edifício. [7].....	152
Figura 110- Consumos reais dos diferentes sectores energéticos do edifício em percentagem.	156

Índice de quadros

Quadro 1-Dados climáticos.....	15
Quadro 2-Legenda da figura 2.....	19
Quadro 3-Legenda da figura 7.....	20
Quadro 4- Legenda da figura 8.	21
Quadro 5-Legenda da figura 9.....	22
Quadro 6- Áreas e pés-direitos do Rés-do-chão	26
Quadro 7-Área e pé-direito por compartimento do 2ºAndar.....	27
Quadro 8-Área e pé-direito por compartimento do 1ºAndar.....	27
Quadro 9- Área e pé-direito por compartimento do Sótão.....	27
Quadro 10-Coefficientes τ dos ENU do edifício.....	32
Quadro 11- Características do equipamento de AQS. [11]	41
Quadro 12- Caracterização da solução construtiva P1.....	44
Quadro 13- Caracterização da solução construtiva P2.....	45
Quadro 14- Caracterização da solução construtiva P3.....	46
Quadro 15- Caracterização da solução construtiva P4.....	47
Quadro 16- Caracterização da solução construtiva P5.....	48
Quadro 17- Caracterização da envolvente P6.....	49
Quadro 18- Caracterização da solução construtiva P7.....	50
Quadro 19- Caracterização da solução construtiva P8.....	51
Quadro 20- Caracterização da solução construtiva P9.....	52
Quadro 21- Caracterização da solução construtiva P10.....	53
Quadro 22- Caracterização de P11.....	54
Quadro 23- Caracterização de P12.....	55
Quadro 24- Caracterização de P13.....	56
Quadro 25- Caracterização de PTP1 Em P1.....	57
Quadro 26- Caracterização de PTP2 em P1.....	58
Quadro 27- Caracterização de PS1.....	59
Quadro 28- Caracterização de PS2.....	60
Quadro 29- Caracterização de PS3.....	61

Quadro 30- Caracterização de Pa1.....	62
Quadro 31- Caracterização de C1.....	63
Quadro 32- Caracterização de C2.....	64
Quadro 33- Caracterização de C3.....	65
Quadro 34- Caracterização de C4.....	66
Quadro 35- Caracterização de C5.....	67
Quadro 36- Caracterização de C6.....	68
Quadro 37- Caracterização de C7.....	70
Quadro 38- Caracterização de C8.....	71
Quadro 39- Caracterização dos vãos envidraçados V1 a V10.....	77
Quadro 40- Caracterização dos vãos envidraçados V11 a V17.....	78
Quadro 41- Caracterização dos vãos envidraçados V18 a V27.....	79
Quadro 42- Caracterização dos vãos envidraçados V28 a V37.....	80
Quadro 43- Caracterização dos vãos envidraçados V38 a V43.....	81
Quadro 44- Caracterização dos vãos envidraçados V44 a V51.....	82
Quadro 45- Classe da inércia térmica interior. (adaptado do quadro VII.6 do RCCTE [3]).....	85
Quadro 46- Cálculo da inércia térmica do edifício.....	86
Quadro 47- Inércia térmica calculada.....	87
Quadro 48- Verificação dos requisitos mínimos dos vãos envidraçados.....	90
Quadro 49- Verificação dos requisitos mínimos da envolvente opaca.....	91
Quadro 50- Área referente às diferentes tipologias do edifício.....	93
Quadro 51- Potência de iluminação dos espaços 1,2,3,6,7,8,9.....	94
Quadro 52- Potências de iluminação dos espaços 27,28,29 e 30.....	95
Quadro 53- Potências de iluminação dos espaços 10,11,12,13,14,15,16,17,18 e 19.....	95
Quadro 54- Potências de iluminação do edifício para a tipologia de escritórios.....	96
Quadro 55- Potências dos equipamentos do edifício da tipologia Museu e galeria.....	97
Quadro 56- Potências dos equipamentos do edifício da tipologia Escritórios.....	98
Quadro 57- Densidade de iluminação para a tipologia: Museu e galeria.....	99
Quadro 58- Síntese da iluminação da tipologia museu e galeria.....	99
Quadro 59- Síntese da iluminação da tipologia escritórios.....	100
Quadro 60- Densidade de iluminação para a tipologia escritórios.....	100
Quadro 61- Síntese de potências de iluminação dos ENU para as diferentes tipologias.....	101

Quadro 62-Síntese das potências de equipamentos e densidade de equipamento pelas diferentes tipologias.	102
Quadro 63- Sistema de aquecimento das salas de Museu.....	103
Quadro 64-Caudal nominal de ar novo para a tipologia Museu e galeria.....	111
Quadro 65-Caudal nominal mínimo de ar novo para a tipologia de Escritórios.....	112
Quadro 66-Altura média da fachada do edifício.	113
Quadro 67-Informações sobre a ventilação natural do edifício.....	114
Quadro 68- Valor do caudal de ar infiltrado da fachada do edifício por meios naturais.....	115
Quadro 69-Potência eléctrica da ventilação mecânica do edifício para a simulação nominal.....	115
Quadro 70- IEE nominal do edifício.	149
Quadro 71-IEE e factor S de referência do edifício.	151
Quadro 72-Classe energética do edifício.....	152
Quadro 73-Energia eléctrica total facturada ao longo do ano de 2011 pelo edifício.	153
Quadro 74-IEE facturado.	154
Quadro 75- Perfil real de consumo de energia no sector da iluminação e no sector de aquecimento.....	155
Quadro 76- Dados de apoio aos cálculos do quadro 75.....	155
Quadro 77-Energia eléctrica total consumida por ano nos diferentes sectores do edifício.	155
Quadro 78 IEE nominal do edifício segundo a simulação 3.....	159
Quadro 79- IEE nominal do edifício segundo a simulação 2.....	159
Quadro 80- IEE nominal do edifício segundo a simulação 4.....	159
Quadro 81- IEE nominal do edifício segundo a simulação 5.....	160
Quadro 82- IEE nominal do edifício segundo a simulação 6.....	160
Quadro 83- IEE nominal do edifício segundo a simulação 7.....	160
Quadro 84- - IEE nominal do edifício segundo a simulação 9.....	161
Quadro 85- IEE nominal do edifício segundo a simulação 8.....	161
Quadro 86-PRS das medidas de melhoria propostas.	162
Quadro 87-PRS calculados para as simulações 8 e 9.....	163
Quadro 88-PRS das medidas de melhoria aplicadas ao IEE facturado.....	164

*Esta tese é dedicada
a ninguém.*

1.Introdução

1.1.Enquadramento

A dependência de energias fósseis ainda é uma forte realidade no estado social actual de países desenvolvidos e em vias de desenvolvimento. Como é sabido as reservas de energias fósseis tendem a acabar o que gera um problema à sociedade caso não encontre soluções energéticas alternativas.

A queima de combustíveis fósseis causa impactos negativos no meio ambiente, sobretudo a alteração climática causada pelos GEE. Os GEE têm a particularidade de absorverem parte da radiação solar emitida pela superfície terrestre, impedindo a sua libertação e conseqüente aquecimento global, isto é, o aumento da temperatura média da superfície terrestre.

O aumento da temperatura média da superfície terrestre tem como conseqüências as alterações climáticas que influencia a fauna e flora, alterando a actividade natural dos seres vivos, estas alterações poderão ter fortes impactos negativos na vida tal como é vista presentemente.

É uma realidade que o aumento da qualidade de vida é significado de um aumento do consumo de energia " *per capita*". Esta pequena realidade influencia todo um sistema económico e social devido ao aumento do consumo de um bem limitado, reflectindo-se na procura energética actual pelos países e seus preços exageradamente altos em algumas economias tal como a Portuguesa.

Atendendo aos problemas supra citados, começou-se a questionar o uso excessivo de energia, tanto por necessidades económicas, social ou ambiental. Em Portugal a energia tem sido um factor económico negativo devido à sua dependência de energias fósseis, reflectindo-se na qualidade de vida dos Portugueses relativamente a outros países desenvolvidos. Em 2000 presenciamos uma subida significativa do preço das energias primárias que mantêm esta tendência progressiva ate a presente data, sendo um aspecto que "sufoca" a economia e qualidade de vida dos Portugueses.

Estudos apontam para que a concentração de CO₂ na atmosfera aumenta-se cerca de 25% desde a revolução industrial, tudo isto devido à combustão de energias fósseis e desflorestação para matéria-prima e combustível.

Planos, medidas e políticas têm vindo a ser desenvolvidas e optimizadas no campo da eficiência energética de maneira a combater e minimizar o mau uso de um bem tão precioso como a energia. O protocolo de Quioto, discutido desde 1997, acordou motivações e patamares máximos às emissões de GEE a um grupo vasto de países signatários de todo o mundo.

A nível nacional desenvolveram-se vários programas para a redução de GEE, sendo o primeiro programa para este efeito aprovado pelo governo em 2004 e denominado de Plano Nacional para as Alterações Climáticas – PNAC, este plano tem sido revisto e tem como objectivo controlar e reduzir as emissões de GEE de modo a respeitar os compromissos de Portugal com o protocolo de Quioto.

Um outro plano de destaque realizado e elaborado pela Comissão Europeia denomina-se de “Pacote Verde”, tendo como objectivo incentivar e motivar os 27 estados membros da União Europeia a reduzir em 20% as emissões de CO₂ e consumo de energia, e produzir 20% da energia total consumida a partir de energias alternativas até 2020.

Um sector que consome grandes quantidades de energia é o dos edifícios, o que tornou necessário gerar políticas e medidas para o uso eficiente de energia e conseqüente minimização de emissões de GEE. Em Portugal, no ano de 2001, realizou-se o Programa para a Eficiência Energética em Edifícios, juntamente o SCE e dois importantes regulamentos no sector energético dos edifícios: RCCTE e RSECE.

É apontado por alguns estudos que o sector dos edifícios se responsabiliza pelo consumo de 40% de energia final na Europa, apontando que será possível reduzir este consumo em 50%. O panorama nacional aponta para o consumo de 28% de energia final, e 60% de energia eléctrica por parte dos edifícios.

A presente tese baseia-se na utilização do SCE e nos regulamentos RCCTE e RSECE para a realização de uma auditoria energética completa de um grande edifício de serviços, localizado no centro Histórico de Guimarães, nomeadamente o Museu Alberto Sampaio.

1.2.Objectivos

Os objectivos definidos na presente tese discriminam-se assim:

1. Levantamento dimensional do edifício.
2. Caracterização da envolvente do edifício.
3. Identificação dos diversos equipamentos consumidores de energia.
4. Simulação dinâmica do comportamento térmico do edifício.
5. Determinação do IEE facturado, IEE nominal e classe energética do edifício.
6. Estudo da viabilidade económica de eventuais medidas de melhoria da eficiência energética do edifício.

1.3. Informação utilizada

A informação utilizada na realização da tese foi recolhida no local por observação, por conversação com os funcionários responsáveis, pelos ficheiros CAD do museu, facturas e projectos do edifício.

2. Auditorias Energéticas a edifícios de serviços

No presente capítulo são abordados os conceitos gerais sobre auditorias energéticas e legislação relacionada com edifícios de serviços.

2.1. Definição e objectivos

Uma auditoria energética é entendida como uma análise detalhada da utilização de energia no edifício. A auditoria permite conhecer onde, quando e de que maneira a energia é utilizada, perdas e ganhos pela envolvente, eficiência e estado dos equipamentos que utilizam energia assim como as renovações de ar e pedras térmicas associadas.

Como objectivos gerais as auditorias a edifícios pretendem:

1. Levantamento das características dimensionais e soluções construtivas.
2. Levantamento das características dos sistemas energéticos instalados;
3. Quantificar e discriminar os consumos energéticos por tipologia. (Aquecimento, arrefecimento, iluminação, equipamentos, outros.)
4. Realizar uma simulação dinâmica térmica e cálculo do IEE nominal.
5. Determinação da classe energética da fracção.
6. Calcular o IEE facturado e se necessário o IEE real simulado.
7. Identificação de oportunidades de melhoria e definição de estratégias de intervenção.
8. Análise técnico-económica das medidas de melhoria a considerar.

2.2. Tipos de auditorias

Genericamente existem dois tipos de auditorias a realizar a edifícios de serviços, que atendem ao fim a que a auditoria se destina, Auditoria simples e Auditoria Completa.

Auditoria simples: Consiste em analisar as facturas, calcular do IEE facturado e comparar este com o IEE de referência publicado no RSECE [2], para a tipologia do edifício. Caso o IEE facturado seja superior ao IEE de referência, identificam-se oportunidades de melhoria energética e definem-se estratégias de intervenção

Auditoria completa: Consiste em realizar o levantamento dimensional e das soluções construtivas do edifício, das características dos sistemas energéticos instalados, na discriminação e medição de consumos energéticos por tipologia, na Realização da simulação dinâmica térmica, cálculo do IEE nominal, real e facturado, determinação da classe energética e caso um dos IEE estar superior ao IEE de referência postado no RSECE [2], identificam-se oportunidades de melhoria energética e definem-se estratégias de intervenção assim como a Análise técnico-económica das medidas de melhoria a considerar.

2.3. Legislação utilizada na realização da auditoria energética.

A presente tese utiliza como legislação o SCE [1], o RSECE [2] o RCCTE [3] o despacho n.º 10250/2008 Modelo dos Certificados de Desempenho Energético e da Qualidade do Ar Interior. 8 de Abril de 2008 [7].

Torna-se fundamental para a compreensão desta tese saber e compreender os decretos-lei supracitados, assim como as publicações da ADENE de perguntas e respostas correspondentes a cada um dos decretos de lei. A maioria dos processos de cálculo e alguns dados pertencem aos decretos-lei 78,79 e 80 de 2006 e não serão alvo de explicação na tese, partindo do pressuposto que o leitor terá estes regulamentos como apoio á leitura e entenderá sobre os mesmos.

3.Simulação dinâmica térmica e previsão dos consumos de energia do edifício.

A simulação dinâmica térmica e a previsão dos consumos de energia do edifício são calculadas na presente tese com o programa RCCTE-STE versão 2.3. Este programa permite-nos calcular o IEE nominal do edifício e as máximas potências de climatização a instalar no edifício. O seu funcionamento " *baseia-se numa simulação horária anual (oito mil setecentas e sessenta horas) de um espaço monozona apresentado por um circuito de analogia reo-elétrico tal como apresentado na figura seguinte:*" [2]

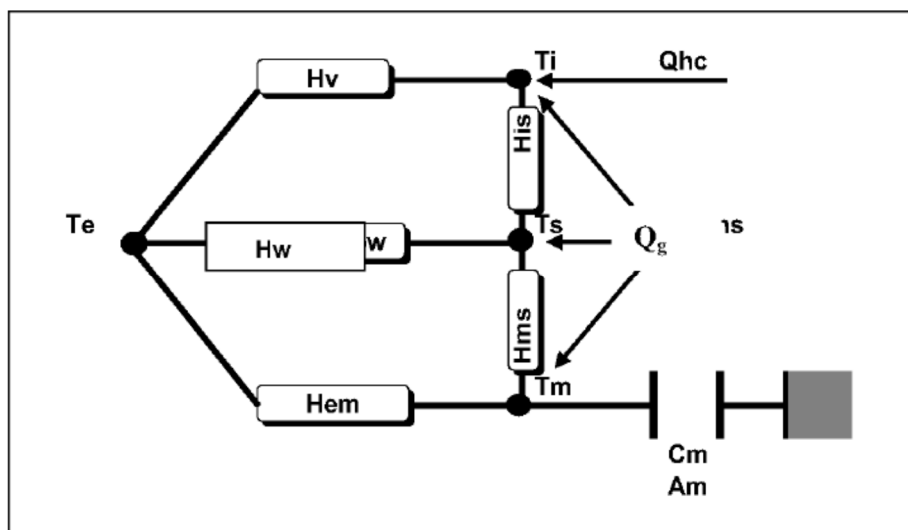


Figura 1-Circuito de analogia reo-elétrico utilizado pelo programa RCCTE-STE. [2]

O programa RCCTE-STE " *calcula as necessidades de aquecimento e arrefecimento necessárias para manter o espaço (representado por T_i) à temperatura de referência definida pelo RSECE para as estações de aquecimento e arrefecimento, conforme apropriado. T_m representa a temperatura média da massa térmica do espaço, T_s representa a temperatura média das superfícies interiores da envolvente do espaço, e T_e representa a temperatura exterior, integrando o STE-2005 (RCCTE_STE) uma base de dados interna de anos climáticos horários representativos para todos os concelhos de Portugal (continente e Regiões Autónomas).*" [2]

A simulação dinâmica executada pelo programa baseia-se na seguinte metodologia de cálculo: (metodologia retirada do numero 2 do anexo VIII do RSECE[2])

$$Q_{hc} = Q_v + Q_w + Q_{em} + Q_g \quad (3.1)$$

"Em que:

Q_{hc} - Energia necessária para climatização (aquecimento e arrefecimento, conforme o resultado do balanço horário do espaço).

Q_v - Ganho ou perda de calor correspondente à renovação de ar, calculada com base na taxa de renovação nominal aplicável, admitindo-se regime permanente, traduzido pela resistência H_v na figura 1.

Q_w - Ganho ou perda de calor correspondente às trocas de calor por condução através dos vãos envidraçados, calculada conforme o modelo do RCCTE [3] – anexos IV e V, admitindo-se regime permanente, traduzido pela resistência H_w na figura 1.

Q_{em} - Ganho ou perda de calor correspondente às trocas de calor por condução através da envolvente opaca, sem consideração dos efeitos da radiação solar incidente, admitindo-se regime permanente, traduzido pela resistência H_{em} na figura 1.

Q_g - Ganhos totais, incluindo ganhos derivados da ocupação, dos equipamentos e da iluminação, ganhos solares através dos envidraçados, e ganhos solares através da envolvente opaca, sendo esta última parcela calculada a partir da aplicação do conceito de temperatura ar-sol correspondente a cada uma das orientações da envolvente exterior (paredes e cobertura).

A transferência de calor através da envolvente, com base no conceito de temperatura ar-sol, traduz-se pela equação seguinte:

$$Q_{opaco} = U \cdot A \cdot (T_{ar-sol} - T_i) = U \cdot A \cdot \left(T_{ar} + \frac{\alpha \cdot E(ot)}{h_e} - T_i \right) \quad [W] \quad (3.2)$$

O primeiro termo desta equação corresponde a Q_{em} , enquanto o segundo, no modelo adoptado pelo programa RCCTE-STE, é contabilizado, para cada uma das orientações, em Q_g .

Os ganhos solares através dos envidraçados são calculados por metodologia semelhante à definida no RCCTE (anexos IV e V), para cada orientação pela equação:

$$Q_{solar} = S_v \cdot A_{sol}(ot) \quad [W] \quad (3.3)$$

Os ganhos totais (Q_g) são repartidos entre o ar interior do espaço (fracção dos ganhos que contribui imediatamente para a carga térmica) e a envolvente do espaço, a que associa o fenómeno do armazenamento parcial n massa térmica, em função do grau de inércia térmica do espaço. Esta é classificada de acordo com o disposto no anexo VII do RCCTE (inércia fraca, média ou forte), correspondendo a cada classificação

valores convencionados para a capacidade térmica (C_m) e para a área superficial na massa térmica (A_m) que, no modelo adoptado, definem o comportamento dinâmico no espaço simulado. A transferência de calor entre as superfícies interiores e o ar entre a massa de armazenamento térmico e a superfície são caracterizadas, respectivamente, pelas resistências H_{is} e H_{ms} ”

Posto isto, para ser possível a simulação dinâmica térmica é necessário ter as seguintes informações os seguintes: [2]

1. Características térmicas do edifício (envolvente, divisões internas, envidraçados etc)
2. Características do sistema de AQS.
3. Características da instalação de ar condicionado.
4. Características do tipo de ventilação.
5. Características do sistema de iluminação.
6. Posição e orientação do edifício e respectivas condições climáticas exteriores.
7. Características de sistemas solares passivos e de protecção solar.
8. Condições climáticas interiores, incluindo as de projecto.

Estes dados serão apresentados ao longo dos capítulos da tese.

O cálculo do IEE nominal pelo programa RCCTE-STE baseia-se nos padrões de referência de utilização dos edifícios que constam no anexo XV do RSECE. [2] e para o cálculo das máximas potências de climatização a instalar o programa baseia-se em padrões de utilização reais inseridos pelo utilizador. (mais á frente serão abordados estes conceitos com maior detalhe)

3.1.IEE (Indicador de Eficiência Energética)

Segundo a definição das Perguntas & Respostas sobre o RSECE – Energia [4] o IEE “*é o Indicador de Eficiência Energética, ou seja, um valor indicativo do consumo energético por m^2 de um determinado espaço. Também é designado por “consumo nominal específico” Serve para verificar se o edifício cumpre com o requisito energético aplicável do RSECE (apenas edifícios de serviços) e para determinar a classe de desempenho no âmbito do SCE”* retirado do ponto E.1. de [4]

Existem vários tipos de IEE que servem para pressupostos diferentes como indicado na figura abaixo:

Tipo IEE	Designação	Como se determina?	Para que serve?
IEE _{real, facturas}	IEE real obtido pelas facturas	Por análise simples das facturas energéticas (últimos 3 anos de registos), sem correcção climática	<ul style="list-style-type: none"> Verificação simplificada do cumprimento do requisito energético em edifícios existentes e da necessidade ou não de um PRE*
IEE _{real, simulação}	IEE real obtido por simulação	Por simulação dinâmica, utilizando os perfis reais previstos ou determinados em auditoria, com correcção climática	<ul style="list-style-type: none"> Para efeitos da 1ª auditoria de edifícios novos (ao fim do terceiro ano de funcionamento) Verificação detalhada do cumprimento do requisito energético em edifícios existentes e da necessidade ou não de um PRE*
IEE _{nom}	IEE nominal	Por simulação dinâmica em condições nominais nomeadamente, utilizando os perfis padrão do Anexo XV, com correcção climática	<ul style="list-style-type: none"> Verificação do cumprimento do requisito energético em edifícios novos Classificação energética do edifício (tanto novos como existentes) Verificação detalhada do cumprimento do requisito energético em edifícios existentes e da necessidade ou não de um PRE*
IEE _{ref, novo}	IEE de referência limite para edifícios novos	Definido no Anexo XI	<ul style="list-style-type: none"> Verificação do cumprimento do requisito energético em edifícios novos Referência para classificação energética (aplicável a edifícios novos e existentes)
IEE _{ref, exist}	IEE de referência limite para edif. existentes	Definido no Anexo X	<ul style="list-style-type: none"> Verificação simplificada e detalhada do cumprimento do requisito energético em edifícios existentes e da necessidade ou não de um PRE*

Figura 2-Vários tipos de IEE e sua utilização. [4]

O IEE calcula-se pela seguinte fórmula:

$$IEE = IEE_I + IEE_V + \frac{Q_{out}}{A_p} \quad (3.4.)$$

Em que:

IEE- Indicador de eficiência energética [kgep/m².ano];

IEE_I- Indicador de eficiência energética de aquecimento [kgep/m².ano];

IEE_V- Indicador de eficiência energética de arrefecimento [kgep/m².ano];

Q_{out}- Consumo de energia não ligado aos processos de aquecimento e arrefecimento [kgep/ano]

A_p- Área útil de pavimento [m²]

Por sua vez:

$$IEE_I = \frac{Q_{aq}}{A_p} \times F_{CI} \quad (3.5.)$$

$$IEE_V = \frac{Q_{arr}}{A_p} \times F_{CV} \quad (3.6.)$$

Em que:

Q_{aq} -Consumo de energia de aquecimento [kgep/ano]

Q_{arr} -Consumo de energia de arrefecimento [kgep/ano]

F_{CV} -Factor de correcção do consumo de energia de aquecimento

F_{CI} - Factor de correcção do consumo de energia de aquecimento

Os factores de correcção de consumo, tanto para aquecimento como para arrefecimento, são obtidos a partir de um cálculo em que se adopta como região climática de referência, a região I1-V1 norte, 1000 graus-dia de aquecimento e 160 dias de duração da estação de aquecimento [4].

$$F_{CV} = \frac{N_{V1}}{N_{Vi}} \quad F_{CI} = \frac{N_{I1}}{N_{Ii}} \quad (3.7.)$$

N_{I1} -Necessidades máximas de aquecimento permitidas pelo RCCTE, calculadas para o edifício em estudo, como se estivesse localizado na zona de referência I1 (kWh/m².ano).

N_{Ii} - Necessidades máximas de aquecimento permitidas pelo RCCTE, calculadas para o edifício em estudo, na zona onde está localizado o edifício (kWh/m².ano).

N_{V1} - Necessidades máximas de arrefecimento permitidas pelo RCCTE, calculadas para o edifício em estudo, como se estivesse localizado na zona de referência I1-V1 (kWh/m².ano).

N_{Vi} - Necessidades máximas de aquecimento permitidas pelo RCCTE, calculadas para o edifício em estudo, na zona onde está localizado o edifício (kWh/m².ano).

Os valores limite dos consumos globais específicos dos edificio de serviços existentes encontra-se no anexo X do RSECE.

4. Edifício.

O edifício a ser auditado é o Museu Alberto Sampaio (ver figura 1), constituído por um edifício e uma fracção autónoma. Classifica-se como um grande edifício de serviços existente. A sua principal vocação é estudar e divulgar várias obras de arte. O principal acervo é constituído por colecções de ourivesaria, pintura, escultura, têxtil e cerâmica. Os objectivos do Museu são diversos: *"adquirir, preservar, estudar e divulgar a arte sacra que existe ou venha a existir no seu acervo, bem como apoiar acções de estudo e divulgação do património móvel existente na região em que o museu se insere."* [9].



Figura 3- Museu Alberto Sampaio

No Rés-do-chão do edifício funciona a recepção, biblioteca, loja do museu, área de refeições ligeiras, casas de banho, seis salas de arte e uma arrecadação. No piso 1 encontram-se três reservas de arte, serviços educativos, secretaria e gabinete técnico. No piso 2 estão ao dispor quatro salas de arte, gabinete técnico, salão nobre, ante-sala e gabinete do director.

O edifício dispõe de um único contador centralizado de energia. (electricidade)

5. Localização do edifício

O museu Alberto Sampaio situa-se no centro histórico do concelho de Guimarães, distrito de Braga, rua Alfredo Guimarães, 4800-407.

A obra inicial parte do século X, mandada construir pela condessa Mumadona.

Até á data o edifício sofreu várias remodelações, e serviu nas diferentes épocas históricas para diferentes propósitos, tendo inicialmente sido um Mosteiro, passando a Colegiada e por último ao propósito actual de Museu.

O Museu é rodeado de habitações nas fachadas Sul, Oeste e Norte, sendo a fachada Este virada para uma estrada principal. A distância á costa é cerca de 40 km.

Os principais dados climáticos encontram-se abaixo no Quadro 1. Estes dados são retirados do RCCTE [3] para a cidade de Guimarães.

Quadro 1-Dados climáticos.

	Concelho	Guimarães
	Altitude [m]	190
	Distância à costa [km]	40
	Rugosidade	I
	Região	A
	Zona abrangida por gás natural ou GPL	Sim
	Zona Climática	
Inverno	Inverno	12
	GD-Graus-dias (°C dias)	1770
	Gsul (kWh/m ² .mês)	93
	M-Duração da estação de aquecimento (meses)	7
Verão	Verão	V2-N
	θ_{atm} (°C)	19
	Intensidade da Radiação solar I_r (kWh/m²)	
	N	200
	NE	320
	E	450
	SE	470
	S	420
	SW	470
	W	450
NW	320	
Horizontal	790	

6.Descrição geral do edifício em estudo

O Museu Alberto Sampaio é uma fracção com uma área útil de 1302,02 m² e um pé direito médio de 4,34 m.

As salas de arte do Museu funcionam de Terça-feira a Domingo das 10h00 às 18h00. Encerram à Segunda-feira, Domingo de Páscoa, feriados de Ano Novo, 1º de Maio e 25 de Dezembro. Nos meses de Julho e Agosto as salas de arte funcionam das 10h00 às 24h00. As áreas de secretaria e gabinetes técnicos funcionam de Segunda-feira à Sexta-feira das 9h00 às 12h30 e das 15h00 às 17h30, encerrando ao Sábado e Domingo e feriados supra mencionados.

A ventilação do edifício dá-se por meios naturais. Para aquecimento ambiente o Museu dispõe de acumuladores de calor eléctricos.

Algumas salas de arte têm que respeitar um intervalo específico de humidade relativa do ar. Para compensar as perdas/ganhos de água no ar o Museu tem ao seu dispor humidificadores e desumificadores respectivamente.

O controlo e registo de temperaturas e humidade do ar são efectuados por um sensor Delta OHM HD206.

Os sistemas energéticos acima mencionados serão explicados com maior detalhe no capítulo 12

As figuras abaixo demonstram os alçados, plantas e cortes do edifício.



Figura 4-Alçado Sul. (sem escala)

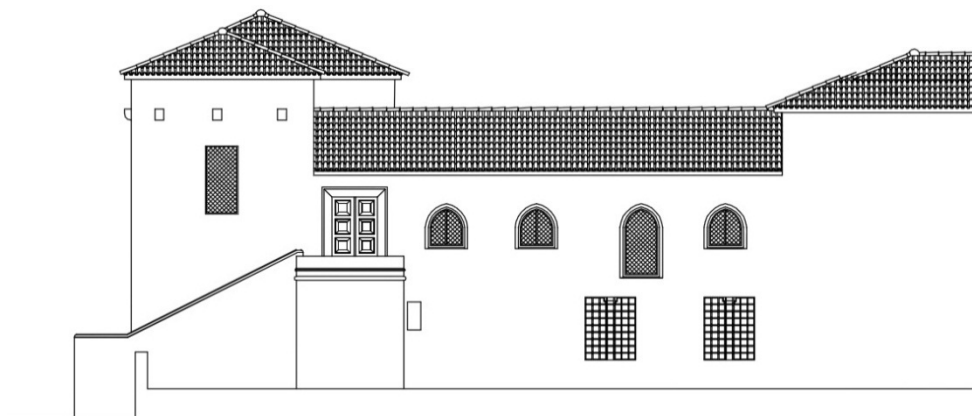


Figura 7- Alçado Norte. (Sem escala)

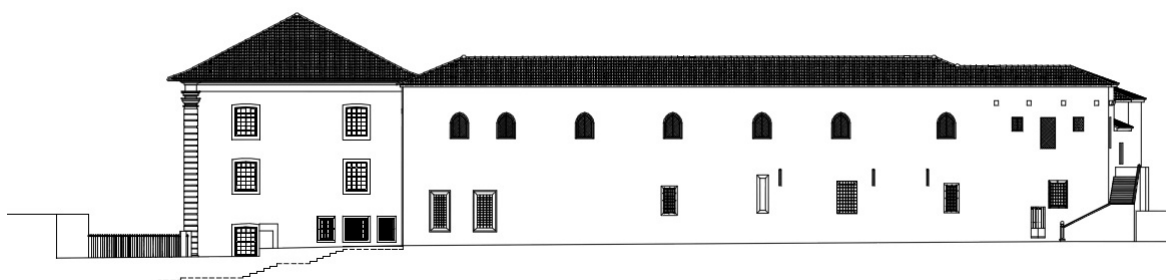


Figura 6- Alçado Este. (Sem escala)

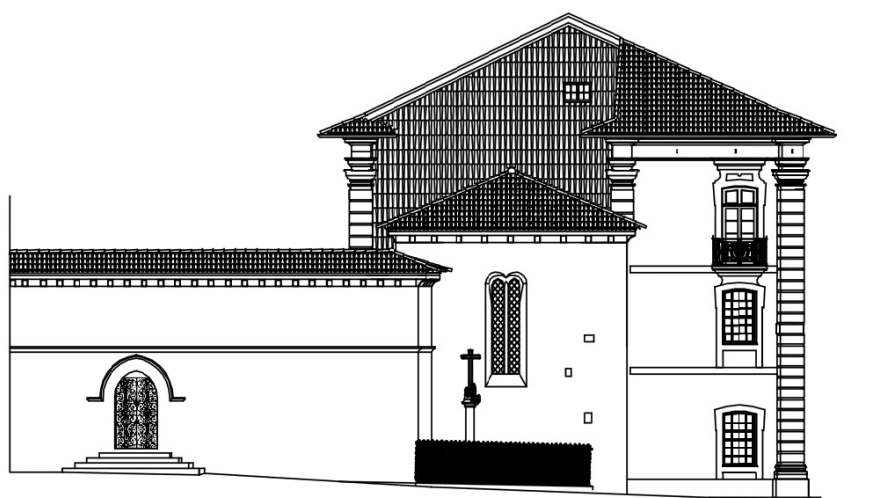


Figura 5- Alçado Oeste. (Sem escala)

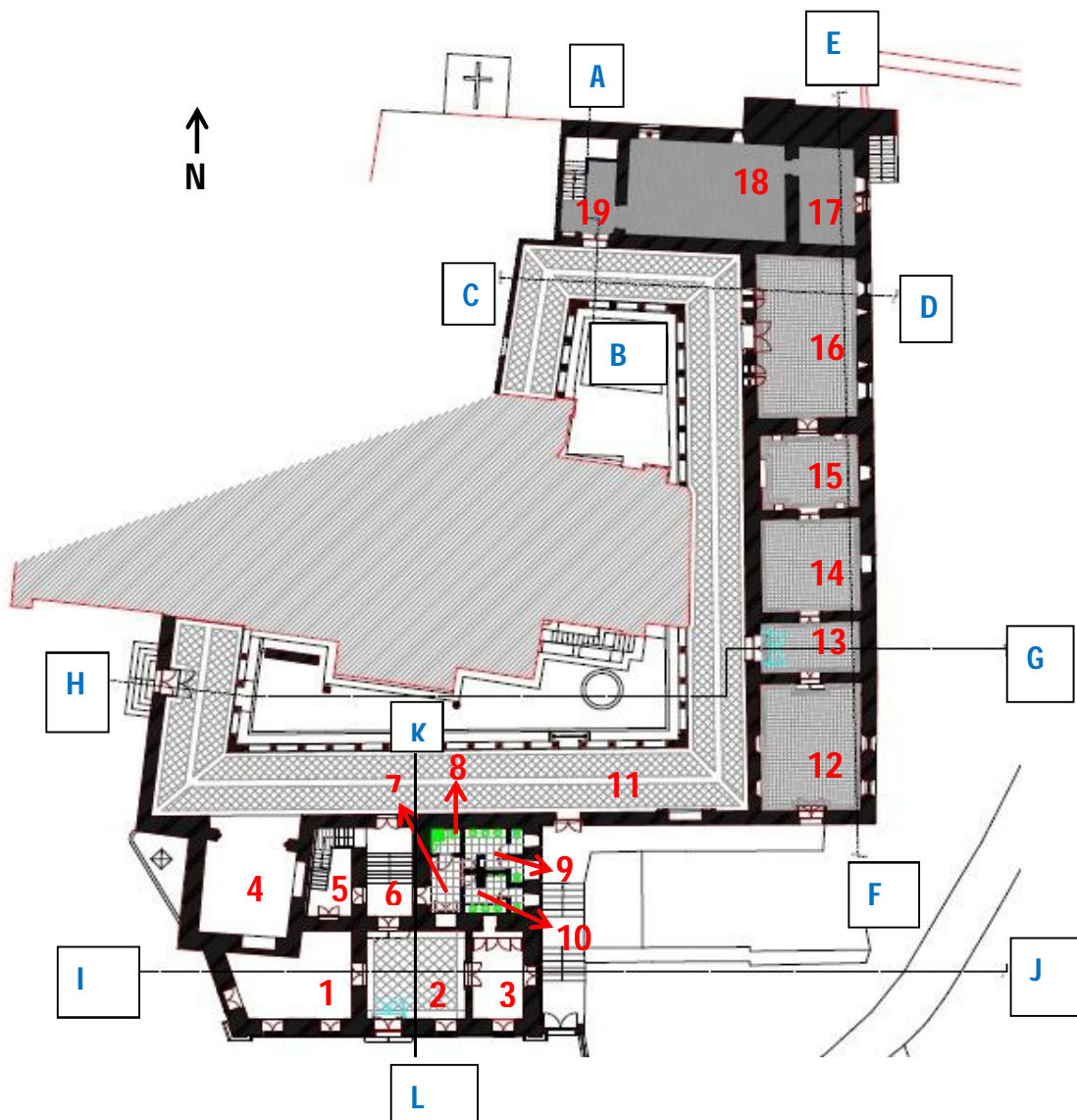


Figura 8- Planta d Rés-do-Chão. (Sem legenda)

Quadro 2-Legenda da figura 2.

Legenda:			
1	Biblioteca	11	Claustro
2	Recepção	12	Sala de arte
3	Loja do Museu	13	Sala de arte
4	Capela	14	Sala de arte
5	Arrecadação/ Refeições	15	Sala de arte
6	Circulação comum	16	Sala de arte
7	Circulação comum	17	Arrumos
8	W.C. Deficientes	18	Sala de arte
9	W.C. Mulheres	19	Circulação comum
10	W.C. Homens		

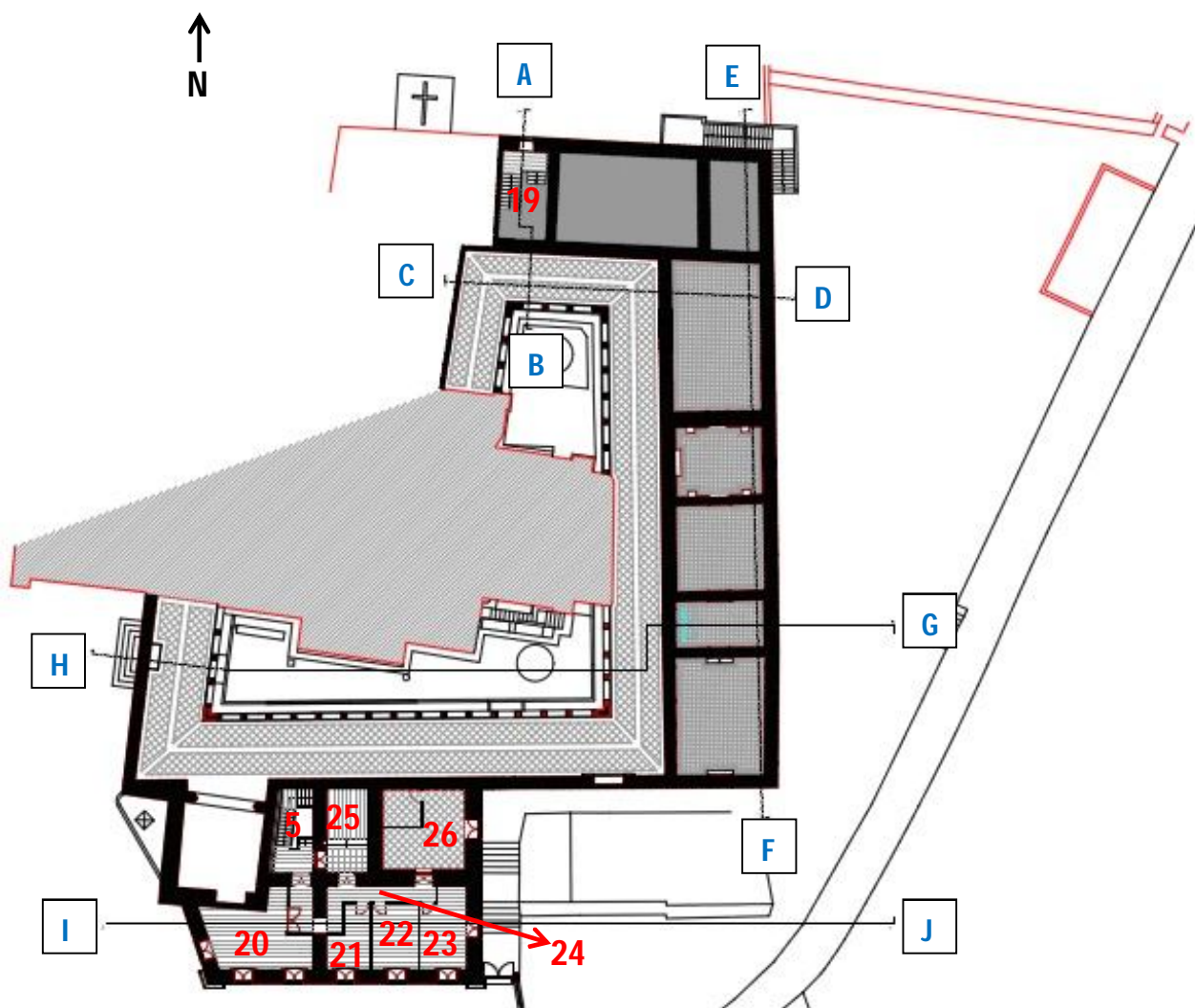


Figura 9- Planta do 1ºAndar. (Sem escala)

Quadro 3-Legenda da
figura 7

Legenda:	
5	Circulação comum
19	Circulação comum
20	Reserva de arte
21	Reserva de arte
22	Serviços educativos
23	Secretaria
24	Circulação comum
25	Reserva de arte
26	Gabinete técnico

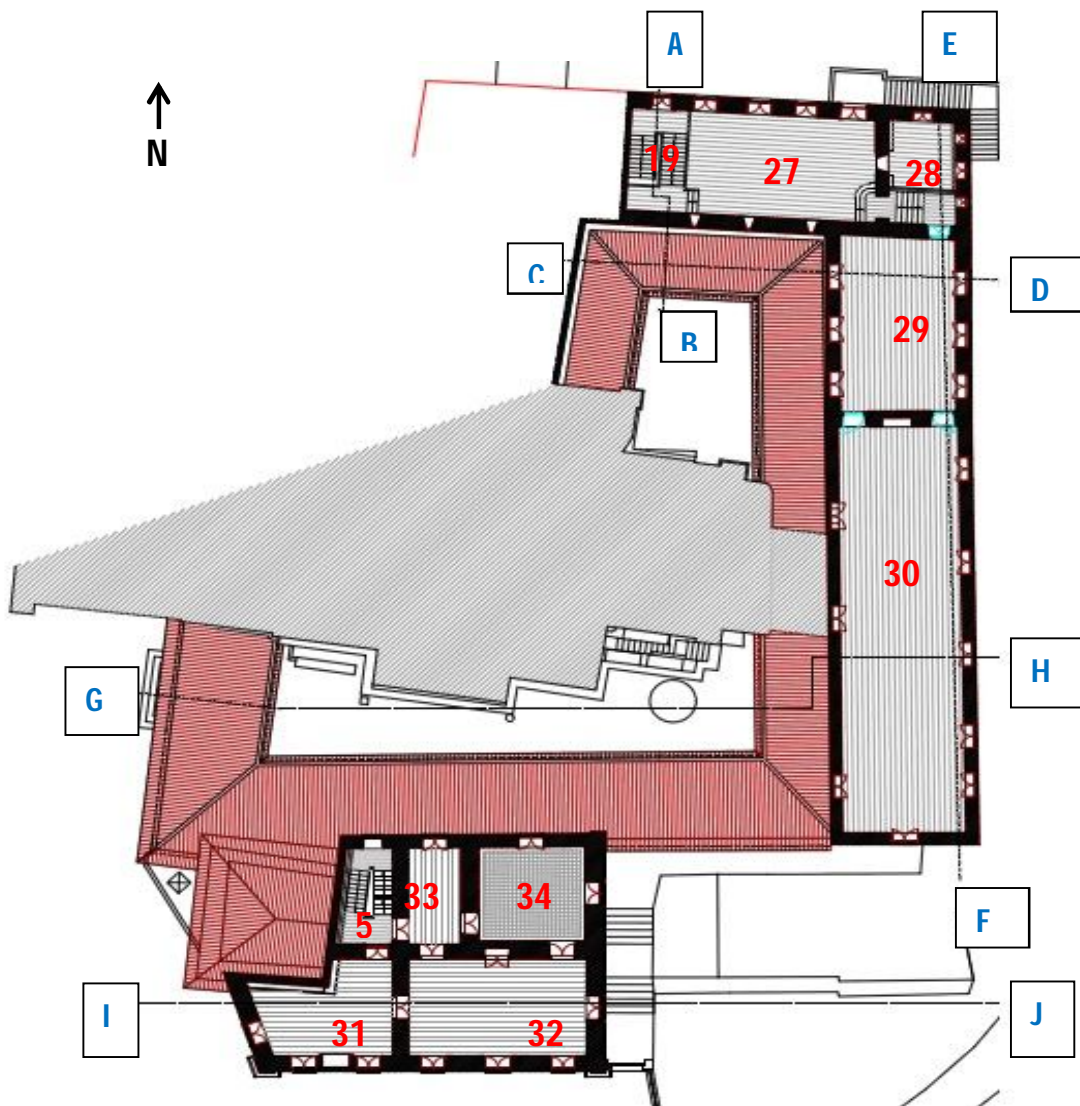


Figura 10- Planta do 2ºAndar. (Sem escala)

Quadro 4- Legenda da figura 8.

Legenda:	
5	Circulação comum
19	Circulação comum
27	Sala de arte
28	Sala de arte
29	Sala de arte
30	Sala de arte
31	Gabinete técnico
32	Salão nobre
33	Ante-sala
34	Gabinete do director

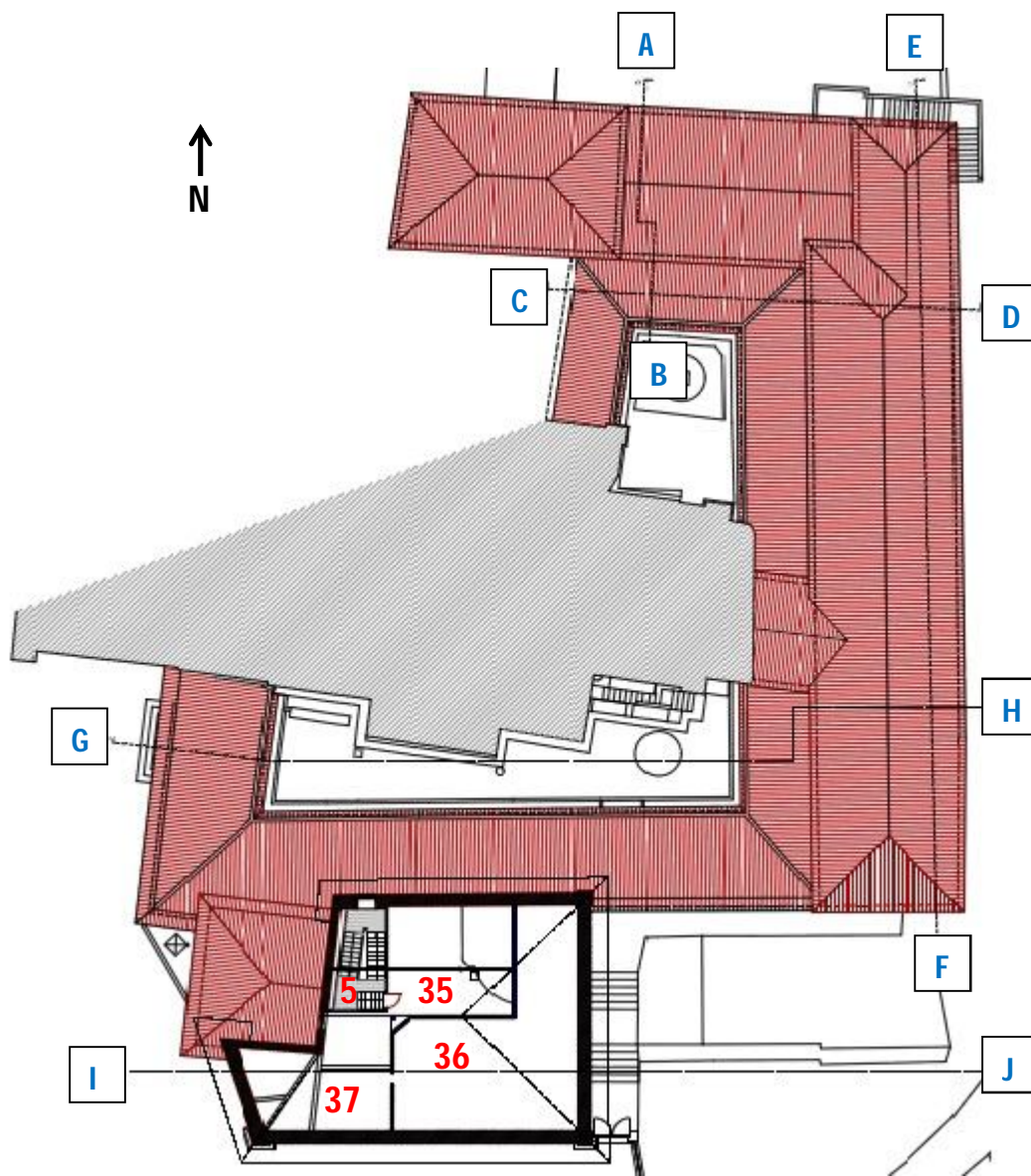


Figura 11- Planta do sótão. (Sem escala)

Quadro 5-Legenda da
figura 9.

Legenda:	
5	Circulação comum
35	Sótão
36	Sótão
37	Sótão

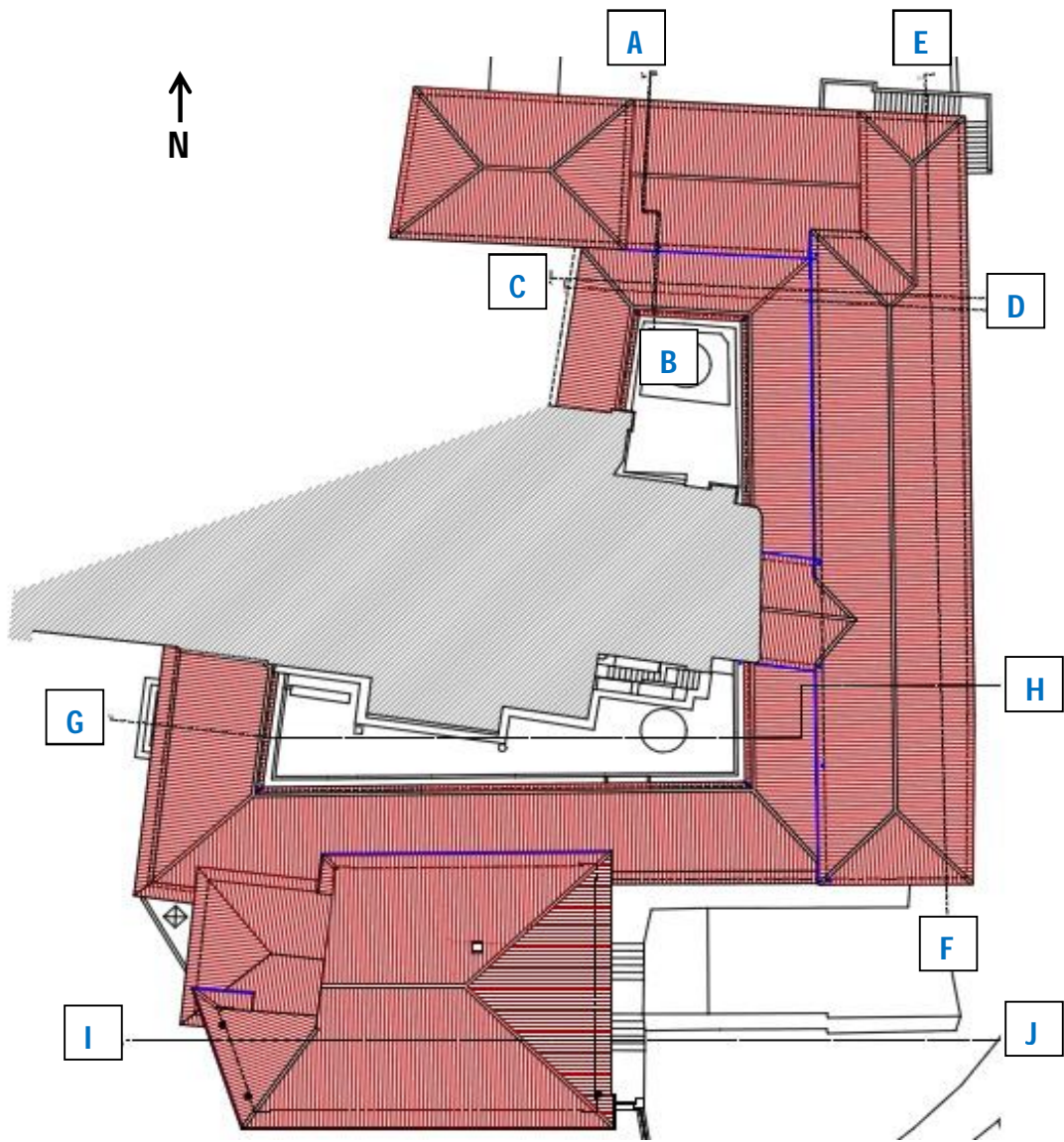
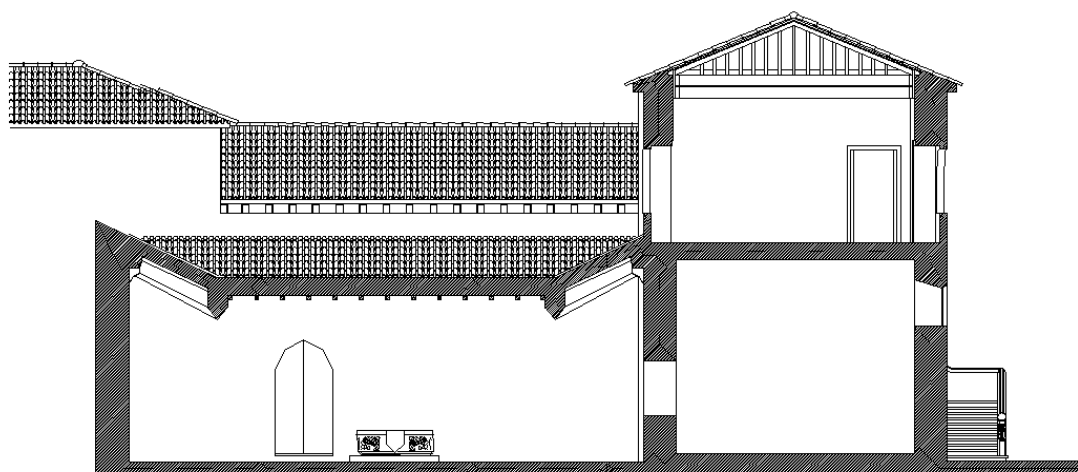


Figura 12- Planta da cobertura. (Sem escala)



CORTE A-B

Figura 14-Corte A-B.



CORTE C-D

Figura 13- Corte C-D.

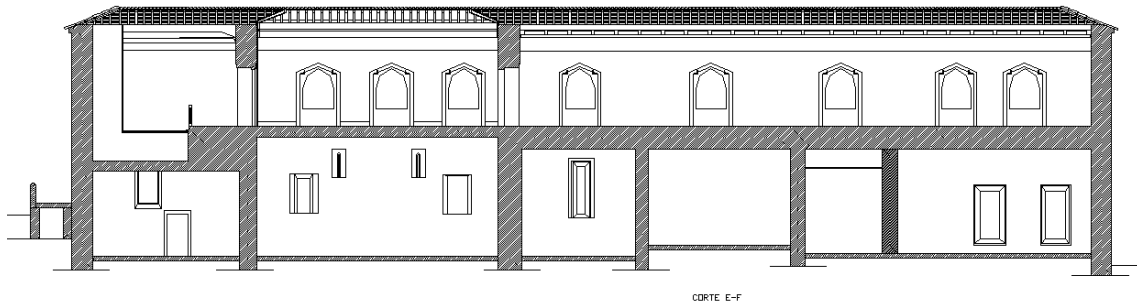


Figura 16- Corte E-F.

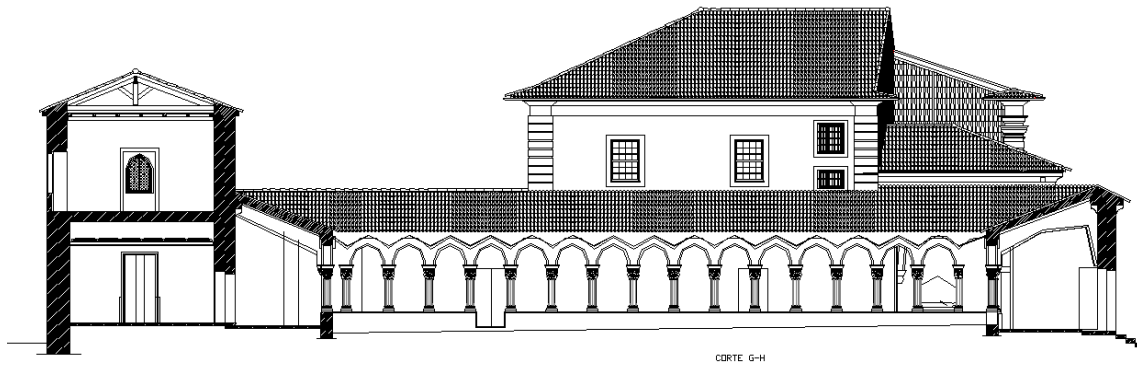


Figura 15- Corte G-H.



Figura 17- Corte I-J.

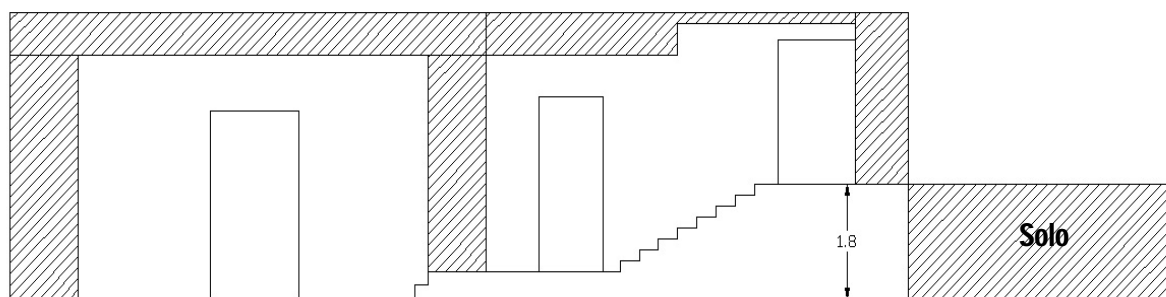


Figura 18- Corte K-L. (medida em metros)

Os quadros 6, 7, 8 e 9 discriminam as áreas e pés-direitos por compartimento de acordo com as plantas do edifício atrás apresentadas. O compartimento número 5 e 19 não apresentam pé-direito pelo facto de serem caixa de escadas. No sótão não estão indicados os pés direitos devido ao declive irregular dos mesmos. Considera-se para a contabilização como possuidor do pé direito médio da área útil do edifício.

Quadro 6- Áreas e pés-direitos do Rés-do-chão

Área por compartimento e Pé-direito		
Rés-do-Chão		
Descrição	Área [m ²]	Pé-direito [m]
1	44,8	4,1
2	42,93	3,5
3	24,6	4,2
4	51,98	5,1
5	18,51	-
6	21,4	3,62
7	10,96	2,82
8	3,58	2,82
9	13,85	2,82
10	10,15	2,82
11	452,23	3,5
12	61,46	4,7
13	25,24	3,5
14	44,21	3,5
15	35,81	4,9
16	49,46	5,4
17	26,57	3,9
18	71,68	3,86
19	24,7	-

Quadro 8-Área e pé-direito por compartimento do 1ºAndar.

Área por compartimento e Pé-direito		
1ºAndar		
Descrição	Área [m ²]	Pé-direito [m]
5	19,13	-
19	24,04	-
20	37,63	3,1
21	14,34	3,1
22	18,3	3,1
23	22,52	3,1
24	23,7	3,1
25	20,7	3,1
26	34,95	3,1

Quadro 7-Área e pé-direito por compartimento do 2ºAndar.

Área por compartimento e Pé-direito		
2ºAndar		
Descrição	Área [m ²]	Pé-direito [m]
5	19,13	-
19	24	-
27	76,62	3
28	30,97	3,53
29	82,68	5,4
30	198,79	5,5
31	47,55	4,66
32	71,66	5,66
33	22,37	4,6
34	42,36	5,1

Quadro 9- Área e pé-direito por compartimento do Sótão.

Área por compartimento e Pé-direito		
Sótão		
Descrição	Área [m ²]	Pé-direito [m]
5	19,21	-
35	50,45	-
36	49,6	-
37	102	-

6.1. Definição dos Espaços não úteis

Um espaço não útil segundo o RCCTE é " o conjunto dos locais fechados, fortemente ventilados ou não, que não se encontram englobados na definição de Área útil de pavimento e que não se destinam á ocupação humana em termos permanentes e, portanto, em regra, não são climatizados. Incluem-se aqui armazéns, garagens, sótãos e caves não habitados, circulações comuns a outras fracções autónomas do mesmo edifício, etc. Considera-se ainda como espaços não úteis as lojas não climatizadas com porta aberta ao público" e o espaço útil é a restante área útil de pavimento do edifício. [3]

Este tipo de espaços influencia os edifícios toda em toda a sua dinâmica térmica, para mais detalhes ler RCCTE [3]. Sendo assim os espaços não úteis (ENU) e úteis (EU) presentes no edifício são (ver figura 17 para compreensão das restantes plantas abaixo mencionadas):



Figura 19- Legenda de ENU e EU.

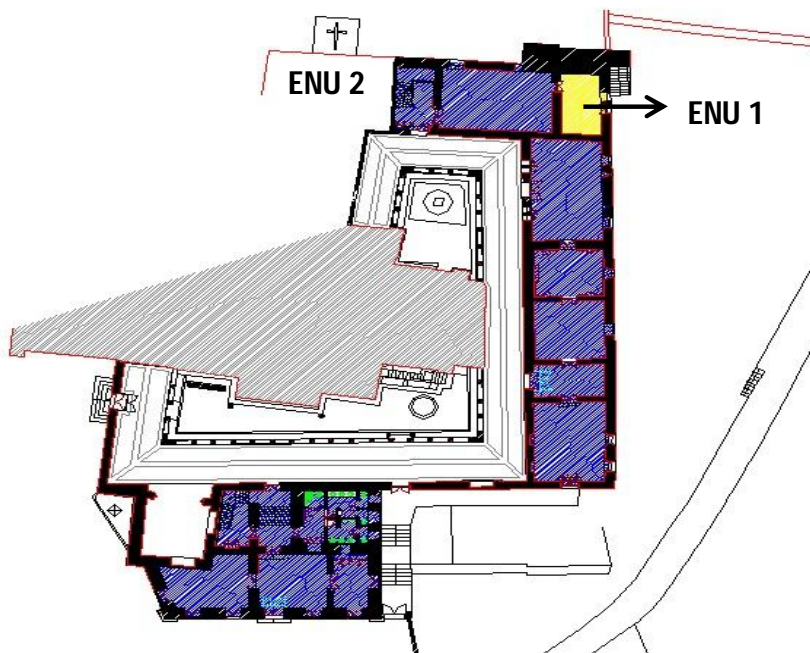


Figura 20- Identificação na planta do Rés-do-chão os ENU e EU.

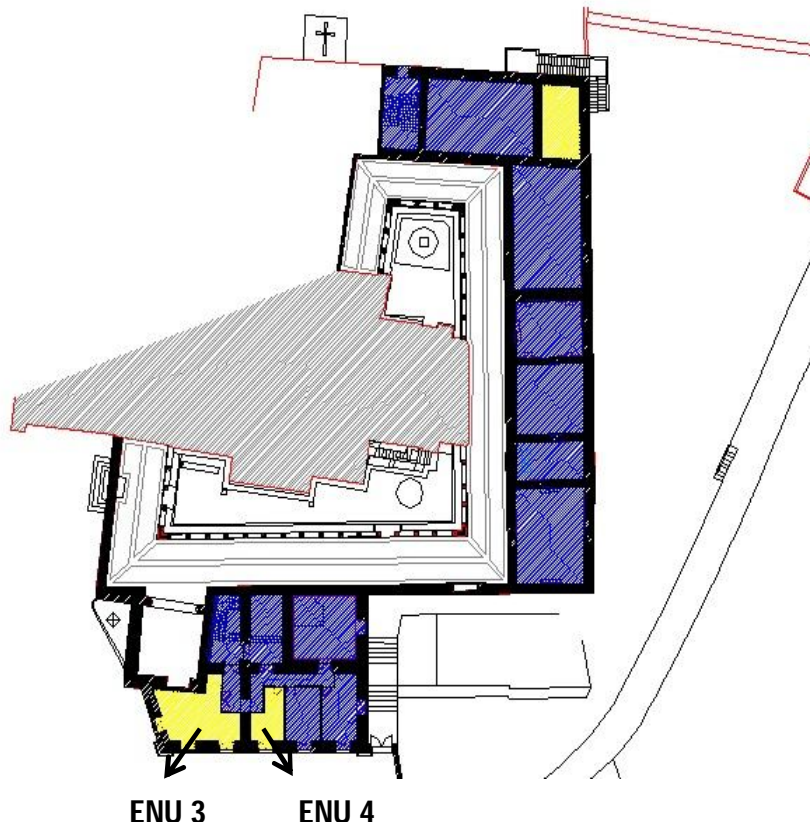


Figura 21- Identificação na planta do 1ºAndar os ENU e EU.

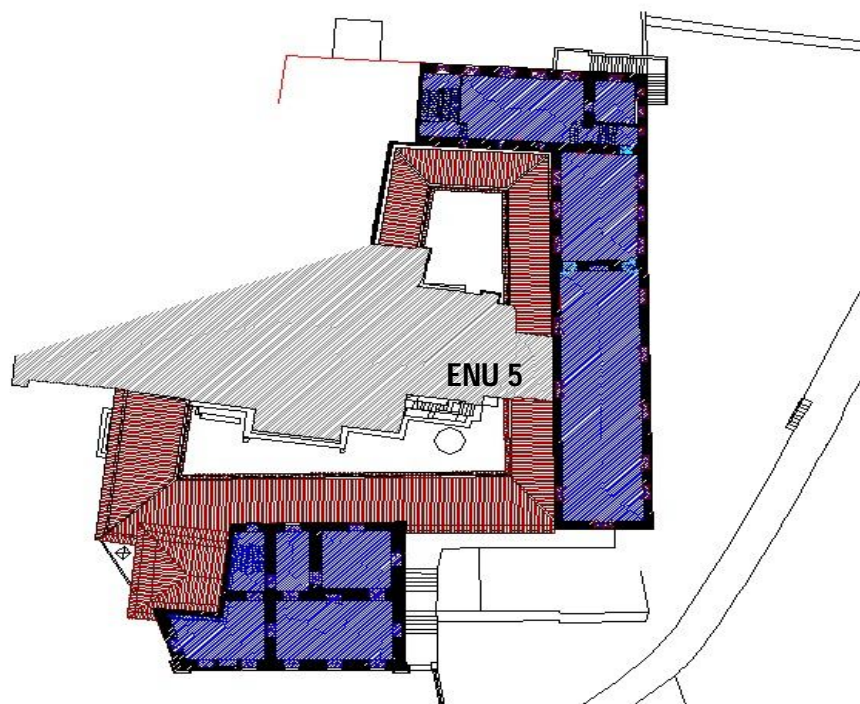


Figura 22- Identificação na planta do 2ºAndar os ENU e EU.

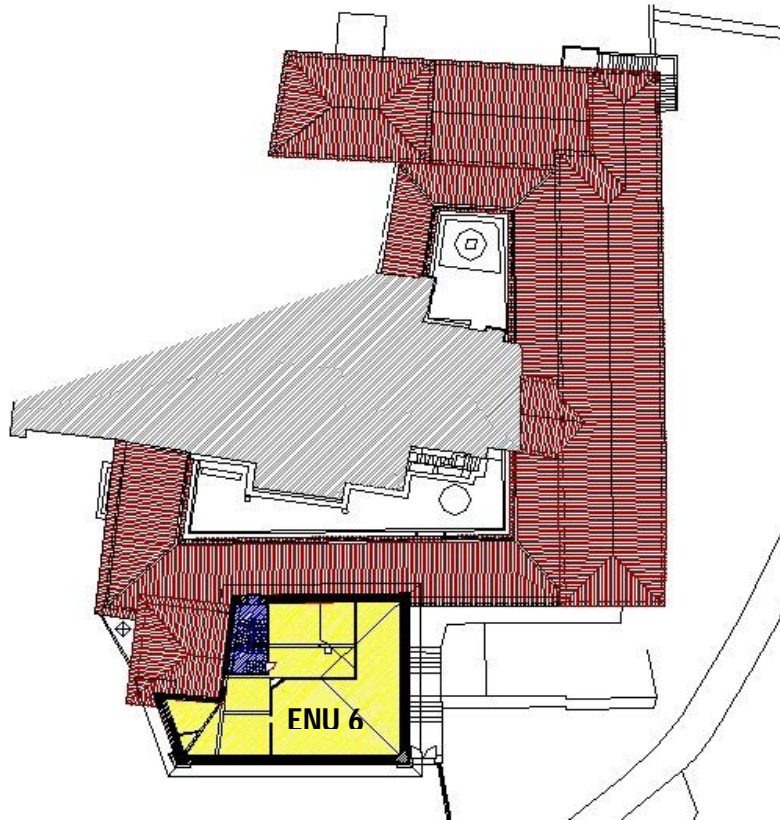


Figura 24- Identificação na planta do Sótão os ENU e EU.



Figura 23- Identificação no Corte A-B os ENU e EU.

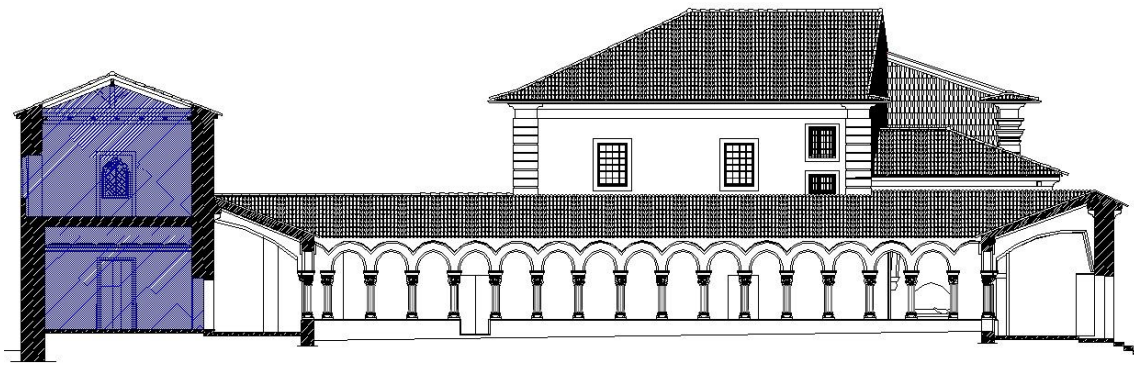


Figura 25- Identificação no Corte G-H os ENU e EU.

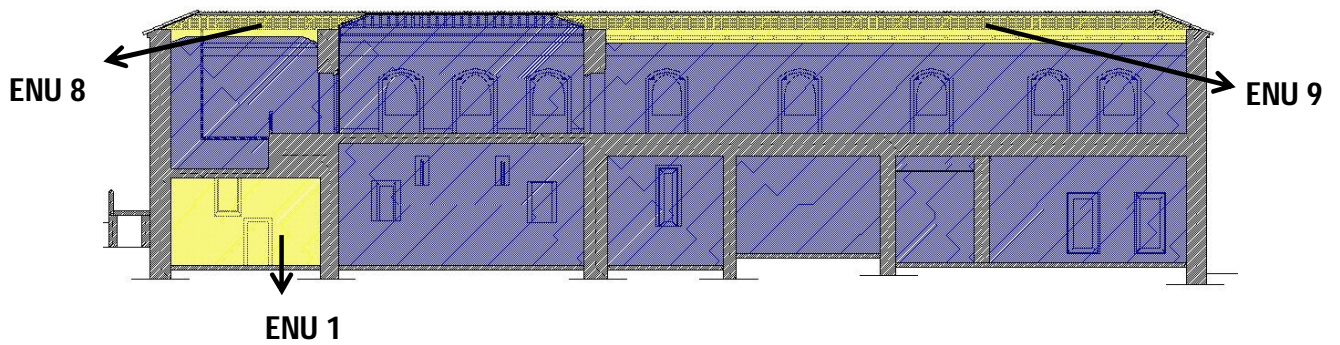


Figura 27 Identificação no Corte E-F os ENU e EU.

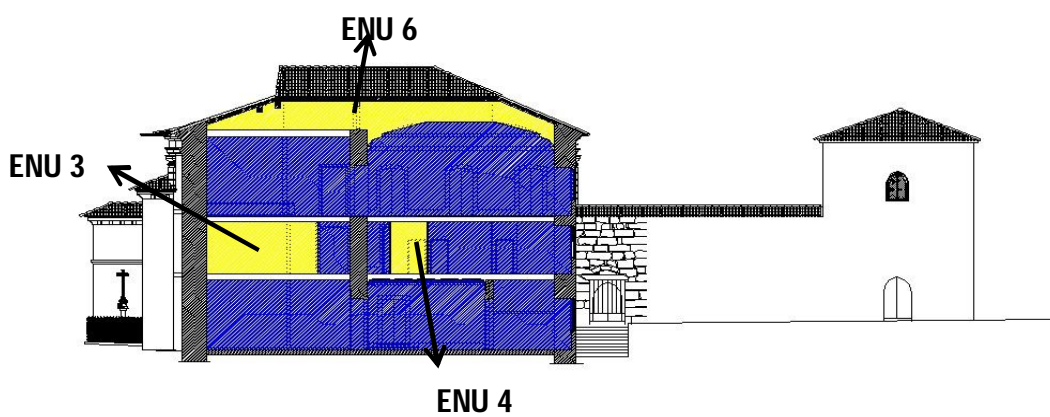


Figura 26-Identificação no Corte I-J os ENU e EU.

Nas perdas térmicas pela envolvente dos edifícios é necessário contabilizar a potência térmica das soluções construtivas em contacto com ENU. Dado a dificuldade de contabilizar a temperatura interior deste tipo de espaços adimensionaliza-se a variável da temperatura. O RCCTE [3] tem um conjunto de regras para a adimensionalização da temperatura dos ENU na página 2493, em que esta variável depende da tipologia do ENU e do quociente entre A_i (área do elemento que sepra o espaço útil interior do espaço não útil [3]) e A_u (área do elemento que separa o espaço não útil do ambiente exterior). A variável adimensional da temperatura dos ENU designa-se por Tau (τ) e define-se em [5] como : “O coeficiente τ é característico de um espaço não aquecido no interior ou anexo ao edifício ou fracção autónoma em estudo e traduz o valor da temperatura adimensional do local não aquecido. Um valor de τ próximo de 1 indica que o espaço tem uma temperatura próxima da temperatura exterior. Um valor de Tau (τ) próximo de 0 indica que o espaço tem características próximas do interior (fracção climatizada – espaço útil).

Dada a dificuldade em conhecer com precisão o valor da temperatura do local não aquecido, o regulamento admite que τ pode tomar valores convencionais para várias situações comuns de espaços não aquecidos definidos na tabela IV.1 do RCCTE.

Para valores de tau superiores a 0,7, a envolvente do espaço útil em contacto com o local não aquecido deverá cumprir, em termos de coeficiente de transmissão térmica, os requisitos aplicáveis à envolvente exterior”.

O quadro abaixo indica os respectivos τ para os diferentes ENU do edifício:

Quadro 10-Coeficientes τ dos ENU do edifício.

Legenda:					
Descrição do ENU	A_i [m²]	A_u [m²]	Tipologia	τ	Observações
ENU 1_Compartmento 17	64,5	35,1	Armazém	0,7	-
ENU 2_Capela	-	-	Edifício adjacente	0,6	-
ENU 3_Compartmento 20	108,0	52,7	Armazém	0,7	-
ENU 4_Compartmento 21	61,4	17,7	Armazém	0,7	-
ENU 5_Igreja de Nossa Senhora da Oliveira	-	-	Edifício adjacente	0,6	-
ENU 6_Sótão	206,0	251,4	Cobertura sobre desvão não habitado	0,8	Não ventilado
ENU 7_Tecto falso do compartimento 27	77	95,6	Cobertura sobre desvão não habitado	1	Fortemente ventilado
ENU 8_Tecto falso do compartimento 28	-	-	Cobertura sobre desvão não habitado	1	Fortemente ventilado
ENU 9_Tecto falso do compartimento 30	-	-	Cobertura sobre desvão não habitado	1	Fortemente ventilado

Nos edifícios adjacentes e nos tectos falsos não se determinou A_i e A_u por não ser necessário para o cálculo de τ , este adopta um valor fixo para qualquer valor do quociente A_i/A_u .

6.2. Marcação da envolvente do edifício

A interpretação da envolvente dos edifícios é crucial para o cálculo das perdas e ganhos térmicos, de maneira a facilitar e normalizar a visualização/interpretação dos dados da envolvente dos edifícios a ADENE gerou um código de cores para marcação das envolventes. O código de cores utilizado é o seguinte:

- a) Vermelho para envolvente exterior.
- b) Verde para envolvente sem requisitos.
- c) Amarelo para envolvente interior com requisitos de exterior. ($\tau > 0,7$)
- d) Azul para envolvente interior com requisitos de interior. ($\tau \leq 0,7$)

6.2.1. Marcação da envolvente em zona corrente e tectos

A marcação da envolvente em zona corrente e tectos é enunciada nas figuras abaixo indicadas:

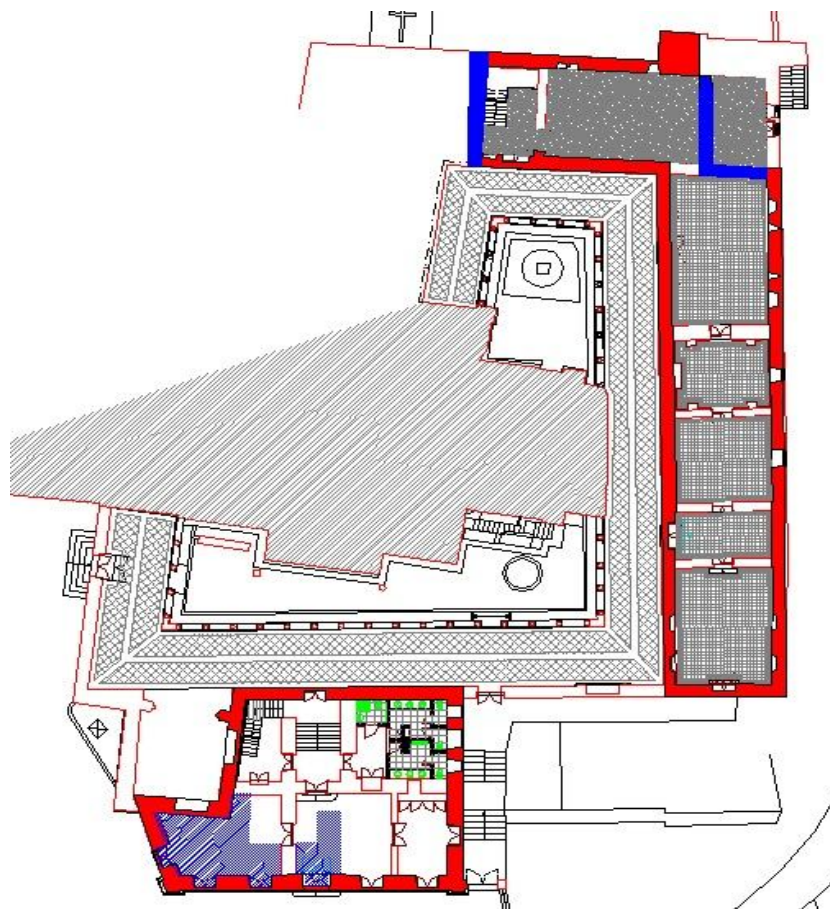


Figura 28-Marcação da envolvente Rés-do-Chão- (Sem escala)

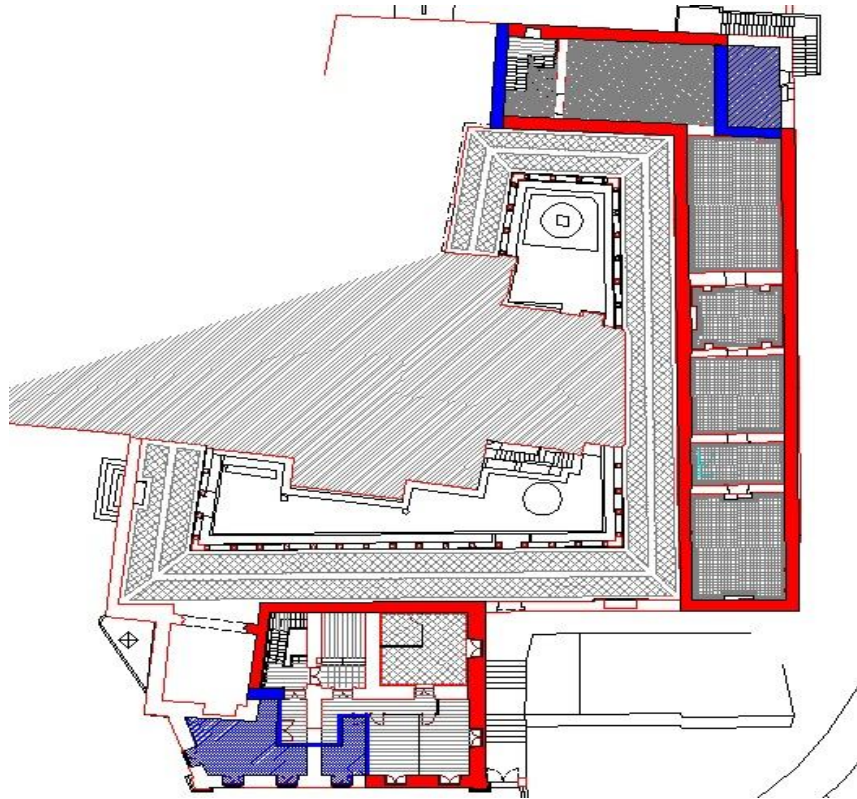


Figura 29-Marcação da envolvente do 1ºAndar. (Sem escala)



Figura 30- Marcação da envolvente do 2ºAndar. (Sem escala)

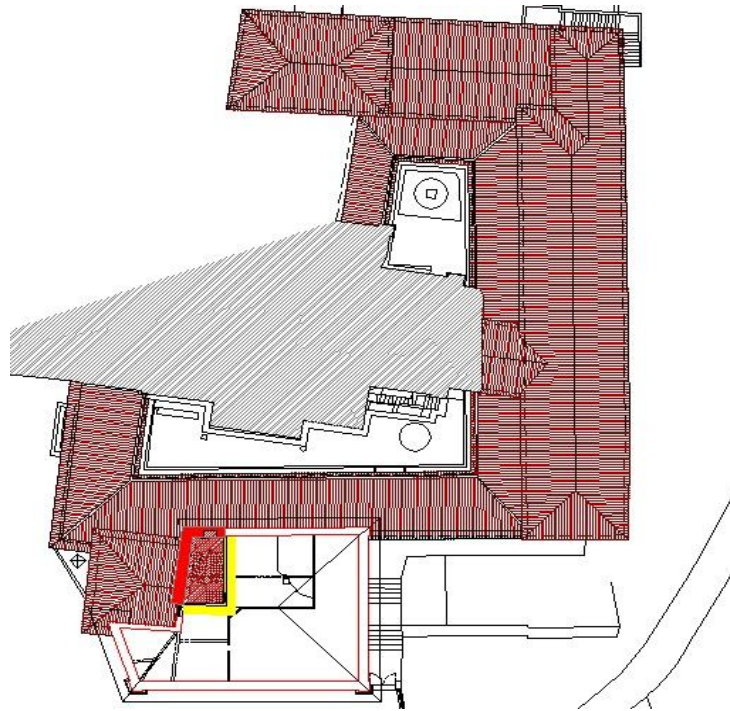


Figura 31- Marcação da envolvente do Sótão. (Sem escala)

6.2.2. Marcação dos pavimentos

A marcação pavimentos é enunciada nas figuras abaixo indicadas:

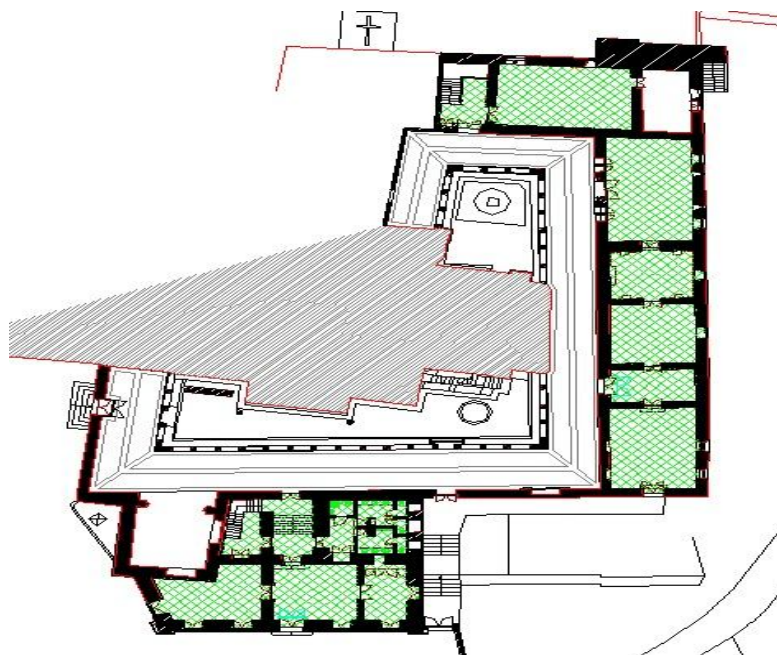


Figura 32- Marcação dos pavimentos do Rés-do-chão. (Sem escala)

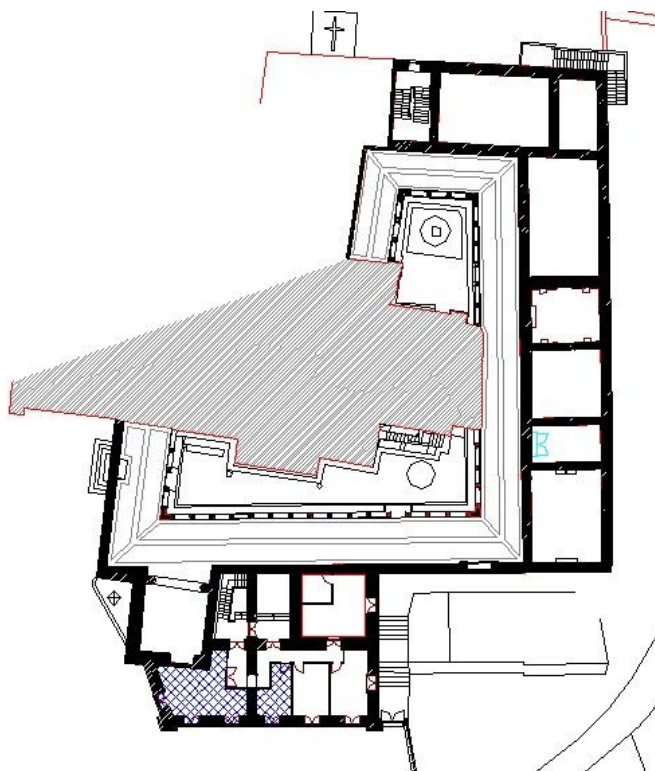


Figura 33- Marcação dos pavimentos do 1ºAndar. (Sem escala)

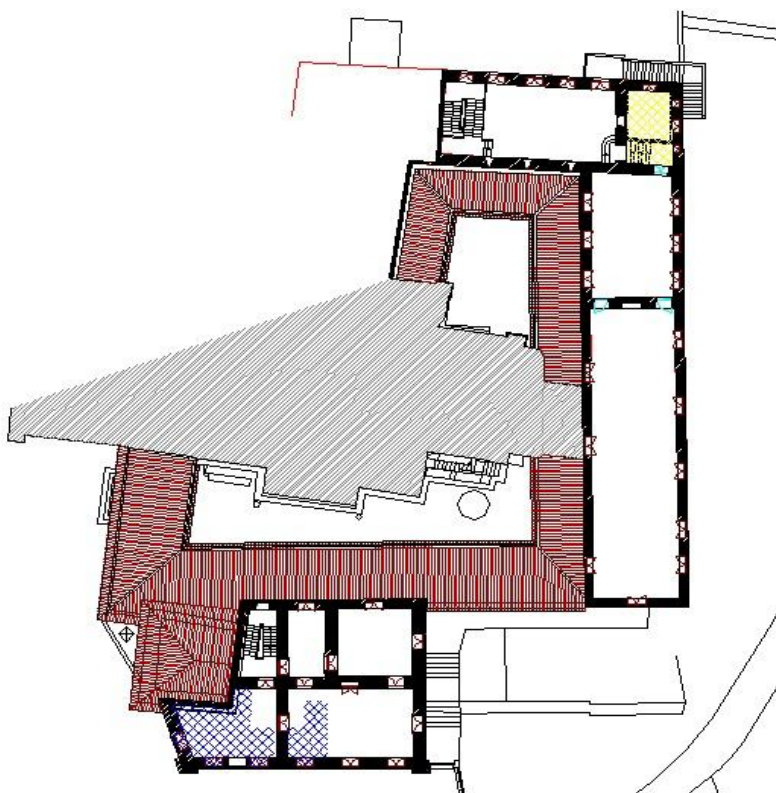


Figura 34- Marcação dos pavimentos do 2ºAndar. (Sem escala)

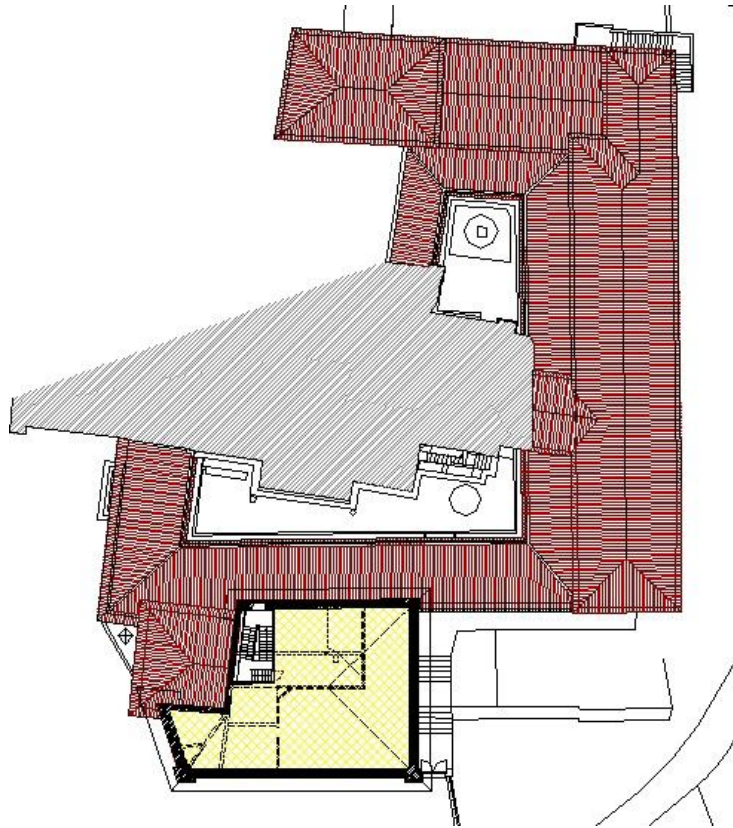


Figura 35- Marcação dos pavimentos do Sótão. (Sem escala)

6.2.3. Marcação da zona corrente nos Cortes das plantas

A marcação da zona corrente nos cortes é enunciada nas figuras abaixo:

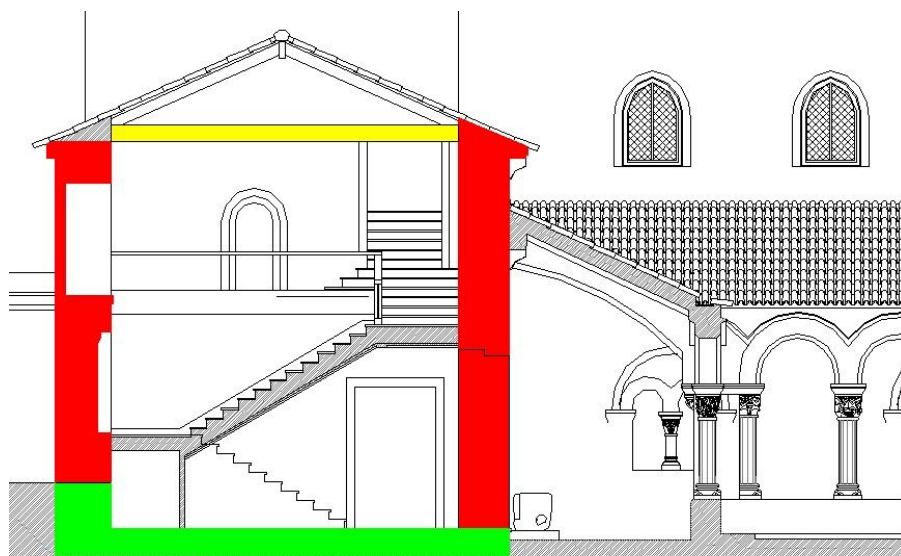


Figura 36- Marcação da envolvente no Corte A-B. (Sem escala)

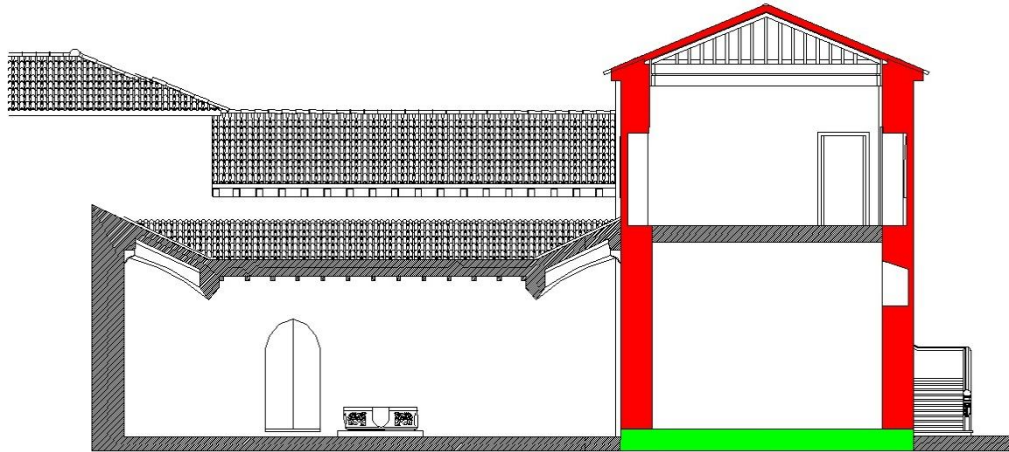


Figura 37- Marcação da envolvente no Corte C-D. (Sem escala)

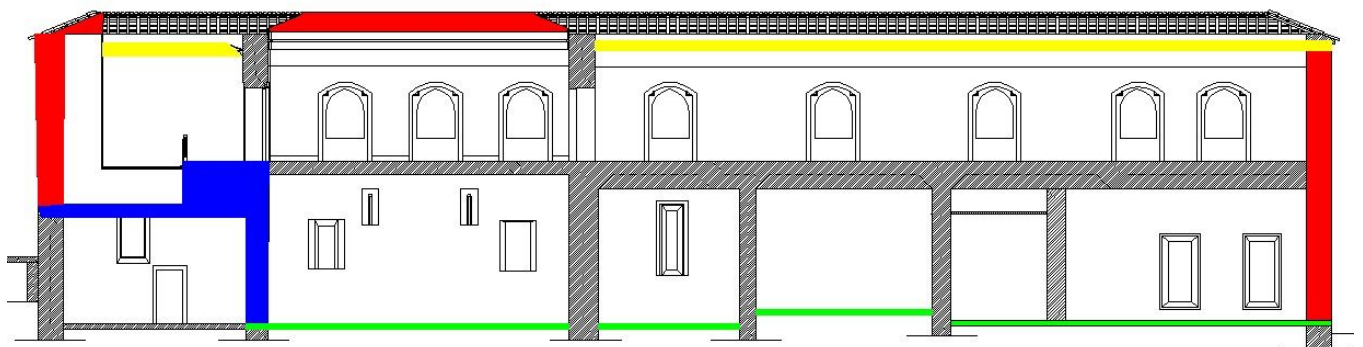


Figura 38 Marcação da envolvente no Corte E-F. (Sem escala)

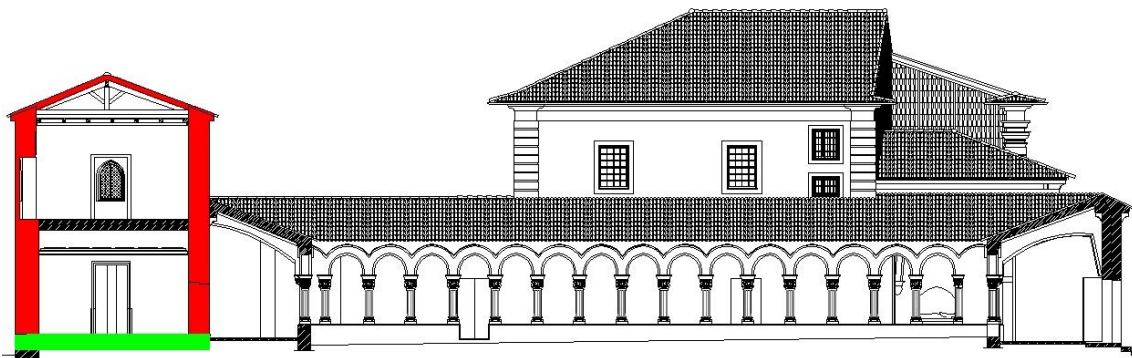


Figura 39 Marcação da envolvente no Corte G-H. (Sem escala)



Figura 40 Marcação da envolvente no Corte I-J. (Sem escala)

7. Definição do sistema de AQS

O consumo de AQS do edifício é feito exclusivamente nos W.C. masculino (10), feminino (9) e para deficientes (8). Para o aquecimento de água, o Museu dispõe de um Termoacumulador eléctrico "Cointra Godesia, modelo TNC 80H", com isolamento de espuma de poliuretano expandido sem clorofluorcarbonetos. Prevê-se que a espessura de isolamento seja menor que 50 mm, conferindo uma eficiência ao termoacumulador de 0,8. No entanto deve ser efectuada uma redução de 0,1 à eficiência do equipamento pelo facto da rede de distribuição de AQS não ser isolada, tendo então uma eficiência final de 0,7 de acordo com o numero 3 do anexo VI do RCCTE [3].

As características e localização do termoacumulador eléctrico encontram-se abaixo indicadas:

Quadro 11- Características do equipamento de AQS. [11]

Modelo	TNC-80H
Capacidade Nominal [Litros]	80
Peso cheio de água [kg]	104
T [°C] regulável da água	até 75
Pressão máxima de trabalho [bar]	8,5
Tensão eléctrica [V-Hz]	230/50
Potencia eléctrica [W]	1200

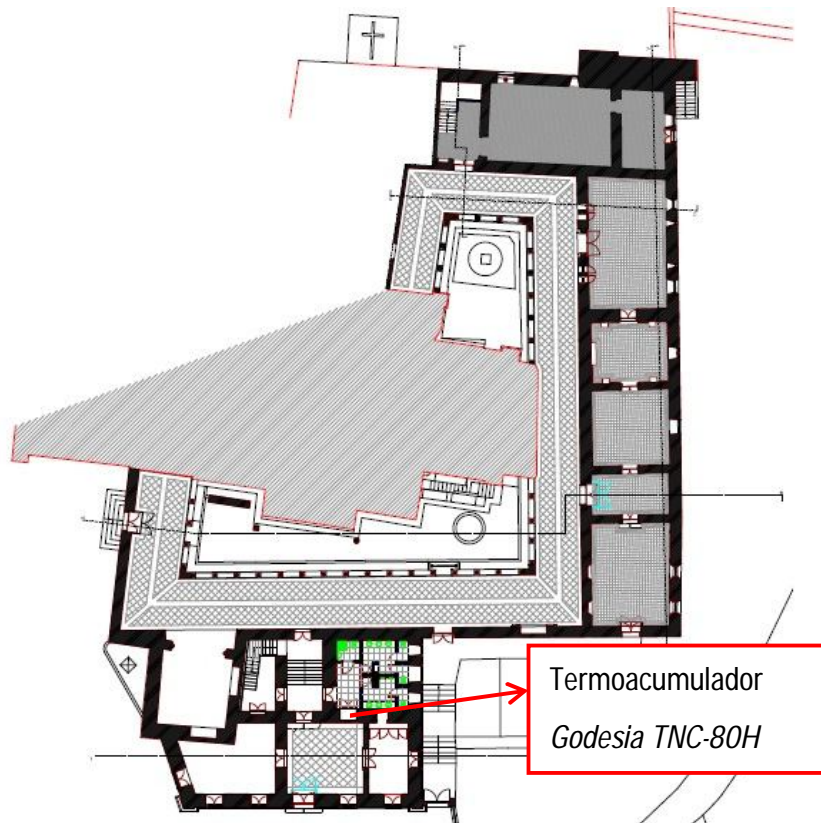


Figura 41- Localização do sistema de produção de AQS.

O sistema de produção de AQS funciona sem relógio programador, entrando em funcionamento sempre que a temperatura da água baixar dos 60 °C aproximadamente.

Não foi feita qualquer tipo de medição aos consumos de AQS, no entanto por questionamento do técnico de manutenção chegou-se à conclusão que nos meses de Outubro a Março se efectua um gasto médio de AQS diário de 100 litros aproximadamente. Nos outros meses o consumo de AQS é residual, porém o termoacumulador permanece ligado.

8.Soluções construtivas

A caracterização das soluções construtivas é necessária à simulação térmica dinâmica do edifício, desde o cálculos das perdas térmicas até o cálculo da inércia térmica, assim o presente capítulo pretende caracterizar toda a envolvente do edifício. A caracterização é feita com base nas tabelas abaixo, que indicam os elementos constituintes da solução construtiva, a espessura de cada elemento, a respectiva condutibilidade térmica (λ) retirada do ITE-50 [12], resistência térmica (R), a massa volúmica (ρ) , a massa total (mt) de cada elemento na parede e o coeficiente de transmissão térmica (U). Mais abaixo nas tabelas é indicado o valor das resistências superficiais (Rse) exteriores e interiores (Rsi), estes valores são tabelados no quadro VII.1 do RCCTE [3] ou na página I.11 do ITE 50 [12].

A sigla (Msi) das tabelas corresponde ao índice de massa superficial útil, as regras de cálculo deste índice encontram-se no ponto 2 do Anexo VII. Estes valores (Msi) serão utilizados para o cálculo da Inércia térmica posteriormente.

O cálculo das resistências térmicas de cada elemento realiza-se pela seguinte fórmula:

$$R = \frac{e}{\lambda} \quad (7.1)$$

Onde:

R- Resistência térmica do elemento [(m².°C)/W].

e- Espessura do elemento [m]

λ -Condutividade térmica do elemento [W/(m.°C)]..

O cálculo do coeficiente de transmissão térmica (U) realiza-se conforme o número 1 do anexo VII do RCCTE [3].

A envolvente exterior do edifício é composta por pedras de granito com uma espessura média aproximada de 1 metro. A natureza e a data de construção da envolvente exterior do edifício faz com que este não seja dotado de pilares e caixas de estore. As lajes são compostas de abobadilhas de betão na maioria dos

casos. Algumas coberturas são em madeira sem caixa-de-ar, outras que foram reabilitadas já são compostas por laje de betão e caixa-de-ar.

O facto de algumas soluções construtivas serem de longa data, faz com que não exista dados precisos, daí os dados serem obtidos por observação no local e em alguns casos requerer improvisação dos mesmos. A improvisação de dados das soluções construtivas toma em conta a data e a natureza da construção da solução, optando sempre pelos materiais e espessuras típicas utilizadas. É de notar que nada se sabe quanto à localização de vigas estruturais, não sendo contabilizadas nas pontes térmicas planas. O anexo A do presente relatório indica a localização das respectivas envolvente em planta.

8.1.Elementos verticais (Paredes)

8.1.1.Parede exterior (P1)

A parede exterior P1 é constituída por Reboco no exterior, granito e reboco no interior. A espessura de granito indicada na figura corresponde a média ponderada de espessuras da solução construtiva P1. As espessuras de granito são todas próximas, variam de 1 metro a 1,24, assim sendo a média ponderada da parede não afecta significativamente o valor U.

O quadro 12 e a figura 40 caracterizam a solução construtiva P1.

Quadro 12-Characterização da solução construtiva P1.

P1						
Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	Rj [(m².°C)/W]	ρ [kg/m³]	mt [kg/m²]	Referência
Reboco	0,02	1,3	0,01	1900	28,5	pag.17 ITE 50 LNEC
Granito	1,17	2,8	0,42	2600	3042	pag.14 ITE 50 LNEC
Reboco	0,015	1,3	0,01	1900	28,5	pag.17 ITE 50 LNEC
Total:	1,20		0,44		3099,00	

Resistência térmica superficial [m².°C/W]			
	Rsi:	0,13	pag.111 ITE 50 LNEC
	Rse:	0,04	pag.111 ITE 50 LNEC
Resistência térmica Total [m².°C/W]:		0,61	Msi: 1549,50
U [W/(m².°C)]:		1,64	Msi max. 150

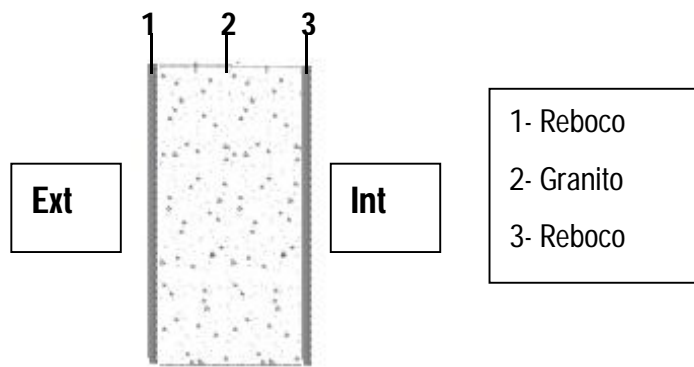


Figura 42- Esquema representativo da solução construtiva P1

8.1.2.Parede exterior (P2)

A solução construtiva P2 é constituída por granito no exterior e reboco no interior. A figura 41 e o quadro 13 caracterizam a solução construtiva.

Quadro 13- Caracterização da solução construtiva P2.

P2						
Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	Rj [(m².°C)/W]	ρ [kg/m³]	mt [kg/m²]	Referência
Granito	0,96	2,8	0,34	2600	2496	pag.14 ITE 50 LNEC
Reboco	0,015	1,3	0,01	1900	28,5	pag.17 ITE 50 LNEC
Total:	0,975		0,35		2524,5	

Resistência térmica superficial [m².°C/W]			
	Rsi:	0,13	pag.111 ITE 50 LNEC
	Rse:	0,04	pag.111 ITE 50 LNEC
Resistência térmica Total [m².°C/W]:		0,52	Msi: 1262,25
U [W/(m².°C)]:		1,91	Msi max. 150

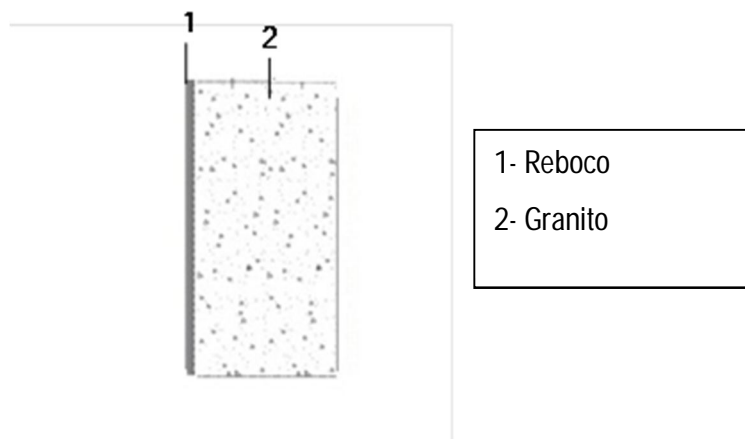


Figura 43- Esquema representativo da solução construtiva P2

8.1.3. Parede exterior (P3)

A solução construtiva P3 é constituída por reboco no exterior, tijolo de 11, granito no exterior e gesso no interior. A figura 42 e o quadro 14 caracterizam a solução construtiva

Quadro 14- Caracterização da solução construtiva P3.

P3						
Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	Rj [(m².°C)/W]	ρ [kg/m³]	mt [kg/m²]	Referência
Gesso	0,025	0,43	0,06	1000	25	pag.16 ITE 50 LNEC
Tijolo	0,11	-	0,27	800	88	pag.112 ITE 50 LNEC
Granito	1,16	2,8	0,41	2600	3016	pag.14 ITE 50 LNEC
Reboco	0,015	1,3	0,01	1900	28,5	pag.17 ITE 50 LNEC
Total:	1,31		0,75		3157,50	
Resistência térmica superficial [m².°C/W]						
		Rsi:	0,13			pag.111 ITE 50 LNEC
		Rse:	0,04			pag.111 ITE 50 LNEC
		Resistência térmica Total [m².°C/W]:	0,92	Msi:	1578,75	
		U [W/(m².°C)]:	1,08	Msi max.	150	

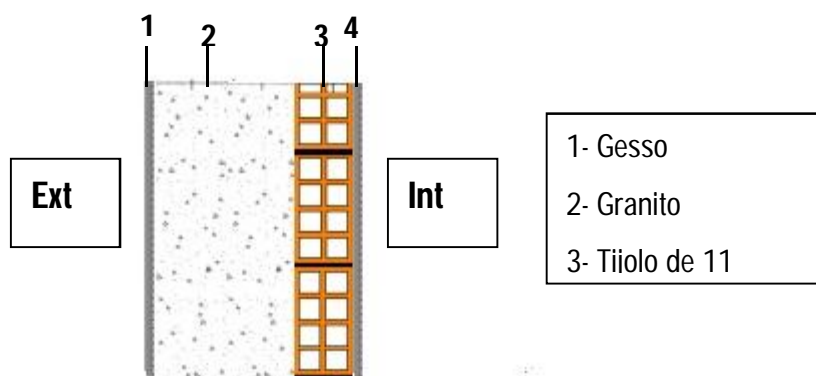


Figura 44- Esquema representativo da solução construtiva P3.

8.1.4.Parede exterior (P4)

A solução construtiva P4 é constituída por Reboco no exterior, granito e mosaico (Azulejo) no interior. A figura 43 e o quadro 15 caracterizam a solução construtiva.

Quadro 15- Caracterização da solução construtiva P4.

P 4						
Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	Rj [(m².°C)/W]	ρ [kg/m³]	mt [kg/m²]	Referência
Mosaico	0,008	1,30	0,01	2300,00	18,40	pag.110 ITE 50 LNEC
Granito	1,16	2,80	0,41	2600,00	3016,00	pag.14 ITE 50 LNEC
Reboco	0,02	1,30	0,01	1900,00	28,50	pag.17 ITE 50 LNEC
Total:	1,183		0,43		3062,90	

Resistência térmica superficial [m².°C/W]			
	Rsi:	0,13	pag.111 ITE 50 LNEC
	Rse:	0,04	pag.111 ITE 50 LNEC
	Resistência térmica Total [m².°C/W]:	0,60	Msi: 1531,45
	U [W/(m².°C)]:	1,66	Msi max. 150

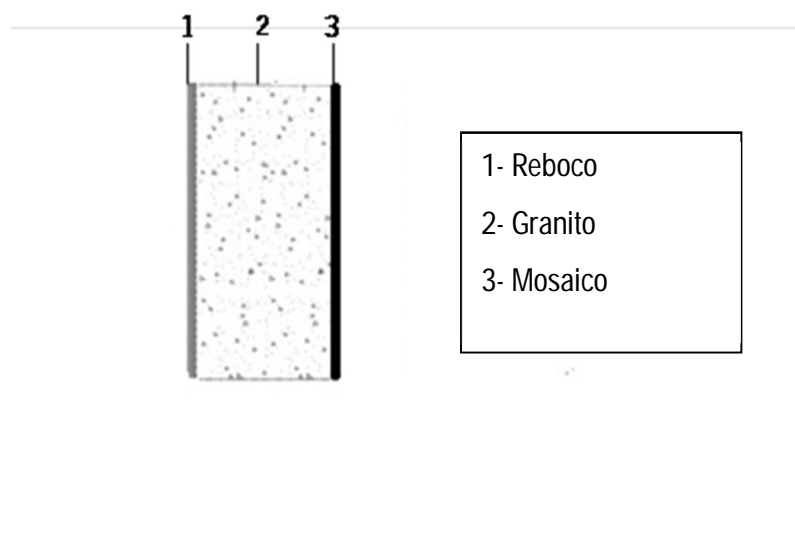


Figura 45-Esquema representativo da solução construtiva P5.

8.1.5.Parede exterior (P5)

A solução construtiva P5 é constituída por reboco no exterior, granito e gesso no interior. A figura 44 e o quadro 16 caracterizam a solução construtiva.

Quadro 16-Characterização da solução construtiva P5.

P 5						
Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	Rj [(m².°C)/W]	ρ [kg/m³]	mt [kg/m²]	Referência
Gesso	0,01	0,43	0,02	1000	10	pag.16 ITE 50 LNEC
Granito	1,16	2,8	0,41	2600	3016	pag.14 ITE 50 LNEC
Reboco	0,015	1,3	0,01	1900	28,5	pag.17 ITE 50 LNEC
Total:	1,185		0,45		3054,5	
Resistência térmica superficial [m².°C/W]						
		Rsi:	0,13			pag.111 ITE 50 LNEC
		Rse:	0,04			pag.111 ITE 50 LNEC
		Resistência térmica Total [m².°C/W]:	0,62	Msi:	1527,25	
		U [W/(m².°C)]:	1,62	Msi max.	150	

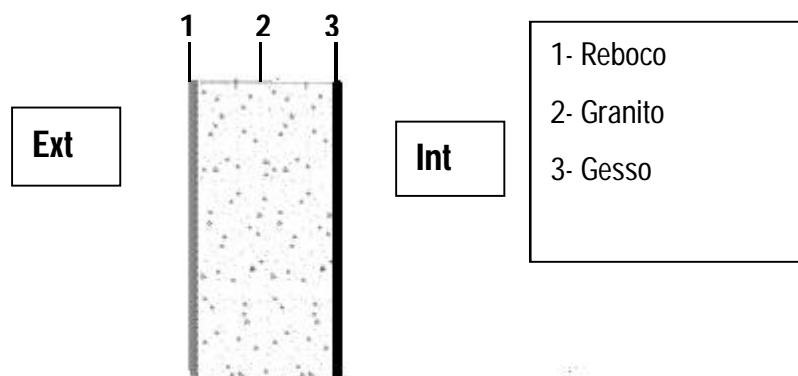


Figura 46-Esquema representativo da solução construtiva P5.

8.1.6.Parede exterior (P6)

A solução construtiva P6 é fruto de uma reabilitação da envolvente em cima de uma envolvente já existente, tendo a seguinte constituição de elementos do interior para exterior: madeira de baixa densidade; caixa-de-ar; reboco; granito. A figura 45 e o quadro 17 caracterizam a solução construtiva.

Quadro 17-Characterização da envolvente P6.

P 6						
Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	Rj [(m².°C)/W]	ρ [kg/m³]	mt [kg/m²]	Referência
Madeira (baixa densidade)	0,025	0,15	0,17	500	12,5	pag.17 ITE 50 LNEC
Ar	0,08		0,18	800	64	pag.111 ITE 50 LNEC
Reboco	0,015	1,3	0,01	1900	28,5	pag.17 ITE 50 LNEC
Granito	0,97	2,8	0,35	2600	2522	pag.14 ITE 50 LNEC
Total:	1,09		0,70		2627	
Resistência térmica superficial [m².°(C/W)]						
		Rsi:	0,13			pag.111 ITE 50 LNEC
		Rse:	0,04			pag.111 ITE 50 LNEC
	Resistência térmica Total [m².°(C/W)]:		0,87	Msi:	1313,5	
	U [W/(m².°C)]:		1,14	Msi max.	150	

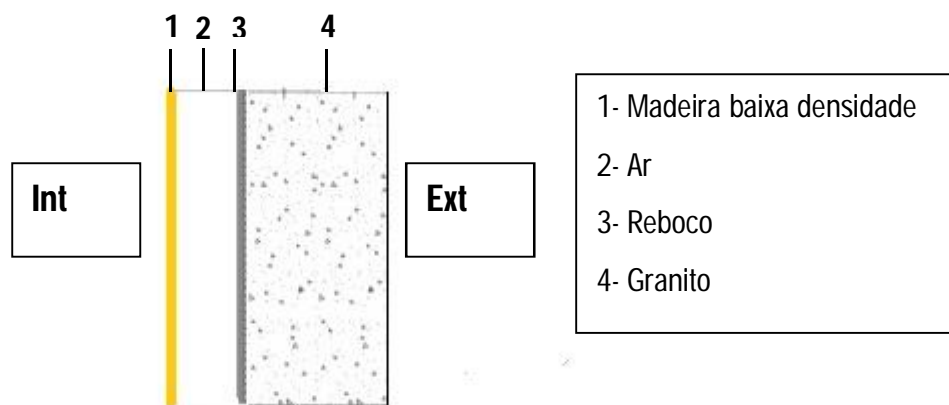


Figura 47-Esquema representativo da solução construtiva P6

8.1.7.Parede em contacto com ENU (P7)

A solução construtiva P7 separa EU de ENU e é constituída por granito. A figura 46 e o quadro 18 caracterização a solução construtiva.

Quadro 18-Characterização da solução construtiva P7.

P7						
Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	Rj [m².°C/W]	ρ [kg/m³]	mt [kg/m²]	Referência
Granito	0,81	2,8	0,29	2600	2106	pag.14 ITE 50 LNEC
Total:	0,81		0,29		2106	

Resistência térmica superficial [m².°C/W]			
	Rsi:	0,13	pag.111 ITE 50 LNEC
	Rse:	0,13	pag.111 ITE 50 LNEC
Resistência térmica Total [m².°C/W]:		0,55	Msi: 1053
U [W/(m².°C)]:		1,82	Msi max. 150

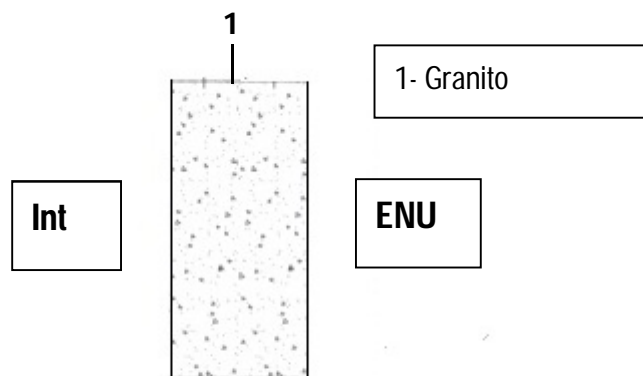


Figura 48- Esquema representativo da solução P7.

8.1.8.Parede em contacto com ENU (P8)

A solução construtiva P8 separa EU de ENU e é constituída por pladur. A figura 47 e o quadro 19 caracterização a solução construtiva.

Quadro 19- Caracterização da solução construtiva P8.

P8						
Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	Rj [m ² .°(C/W)]	ρ [kg/m ³]	mt [kg/m ²]	Referência
Pladur	0,08	0,25	0,30	800,00	60,00	pag.17 ITE 50 LNEC
Total:	0,08		0,30		60,00	
Resistência térmica superficial [m².°(C/W)]						
		Rsi:	0,13			pag.111 ITE 50 LNEC
		Rse:	0,13			pag.111 ITE 50 LNEC
		Resistência térmica Total [m².°(C/W)]:	0,56	Msi:	30	
		U [W/(m².°C)]:	1,79	Msi max.	150	

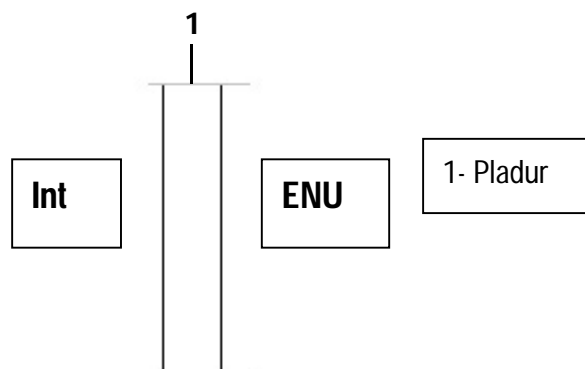


Figura 49- Esquema representativo da solução construtiva P8.

8.1.9. Parede em contacto com o solo (P9)

A solução construtiva P9 contacta com o solo e é constituída por granito em contacto com o solo e reboco em contacto com o interior do edifício. A figura 48 e o quadro 20 caracterização a solução construtiva.

Quadro 20- Caracterização da solução construtiva P9.

P9						
Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	Rj [(m².°C)/W]	ρ [kg/m³]	mt [kg/m²]	Referência
Granito	0,96	2,8	0,34	2600	2496	pag.14 ITE 50 LNEC
Reboco	0,015	1,3	0,01	1900	28,5	pag.17 ITE 50 LNEC
Total:	0,975		0,35		2524,5	
Resistência térmica superficial [m².°C/W]						
		Rsi:	0,13			pag.111 ITE 50 LNEC
		Rse:	0,13			pag.111 ITE 50 LNEC
	Resistência térmica Total [m².°C/W]:		0,61	Msi:	1262,25	
	U [W/(m².°C)]:		1,63	Msi max.	150	

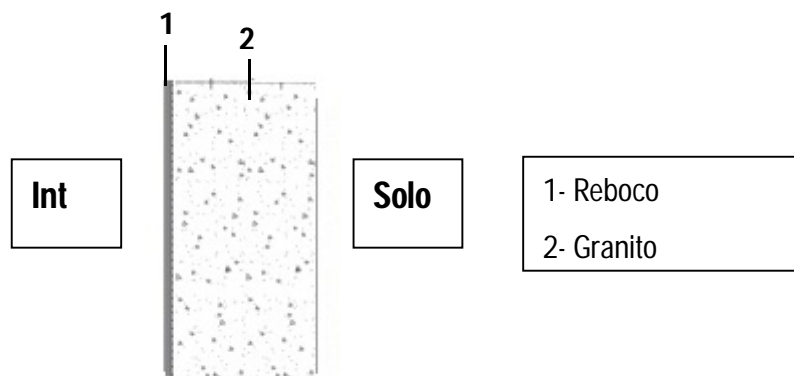


Figura 50- Esquema representativo da solução construtiva P9.

8.1.10. Parede em contacto com o solo (P10)

A solução construtiva P10 contacta com o solo e é constituída por granito em contacto com o solo e mosaico em contacto com o interior do edifício. A figura 49 e o quadro 21 caracterização a solução construtiva

Quadro 21- Caracterização da solução construtiva P10.

P10

Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	Rj [(m².°C)/W]	ρ [kg/m³]	mt [kg/m²]	Referência
Mosaico	0,008	1,30	0,01	2300,00	18,40	pag.110 ITE 50 LNEC
Granito	1,16	2,80	0,41	2600,00	3016,00	pag.14 ITE 50 LNEC
Total:	1,168		0,42		3034,40	

Resistência térmica superficial [m².°C/W]			
	Rsi:	0,13	pag.111 ITE 50 LNEC
	Rsi:	0,13	pag.111 ITE 50 LNEC
Resistência térmica Total [m².°C/W]:		0,68	Msi: 1517,20
U [W/(m².°C)]:		1,47	Msi max. 150

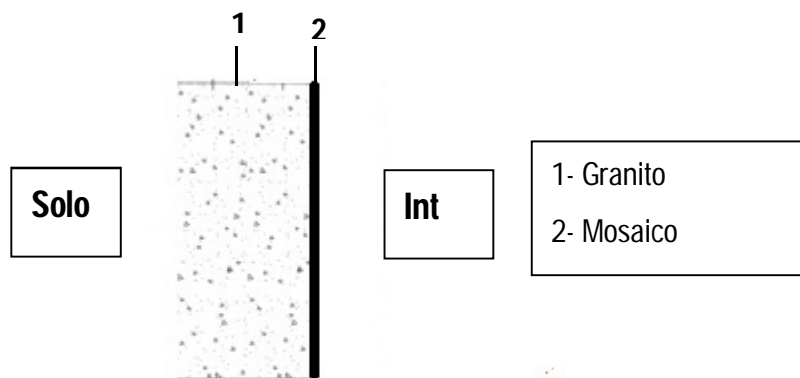


Figura 51-Esquema representativo da solução construtiva P10.

8.1.11.Paredes interior de compartimentação (P11)

A solução construtiva P11 serve de compartimentação interior do edifício e é constituída por reboco, granito e reboco. A figura 50 e o quadro 22 caracterizam a solução construtiva P11.

Quadro 22-Characterização de P11.

P11						
Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	Rj [(m².°C)/W]	ρ [kg/m³]	mt [kg/m²]	Referência
Reboco	0,02	1,3	0,01	1900	28,5	pag.17 ITE 50 LNEC
Granito	0,83	2,8	0,30	2600	2158	pag.14 ITE 50 LNEC
Reboco	0,015	1,3	0,01	1900	28,5	pag.17 ITE 50 LNEC
Total:	0,86		0,32		2215,00	

Resistência térmica superficial [m².°C/W]			
Rsi:	0,13		pag.111 ITE 50 LNEC
Rsi:	0,13		pag.111 ITE 50 LNEC
Resistência térmica Total [m².°C/W]:	0,58	Msi:	2215,00
U [W/(m².°C)]:	1,73	Msi max.	300

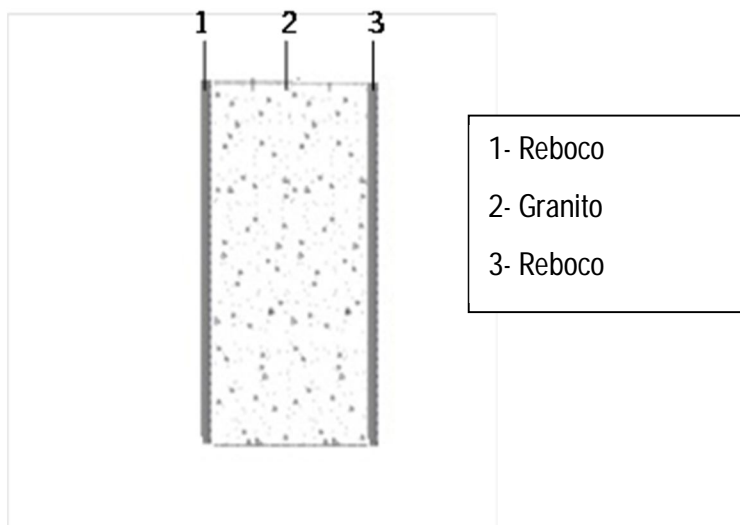


Figura 52-Esquema representativo de P11.

8.1.12.Paredes em contacto com edificio adjacente (P12)

A solução construtiva P12 contacta um edificio adjacente. É constituída por reboco na parte interior do edificio e granito do lado do ENU. A figura 51 e o quadro 23 caracterização a solução P12.

Quadro 23-Characterização de P12.

P12

Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	Rj [(m².°C)/W]	ρ [kg/m³]	mt [kg/m²]	Referência
Granito	0,29	2,8	0,10	2600	754	pag.14 ITE 50 LNEC
Reboco	0,015	1,3	0,01	1900	28,5	pag.17 ITE 50 LNEC
Total:	0,305		0,12		782,5	

Resistência térmica superficial [m².°C/W]			
	Rsi:	0,13	pag.111 ITE 50 LNEC
	Rsi:	0,13	pag.111 ITE 50 LNEC
Resistência térmica Total [m².°C/W]:		0,38	Msi: 391,25
U [W/(m².°C)]:		2,67	Msi max. 150

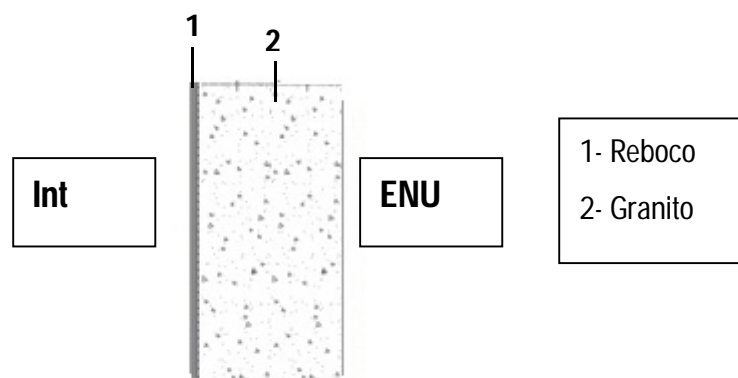


Figura 53- Esquema representativo de P12.

8.1.13. Paredes em contacto com edifício adjacente (P13)

A solução construtiva P13 contacta um edifício adjacente. É constituída por madeira de baixa densidade na parte interior do edifício, ar, reboco e granito do lado do ENU. A figura 52 e o quadro 24 caracterização a solução P13.

Quadro 24- Caracterização de P13.

P 13						
Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	R_j [(m².°C)/W]	ρ [kg/m³]	mt [kg/m²]	Referência
Madeira (baixa densidade)	0,025	0,15	0,17	500	12,5	pag.17 ITE 50 LNEC
Ar	0,08		0,18	800	64	pag.111 ITE 50 LNEC
Reboco	0,015	1,3	0,01	1900	28,5	pag.17 ITE 50 LNEC
Granito	0,97	2,8	0,35	2600	2522	pag.14 ITE 50 LNEC
Total:	1,09		0,70		2627	
Resistência térmica superficial [m².°C/W]						
		Rsi:	0,13			pag.111 ITE 50 LNEC
		Rse:	0,13			pag.111 ITE 50 LNEC
Resistência térmica Total [m².°C/W]:			0,96	Msi:	1313,5	
U [W/(m².°C)]:			1,04	Msi max.	150	

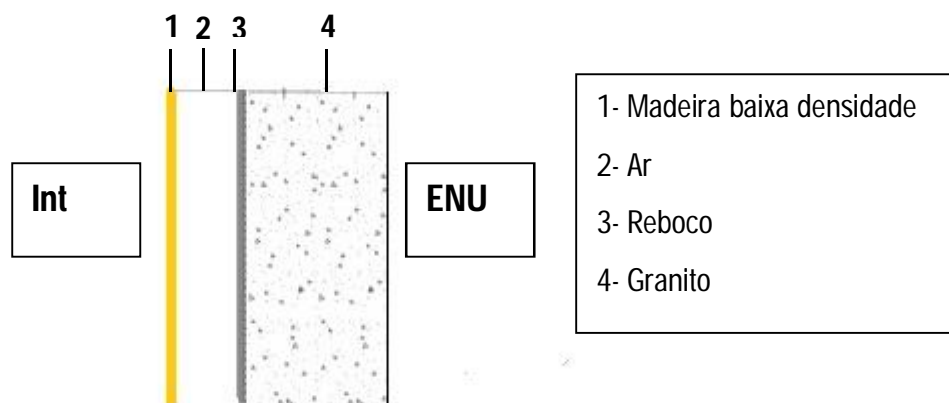


Figura 54-Esquema representativo de P13.

8.1.14. Estreitamento de parede para janela (PTP1 em solução construtiva P1)

O estreitamento de parede para janela PTP1 é uma redução significativa da espessura da solução construtiva P1 formando uma ponte térmica plana. A figura 53 e o quadro 25 caracterizam a solução.

Quadro 25- Caracterização de PTP1 Em P1.

PTP1						
Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	Rj [(m².°C)/W]	ρ [kg/m³]	mt [kg/m²]	Referência
Reboco	0,02	1,3	0,01	1900	28,5	pag.17 ITE 50 LNEC
Granito	0,24	2,8	0,09	2600	624	pag.14 ITE 50 LNEC
Reboco	0,015	1,3	0,01	1900	28,5	pag.17 ITE 50 LNEC
Total:	0,27		0,11		681,00	

Resistência térmica superficial [m².°C/W]			
	Rsi:	0,13	pag.111 ITE 50 LNEC
	Rse:	0,04	pag.111 ITE 50 LNEC
Resistência térmica Total [m².°C/W]:		0,28	Msi: 340,50
U [W/(m².°C)]:		3,59	Msi max. 150

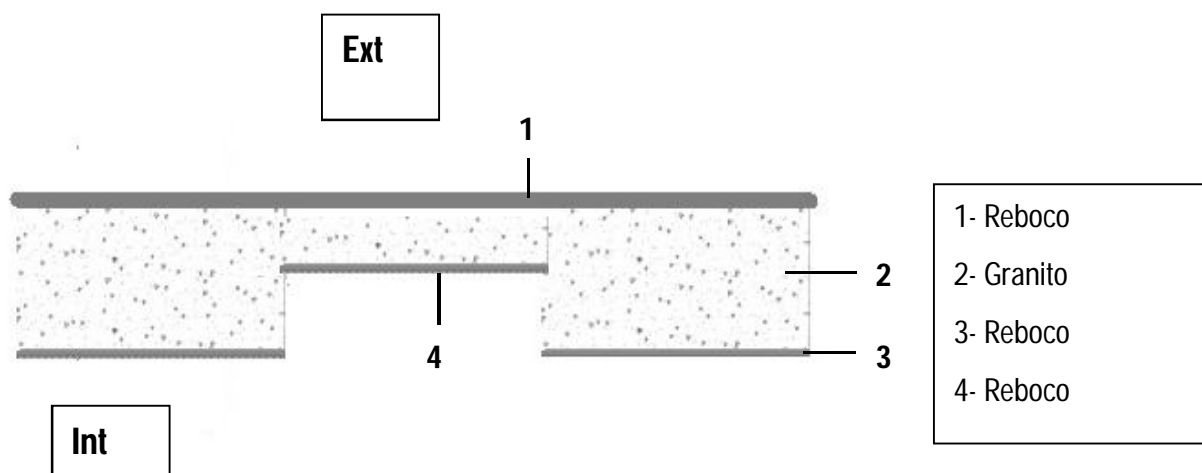


Figura 55- Esquema representativo de PTP1 em P1.

8.1.15. Estreitamento de parede para janela (PTP2 em solução construtiva P1, P2 e P5)

O estreitamento de parede para janela PTP2 é uma redução significativa da espessura da solução construtiva P1 ou P2 ou P5, formando uma ponte térmica plana. A figura 54 e o quadro 26 caracterizam a solução.

Quadro 26- Caracterização de PTP2 em P1.

PTP2						
Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	Rj [(m².°C)/W]	ρ [kg/m³]	mt [kg/m²]	Referência
Granito	0,24	2,8	0,09	2600	624	pag.14 ITE 50 LNEC
Reboco	0,015	1,3	0,01	1900	28,5	pag.17 ITE 50 LNEC
Total:	0,255		0,10		652,5	
Resistência térmica superficial [m².°C/W]						
		Rsi:	0,13			pag.111 ITE 50 LNEC
		Rse:	0,04			pag.111 ITE 50 LNEC
		Resistência térmica Total [m².°C/W]:	0,27	Msi:	326,25	
		U [W/(m².°C)]:	3,74	Msi max.:	150	

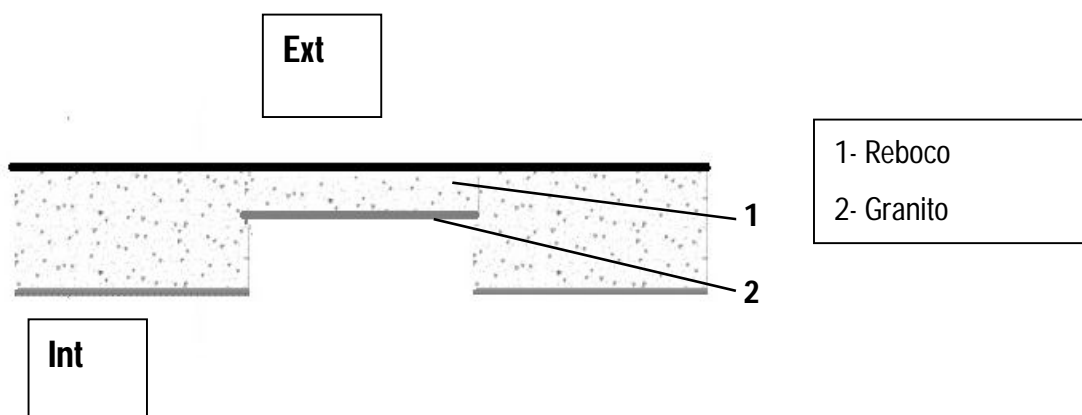


Figura 56- Esquema representativo de PTP 2

8.2.Pavimentos

8.2.1.Pavimento sobre o solo (PS1)

O pavimento sobre o solo PS1 é constituído por grés cerâmico no interior, argamassa, camada de regularização e aglomerado rochoso de seixo. Os elementos de PS1 foram arbitrados, não se tendo a total certeza da natureza dos elementos construtivos do pavimento, no entanto arbitrou-se de acordo com uma solução construtiva típica deste tipo de edifícios. A figura 55 e o quadro 27 caracterização a solução construtiva.

Quadro 27- Caracterização de PS1.

PS 1						
Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	Rj [(m².°C)/W]	ρ [kg/m³]	mt [kg/m²]	Referência
Grés cerâmico	0,008	1,3	0,01	2300	18,4	pag.14 ITE 50 LNEC
Argamassa de assentamento	0,005	1,3	0,004	1900	9,5	pag.17 ITE 50 LNEC
Camada de regularização	0,03	1,65	0,018	2100	63	pag.15 ITE 50 LNEC
Aglomerado rochoso (Seixo)	0,2	2	0,1	1800	360	pag.19 ITE 50 LNEC
Total:	0,243		0,13		450,90	

Resistência térmica superficial [m².°C/W]			
	Rsi:	0,17	pag.111 ITE 50 LNEC
	Rsi:	0,17	pag.111 ITE 50 LNEC
Resistência térmica Total [m².°C/W]:		0,47	Msi: 225,45
U [W/(m².°C)]:		2,14	Msi max. 150

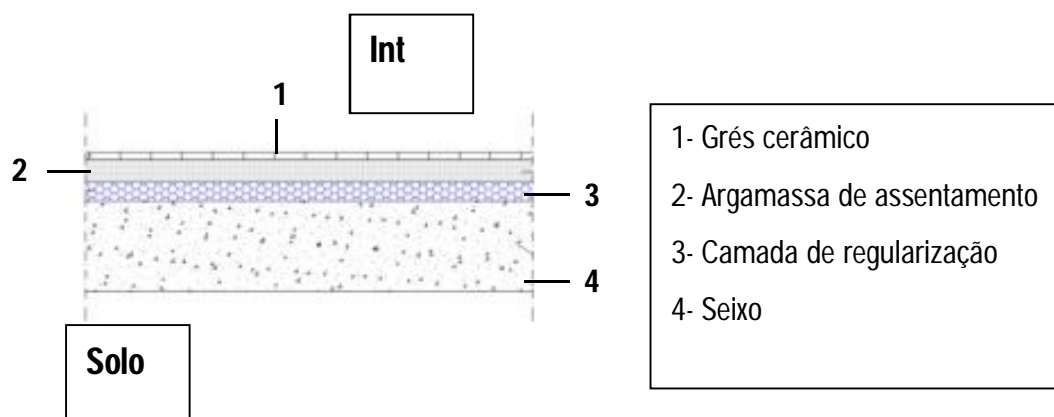


Figura 57-Esquema representativo de PS1.

8.2.2.Pavimento sobre o solo (PS2)

O pavimento sobre o solo PS2 é constituído por mármore no interior, argamassa, camada de regularização e aglomerado rochoso de seixo. Os elementos de PS2 foram arbitrados, não se tendo a total certeza da natureza dos elementos construtivos do pavimento, no entanto arbitrou-se de acordo com uma solução construtiva típica deste tipo de edifícios. A figura 56 e o quadro 28 caracterização a solução construtiva.

Quadro 28-Characterização de PS2.

PS 2						
Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	Rj [(m².°C)/W]	ρ [kg/m³]	mt [kg/m²]	Referência
Mármore	0,008	3,5	0,00	2700	21,6	pag.14 ITE 50 LNEC
Argamassa de assentamento	0,005	1,3	0,004	1900	9,5	pag.17 ITE 50 LNEC
Camada de regularização	0,03	1,65	0,018	2100	63	pag.15 ITE 50 LNEC
Aglomerado rochoso (seixo)	0,2	2	0,1	1800	360	pag.19 ITE 50 LNEC
Total:	0,243		0,12		454,10	

Resistência térmica superficial [m².°C/W]			
	Rsi:	0,17	pag.111 ITE 50 LNEC
	Rsi:	0,17	pag.111 ITE 50 LNEC
Resistência térmica Total [m².°C/W]:		0,46	Msi: 227,05
U [W/(m².°C)]:		2,15	Msi max. 150

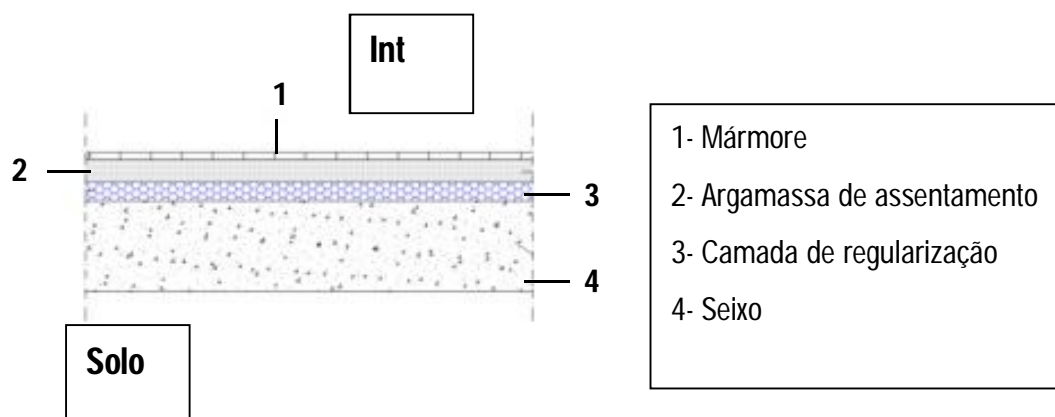


Figura 58- Esquema representativo de PS2.

8.2.3. Pavimento sobre o solo (PS3)

O pavimento sobre o solo PS3 é constituído por granito no interior, camada de regularização e aglomerado rochoso de seixo. Os elementos de PS3 foram arbitrados, não se tendo a total certeza da natureza dos elementos construtivos do pavimento, no entanto arbitrou-se de acordo com uma solução construtiva típica deste tipo de edifícios. A figura 57 e o quadro 29 caracterização a solução construtiva.

Quadro 29- Caracterização de PS3.

PS 3						
Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	R_j [(m ² .°C)/W]	ρ [kg/m ³]	mt [kg/m ²]	Referência
Granito	0,01	1,30	0,01	1900,00	19,00	pag.14 ITE 50 LNEC
Camada de regularização	0,03	1,65	0,02	2100,00	63,00	pag.15 ITE 50 LNEC
Aglomerado rochoso (seixo)	0,20	2,00	0,10	1800,00	360,00	pag.19 ITE 50 LNEC
Total:	0,24		0,13		442,00	

Resistência térmica superficial [m ² .°C/W]			
	R_{si}:	0,17	pag.111 ITE 50 LNEC
	R_{se}:	0,17	pag.111 ITE 50 LNEC
	Resistência térmica Total [m².°C/W]:	0,47	M_{si}: 221
	U [W/(m².°C)]:	2,15	M_{si max.}: 150

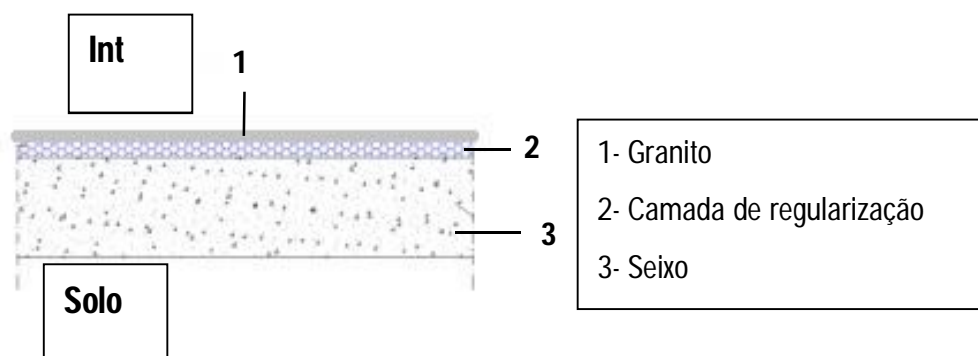


Figura 59-Esquema representativo de PS3.

8.2.4.Pavimento sobre ENU (Pa1)

O pavimento sobre ENU Pa1 é constituído por castanho no interior, camada de regularização e Blocos de betão normal e madeira semi-densa na parte do ENU. Os elementos de Pa1 foram arbitrados, não se tendo a total certeza da natureza dos elementos construtivos do pavimento, no entanto arbitrou-se de acordo com uma solução construtiva típica deste tipo de edifícios. A figura 58 e o quadro 30 caracterização a solução construtiva.

Quadro 30-Characterização de Pa1.

Pa1						
Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	Rj [m².°(C/W)]	ρ [kg/m³]	mt [kg/m²]	Referência
Madeira semi densa (Castanho)	0,03	0,18	0,17	600	18	pag.17 ITE 50 LNEC
Camada de regularização	0,04	1,65	0,024	2000	80	pag.15 ITE 50 LNEC
Blocos de betão Normal	0,35		0,23	1200	420	pag.115 ITE 50 LNEC
Madeira semi densa	0,02	0,18	0,11	600	12	pag.17 ITE 50 LNEC
Total:	0,44		0,53		450	

Resistência térmica superficial [m².°(C/W)]			
	Rsi:	0,1	pag.111 ITE 50 LNEC
	Rsi:	0,1	pag.111 ITE 50 LNEC
	Resistência térmica Total [m².°(C/W)]:	0,73	Msi: 225
	U [W/(m².°C)]:	1,37	Msi max. 150

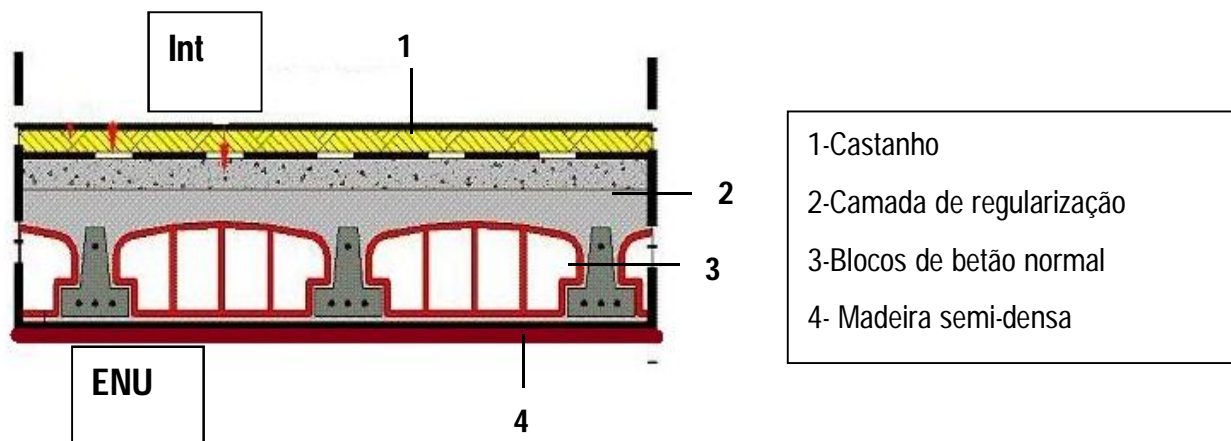


Figura 60- Esquema representativo de Pa1.

8.3.Coberturas

8.3.1.Cobertura exterior (C1)

A cobertura exterior C1 é constituída por placas de madeira interior, estrutura de madeiral e telha na parte do exterior. Considerou-se o fluxo de calor como sendo só ascendente de vido a temperatura média de verão ser inferior a 25°C. O valore do coeficiente de transmissão térmica (U) foi retirado directamente do ITE-50 [12].A figura 59 e o quadro 31 caracterização a solução construtiva

Quadro 31- Caracterização de C1.

C1							
Fluxo ascendente	pag.II 75 ITE 50 LNEC						
Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	Rj [m².°(C/W)]	ρ [kg/m³]	mt [kg/m²]	Referência	
Telha	0,01	-	-	1000	10	pag.14 ITE 50 LNEC	
Estrutura de madeira	0,1	-	-	565	56,5	pag.17 ITE 50 LNEC	
Placas de madeira	0,01	-	-	300	3	pag.17 ITE 50 LNEC	
-	-	-	-	-	-	-	
Total:	-				69,50		

Resistência térmica superficial [m².°(C/W)]			
	Rse:	-	-
	Rsi:	-	-
Resistência térmica Total [m².°(C/W)]:		-	Msi: 34,75
U [W/(m².°C)]:		3,80	Msi max. 150

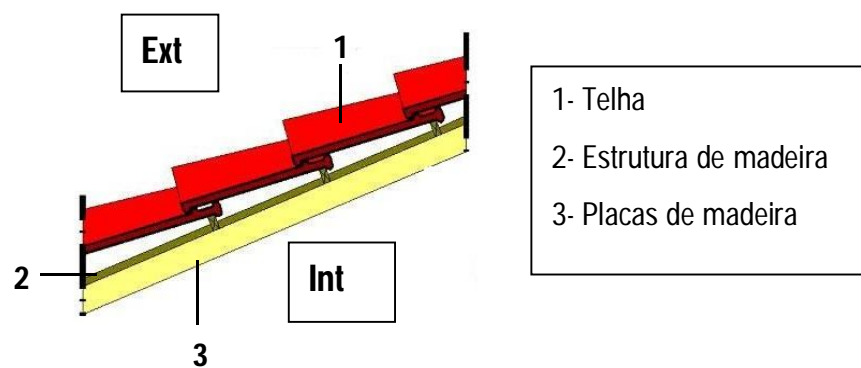


Figura 61-Esquema representativo de C1.

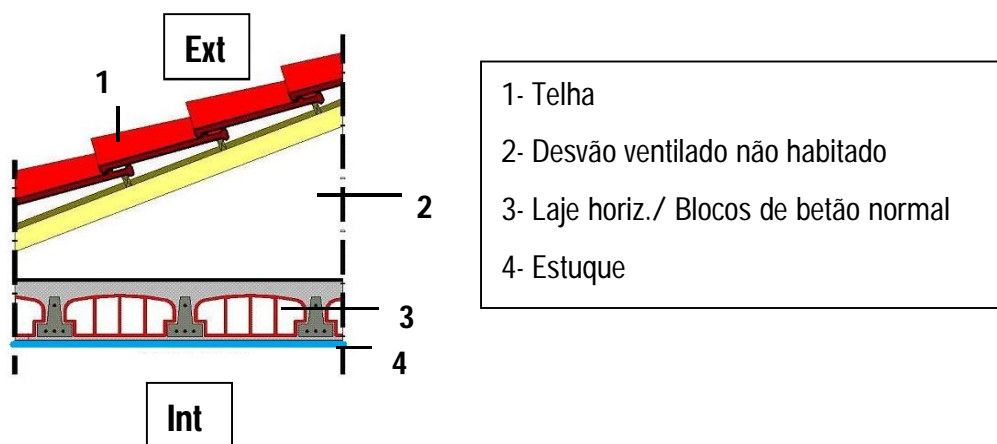
8.3.2.Cobertura exterior (C2)

A cobertura exterior C2 é constituída por estuque no interior, placas de madeira, blocos de betão, um desvão não ventilado e telha na parte do exterior. Considerou-se o fluxo de calor como sendo só descendente devido a C2 ser a cobertura da parte superior de uma caixa de escadas, estando mais fria que o exterior no Inverno e a incidência directa do sol no verão provocar o aquecimento de C2 que libertará calor para o interior do edifício em fluxo descendente. O valor do coeficiente de transmissão térmica (U) foi retirado directamente do ITE-50 [12].A figura 60 e o quadro 32 caracterização a solução construtiva

Quadro 32-Characterização de C2.

C2						
Fluxo descendente	pag.II 87 ITE 50 LNEC					
Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	Rj [m².(C/W)]	ρ [kg/m³]	mt [kg/m²]	Referência
Telha	0,01	-	-	1000	10	pag.I4 ITE 50 LNEC
Desvão ventilado não habitado	-	-	-	-	-	-
Lage horizontal blocos de betão normal	0,23	-	-	1200	276	pag.I15 ITE 50 LNEC
Estuque	0,01	-	-	1000	10	pag.I4 ITE 50 LNEC
Total:	-				296,00	

Resistência térmica superficial [m².(C/W)]			
	Rse:	-	-
	Rsi:	-	-
Resistência térmica Total [m².(C/W)]:		-	Msi: 148
U [W/(m².°C)]:	1,50	Msi max.	150



- 1- Telha
- 2- Desvão ventilado não habitado
- 3- Laje horiz./ Blocos de betão normal
- 4- Estuque

Figura 62-Esquema representativo de C2.

8.3.3.Laje de tecto em contacto com ENU (C3)

A laje de tecto em contacto com ENU C3 é constituída por madeira semi densa no interior, caixa-de-ar, blocos de betão, camada de regularização e castanho na parte do ENU. Os elementos de C3 foram arbitrados, não se tendo a total certeza da natureza dos elementos construtivos da laje, no entanto arbitrou-se de acordo com uma solução construtiva típica deste tipo deste edifícios. A figura 61 e o quadro 33 caracteriza a solução construtiva.

Quadro 33-Characterização de C3.

C3						
Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	Rj [m².°C/W]	ρ [kg/m³]	mt [kg/m²]	Referência
Madeira semi densa (Castanho)	0,03	0,18	0,17	600	18	pag.17 ITE 50 LNEC
Camada de regularização	0,04	1,65	0,024	2000	80	pag.15 ITE 50 LNEC
Blocos de betão Normal	0,35		0,23	1200	420	pag.115 ITE 50 LNEC
Ar (sentido ascendente)	0,27		0,16		0	pag.111 ITE 50 LNEC
Madeira semi densa	0,02	0,18	0,11	600	12	pag.17 ITE 50 LNEC
Total:	0,71		0,69		530,00	
Resistência térmica superficial [m².°C/W]						
		Rsi:	0,1			pag.111 ITE 50 LNEC
		Rsi:	0,1			pag.111 ITE 50 LNEC
Resistência térmica Total [m².°C/W]:			0,89	Msi:	265	
U [W/(m².°C)]:			1,12	Msi max.	150	

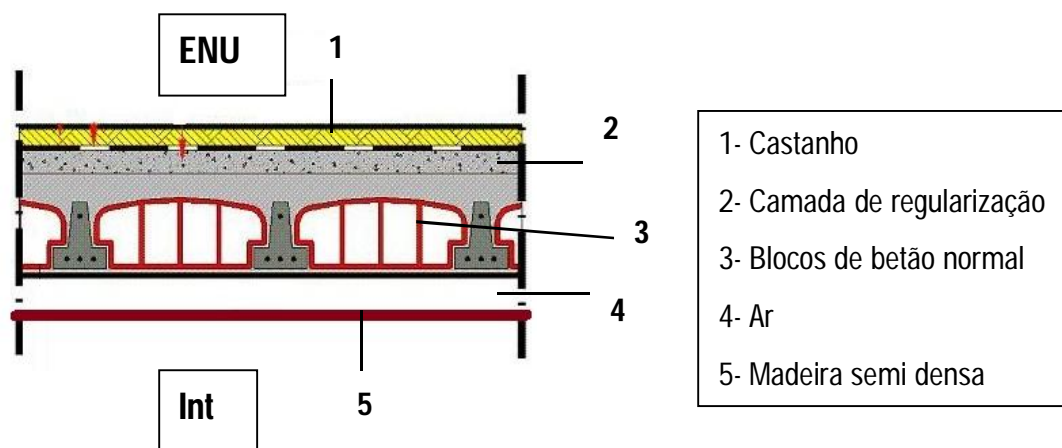


Figura 63- Esquema representativo de C3.

8.3.4. Laje de tecto em contacto com ENU (C4)

A laje de tecto em contacto com ENU C4 é constituída por madeira semi densa no interior, blocos de betão, camada de regularização e castanho na parte do ENU. Os elementos de C4 foram arbitrados, não se tendo a total certeza da natureza dos elementos construtivos da laje, no entanto arbitrou-se de acordo com uma solução construtiva típica deste tipo de edifícios. A figura 62 e o quadro 34 caracterização a solução construtiva

Quadro 34- Caracterização de C4.

C4						
Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	Rj [m².°(C/W)]	ρ [kg/m³]	mt [kg/m²]	Referência
Madeira semi densa (Castanho)	0,03	0,18	0,17	600	18	pag.17 ITE 50 LNEC
Camada de regularização	0,04	1,65	0,024	2000	80	pag.15 ITE 50 LNEC
Blocos de betão Normal	0,35		0,23	1200	420	pag.115 ITE 50 LNEC
Madeira semi densa	0,02	0,18	0,11	600	12	pag.17 ITE 50 LNEC
Total:	0,44		0,53		450	

Resistência térmica superficial [m².°(C/W)]			
Rsi:	0,1		pag.111 ITE 50 LNEC
Rse:	0,1		pag.111 ITE 50 LNEC
Resistência térmica Total [m².°(C/W)]:	0,73	Msi:	225
U [W/(m².°C)]:	1,37	Msi max.:	150

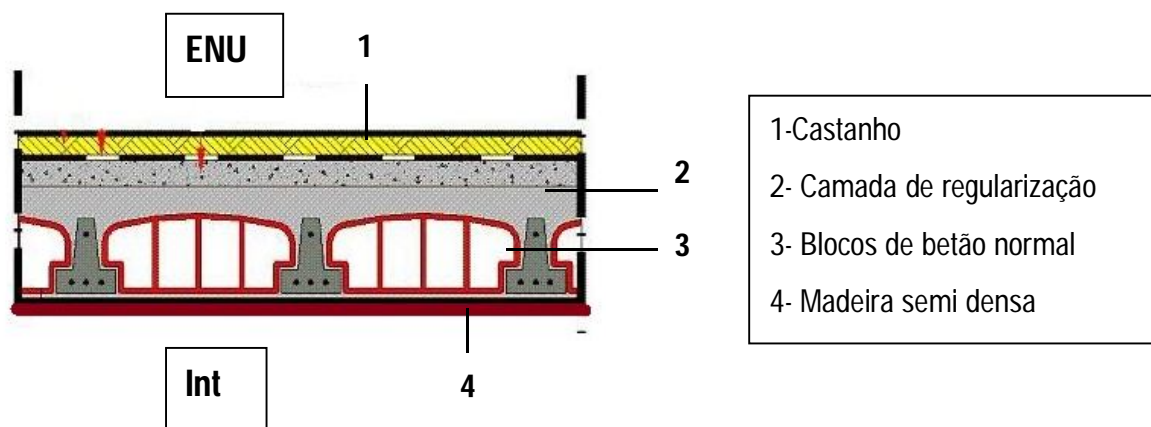


Figura 64-Esquema representativo de C4.

8.3.5.Laje de tecto em contacto com ENU (C5)

A laje de tecto em contacto com ENU C5 é constituída por madeira semi densa no interior, caixa-de-ar, blocos de betão, camada de regularização e soalho na parte do ENU. Os elementos de C5 foram arbitrados, não se tendo a total certeza da natureza dos elementos construtivos da laje, no entanto arbitrou-se de acordo com uma solução construtiva típica deste tipo de edifícios. A figura 63 e o quadro 35 caracterização a solução construtiva.

Quadro 35-Characterização de C5.

C5						
Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	Rj [m².°(C/W)]	ρ [kg/m³]	mt [kg/m²]	Referência
Soalho	0,02	0,23	0,09	800	16	pag.18 ITE 50 LNEC
Camada de regularização	0,04	1,65	0,024	2000	80	pag.15 ITE 50 LNEC
Blocos de betão Normal	0,35	-	0,23	1200	420	pag.115 ITE 50 LNEC
Madeira semi densa	0,02	0,18	0,11	600	12	pag.17 ITE 50 LNEC
Total:	0,43		0,45		448	
Resistência térmica superficial [m².°(C/W)]						
		Rsi:	0,1			pag.111 ITE 50 LNEC
		Rsi:	0,1			pag.111 ITE 50 LNEC
		Resistência térmica Total [m².°(C/W)]:	0,65	Msi:	224	
		U [W/(m².°C)]:	1,53	Msi max.:	150	

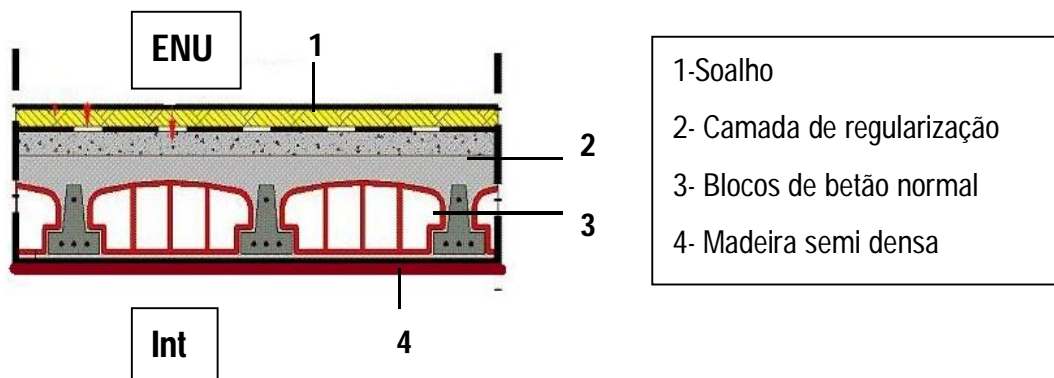


Figura 65- Esquema representativo de C5.

8.3.6.Laje de tecto em contacto com ENU (C6)

A laje de tecto em contacto com ENU C6 é constituída por madeira semi densa no interior, caixa-de-ar, blocos de betão, camada de regularização na parte do ENU. Os elementos de C6 foram arbitrados, não se tendo a total certeza da natureza dos elementos construtivos da laje, no entanto arbitrou-se de acordo com uma solução construtiva típica deste tipo de edifícios. A figura 64 e o quadro 36 caracterização a solução construtiva.

Quadro 36- Caracterização de C6.

C6						
Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	Rj [m².°(C/W)]	ρ [kg/m³]	mt [kg/m²]	Referência
Camada de regularização	0,04	1,65	0,024	2000	80	pag.15 ITE 50 LNEC
Blocos de betão Normal	0,35		0,23	1200	420	pag.115 ITE 50 LNEC
Madeira semi densa	0,02	0,18	0,11	600	12	pag.17 ITE 50 LNEC
Total:	0,41		0,37		432	
Resistência térmica superficial [m².°(C/W)]						
		Rsi:	0,1			pag.111 ITE 50 LNEC
		Rsi:	0,1			pag.111 ITE 50 LNEC
		Resistência térmica Total [m².°(C/W)]:	0,57	Msi:	216	
		U [W/(m².°C)]:	1,77	Msi max.:	150	

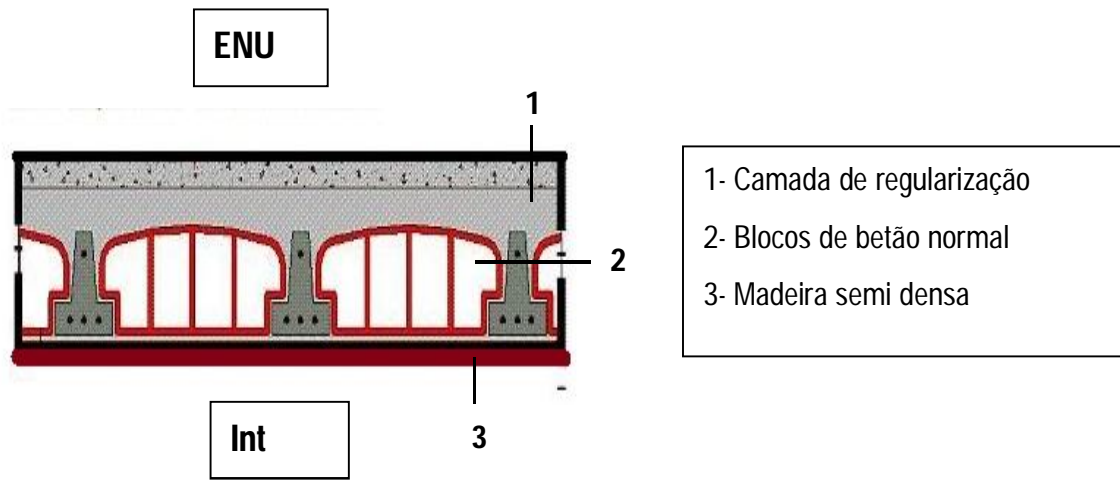


Figura 66- Esquema representativo de C6.

8.3.7. Laje de tecto em contacto com ENU (C7)

A laje de tecto em contacto com ENU C7 é constituída por placas de madeira no interior, desvão ventilado (ENU) e telha. Os elementos de C7 foram arbitrados, não se tendo a total certeza da natureza dos elementos construtivos da laje, no entanto arbitrou-se de acordo com uma solução construtiva típica deste tipo de edifícios. Embora o ENU seja o desvão não ventilado considerou-se para o cálculo cobertura completa, sendo o sentido do fluxo de calor ascendente devido à temperatura média de verão ser inferior a 25°C. A figura 65 e o quadro 37 caracterização a solução construtiva

Quadro 37- Caracterização de C7.

C7						
Fluxo ascendente	pag.II 75 ITE 50 LNEC					
Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	Rj [m².°C/W]	ρ [kg/m³]	mt [kg/m²]	Referência
Telha	0,01	-	-	1000	10	pag.I4 ITE 50 LNEC
Desvão ventilado	-	-	-	0	0	
Placas de madeira	0,01	-	-	300	3	pag.I7 ITE 50 LNEC
Total:	-				69,50	

Resistência térmica superficial [m².°C/W]			
	Rsi:	-	-
	Rse:	-	-
Resistência térmica Total [m².°C/W]:			Msi: 34,75
U [W/(m².°C)]:	3,80	Msi max.	150

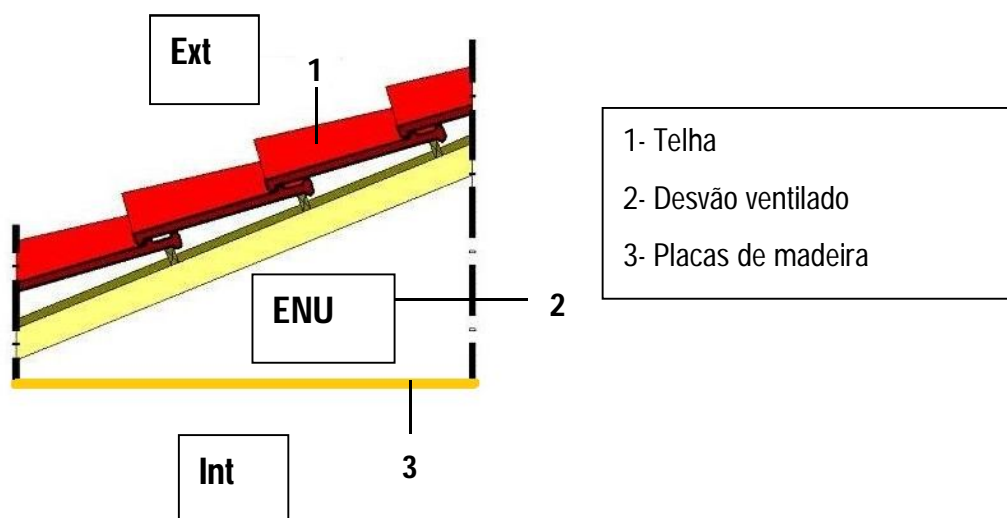


Figura 67- Esquema representativo de C7.

8.3.8. Laje de compartimentação interior (C8)

A laje de tecto de compartimentação interior C8 é constituída por madeira densa de ambas as faces interiores, camada de regularização e blocos de betão normal. Os elementos de C8 foram arbitrados, não se tendo a total certeza da natureza dos elementos construtivos da laje, no entanto arbitrou-se de acordo com uma solução construtiva típica deste tipo de edifícios. A figura 66 e o quadro 38 caracterização a solução construtiva

Quadro 38- Caracterização de C8.

C8						
Constituição	Espessura [m]	λ [W/(m.°C)]	Rj [m².°(C/W)]	ρ [kg/m³]	mt [kg/m²]	Referência
Madeira semi densa	0,03	0,18	0,17	600	18	pag.17 ITE 50 LNEC
Camada de regularização	0,04	1,65	0,024	2000	80	pag.15 ITE 50 LNEC
Blocos de betão Normal	0,35	-	0,23	1200	420	pag.115 ITE 50 LNEC
Madeira semi densa	0,02	0,18	0,11	600	12	pag.17 ITE 50 LNEC
Total:	0,44		0,53		450	

Resistência térmica superficial [m².°(C/W)]			
	Rsi:	0,17	pag.111 ITE 50 LNEC
	Rsi:	0,17	pag.111 ITE 50 LNEC
	Resistência térmica Total [m².°(C/W)]:	0,87	Msi: 150,00
	U [W/(m².°C)]:	1,15	Msi max. 300

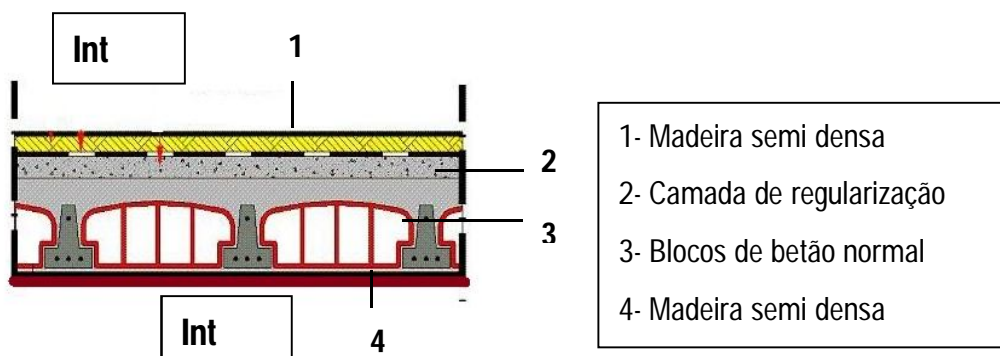


Figura 68- Esquema representativo de C8.

8.4.Vãos envidraçados

Os vãos envidraçados são elementos construtivos com relevância nos ganhos e perdas térmicas dos edifícios, afectando as necessidades de aquecimento, arrefecimento e iluminação. O presente capítulo pretende apresentar as características dos vãos envidraçados que permitem o cálculo dos ganhos e das perdas térmicas dos mesmos. Os vãos envidraçados estão assinalados nas figuras abaixo. Não serão explicados todas as definições e processos de cálculo sobre os envidraçados, propõem-se ao leitor que se apoie no número 4 do anexo IV e no anexo V decreto-lei RCCTE [3] para tal. No anexo C e D encontra-se os quadros com as restantes características dos vãos envidraçados não enunciados neste capítulo.

Os dados utilizados do RCCTE [3] para o presente capítulo foram:

1. Factor de orientação (X) retirado do quadro IV.4
2. Fracção envidraçada (Fg) retirada do quadro IV.5, para os diferentes tipos de caixilharia.
3. Factor solar dos vidros (gv), retirado da tabela IV.4.1
4. Factor de sombreamento do horizonte (Fh), situação de inverno, retirado da tabela IV.5
5. Factor de sombreamento horizontal (Fo), situação de inverno, retirado da tabela IV.6
6. Factor de sombreamento vertical (Ff), situação de inverno, retirado da tabela IV.7
7. Factor de sombreamento horizontal (Fo), situação de verão, retirado da tabela V.1
8. Factor de sombreamento vertical (Ff), situação de verão, retirado da tabela V.2
9. Factor de correcção da selectividade angular (Fw), situação de verão, retirado do quadro V.3
10. Valores do factor solar com protecção solar 100 % activada, (g100%), para vidros incolor retirado do quadro V.4
11. Cor da superfície exterior da protecção solar, retirado do quadro V.5

As áreas, ângulos de elementos horizontais e verticais adjacentes foram calculados com recurso do programa "Autocad", todos os outros dados dos vãos envidraçados foram retirados por observação directa no local.

Nos casos em que os vidros aplicados sejam diferentes dos incolores correntes, o factor solar 100% activo dos vãos envidraçados com dispositivos de protecção solar interiores ou com protecção exterior opaca são calculados pelas equações (1) e (2) do número 2.3 do anexo V do RCCTE [3]. Nos vãos protegidos por mais de uma protecção solar, utiliza-se para o cálculo de g100% a equação (3) e (4) do número 2.3 do anexo V do RCCTE [3].

O valor do factor de correcção da selectividade angular (F_w), situação de inverno considera-se 0,9 para todos os tipos de vidros. É um facto que no numero 4.3.5 do anexo IV do RCCTE [3] só indica este valor para os vidros comuns correntes, no entanto como os envidraçados do edificio são antigos e não se consegue obter as especificações dos mesmo, optou-se por utilizar o valor de (F_w) 0,9 para todo tipo de envidraçado.

Alguns vidros do edificio estão permanentemente tapados com obras de arte, ou com as portadas interiores sempre fechadas, nestes casos considera-se que tanto o factor de envidraçado de inverno, verão e com as protecções 100% iguais são iguais.

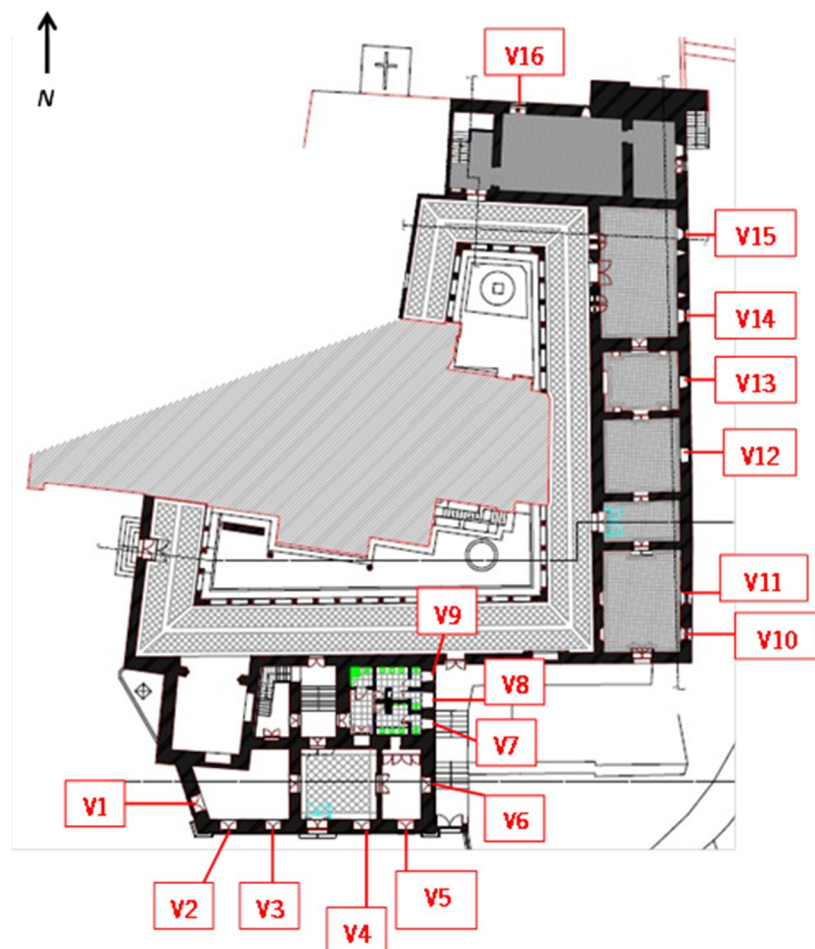


Figura 69- Localização dos diferentes vãos envidraçados na planta do Rés-do-chão. (Sem escala)

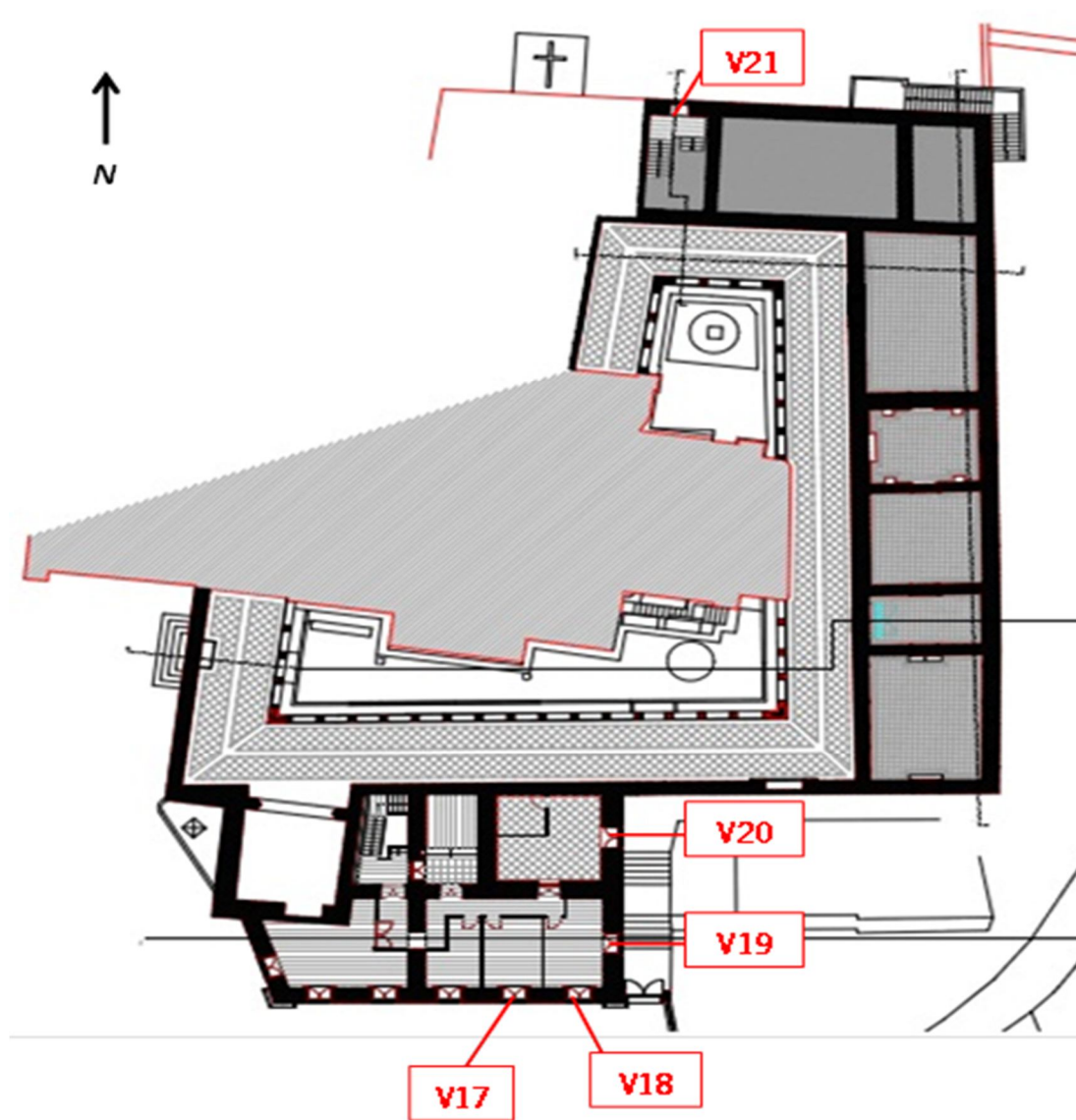


Figura 70- Localização dos diferentes vãos envidraçados na planta do 1ºAndar. (Sem escala)

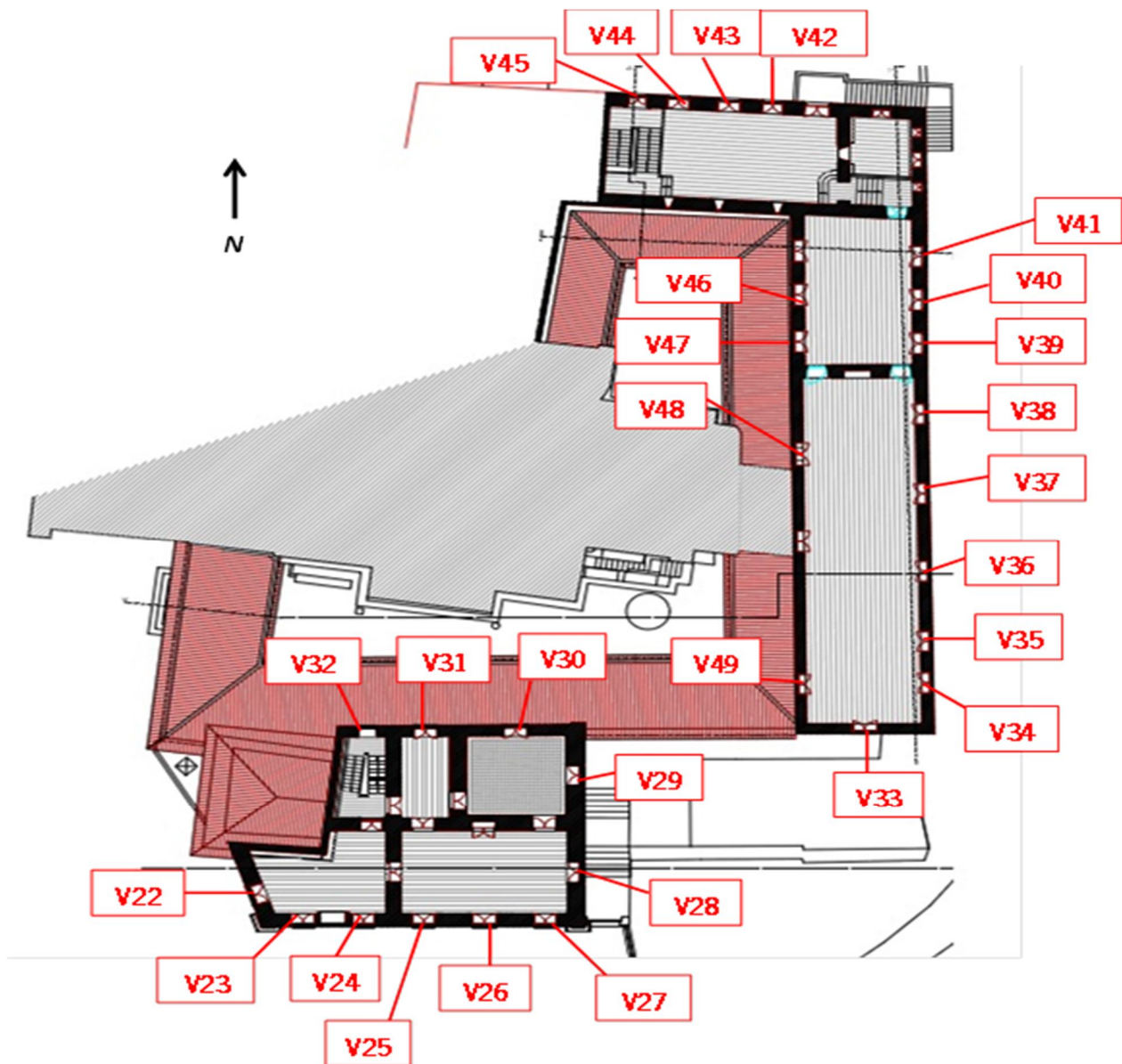


Figura 71- Localização dos diferentes vãos envidraçados na planta do 2ºAndar. (Sem escala)

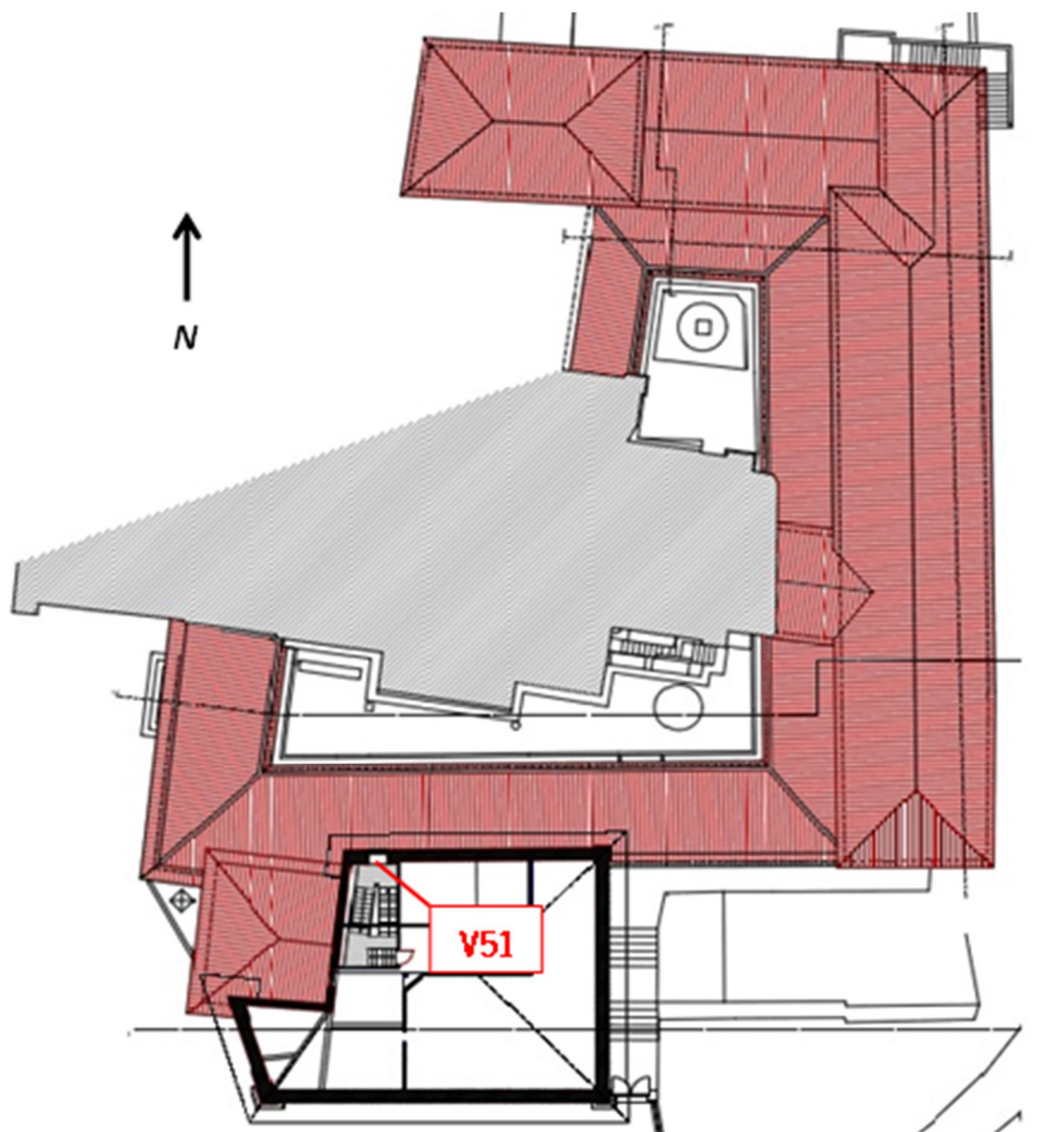


Figura 72- Localização dos diferentes vãos envidraçados na planta do Sótão. (Sem escala)

Quadro 39- Caracterização dos vãos envidraçados V1 a V10.

Vão envidraçado	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
Área [m²]	2,21	2,4	2,4	2,4	2,4	2,69	1,06	1,82	1,06	1,8
Orientação	W	S	S	S	S	E	E	E	E	E
Tipo de envidraçado	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples
Tipo de vão Envidraçado	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples
Tipo de caixilho	Madeira com quadrícula	Madeira com quadrícula	Madeira com quadrícula	Madeira com quadrícula	Madeira com quadrícula	Madeira com quadrícula	Metal com quadrícula (estanho)	Metal com quadrícula (estanho)	Metal com quadrícula (estanho)	Metal com quadrícula (estanho)
Material do envidraçado	Vidro incolor 4mm	Vidro incolor 4mm	Vidro incolor 4mm	Vidro incolor 4mm	Vidro incolor 4mm	Vidro incolor 4mm	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm
Proteção solar	Portadas interiores de madeira (opacas) cor clara	Portadas interiores de madeira (opacas) cor clara	Portadas interiores de madeira (opacas) cor clara	Portadas interiores de madeira (opacas) cor clara	Portadas interiores de madeira (opacas) cor clara	Parede opaca tijolo	Não tem	Não tem	Não tem	Não tem
Factor de orientação [X]	0,56	1	1	1	1	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Factor solar										
g _L vidro	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,7	0,7	0,7	0,7
g _L 100%	0,30	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,7	0,7	0,7	0,7
Fracção envidraçada										
Fg	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,6	0,6	0,6	0,6

Observações: O vão envidraçado V6 está tapado por uma parede, não será contabilizado para efeitos de cálculo térmico.

Quadro 40-Characterização dos vãos envidraçados V11 a V17.

Vão envidraçado	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17
Área [m ²]	2,2	1	0,82	2,82	0,9	2,86	2,4
Orientação	E	E	E	E	E	N	S
Tipo de envidraçado	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	simples	simples
Tipo de vão Envidraçado	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	simples
Tipo de caixilho	Metal com quadrícula (estanho)	Metal com quadrícula (estanho)	Metal com quadrícula (estanho)	Metal com quadrícula (estanho)	Metal com quadrícula (estanho)	Metal com quadrícula (estanho)	Madeira com quadrícula
Material do envidraçado	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm	Vidro incolor 4mm
Proteção solar	Não tem	Não tem	Não tem	Não tem	Não tem	Não tem	Portadas interiores de madeira (opacas) + cor clara cortinas claras
Factor de orientação [X]	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,27	1
Factor solar							
g _⊥ vidro	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,88
g _⊥ 100%	0,7	0,41	0,7	0,7	0,7	0,41	0,31
Fracção envidraçada							
F _g	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,57

Observações: O vão envidraçado V12 está tapado permanentemente por uma obra de arte.

Quadro 41- Caracterização dos vãos envidraçados V18 a V27.

Vão envidraçado	V18	V19	V20	V21	V22	V23	V24	V25	V26	V27
Área [m²]	2,4	2,65	2,65	2,86	3,57	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51
Orientação	S	E	E	N	W	S	S	S	S	S
Tipo de envidraçado	simples	simples	simples	simples	simples	simples	simples	simples	simples	simples
Tipo de vão Envidraçado	simples	simples	simples	simples	simples	simples	simples	simples	simples	simples
Tipo de caixilho	Madeira com quadrícula	Madeira com quadrícula	Madeira com quadrícula	-	Madeira com quadrícula	Madeira com quadrícula	Madeira com quadrícula	Madeira com quadrícula	Madeira com quadrícula	Madeira com quadrícula
Material do envidraçado	Vidro incolor 4mm	Vidro incolor 4mm	Vidro incolor 4mm	-	Vidro incolor 4mm	Vidro incolor 4mm	Vidro incolor 4mm	Vidro incolor 4mm	Vidro incolor 4mm	Vidro incolor 4mm
Proteção solar	Portadas interiores de madeira (opacas) clara + cortina clara	Portadas interiores de madeira (opacas) clara	Portadas interiores de madeira (opacas) clara	-	Portadas interiores de madeira (opacas) clara	Portadas interiores de madeira (opacas) clara	Portadas interiores de madeira (opacas) clara	Portadas interiores de madeira (opacas) clara	Portadas interiores de madeira (opacas) clara	Portadas interiores de madeira (opacas) clara
Factor de orientação [X]	1	0,56	0,56	0,27	0,56	1	1	1	1	1
Factor solar										
g _L vidro	0,88	0,88	0,88	-	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
g _L 100%	0,31	0,3	0,3	-	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Fracção envidraçada				-						
Fg	0,57	0,57	0,57	-	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57

Observações: O envidraçado V21 está tapado por uma parede não será contabilizado para efeitos de cálculo térmico.

Quadro 42- Caracterização dos vãos envidraçados V28 a V37.

Vão envidraçado	V28	V29	V30	V31	V32	V33	V34	V35	V36	V37
Área [m²]	2,65	2,65	2,4	2,4	0,74	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
Orientação	E	E	N	N	N	S	E	E	E	E
Tipo de envidraçado	simples	simples	simples	simples	simples	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple
Tipo de vão Envidraçado	simples	simples	simples	simples	simples	simples	simples	simples	simples	simples
Tipo de caixilho	Madeira com quadrícula	Madeira com quadrícula	Madeira com quadrícula	Madeira com quadrícula	Madeira com quadrícula	Metal com quadrícula (estanho)	Metal com quadrícula (estanho)	Metal com quadrícula (estanho)	Metal com quadrícula (estanho)	Metal com quadrícula (estanho)
Material do envidraçado	Vidro incolor 4mm	Vidro incolor 4mm	Vidro incolor 4mm	Vidro incolor 4mm	Vidro incolor 4mm	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm
Proteção solar	Portadas interiores de madeira (opacas) cor clara	Portadas interiores de madeira (opacas) cor clara	Portadas interiores de madeira (opacas) cor clara	Portadas interiores de madeira (opacas) cor clara	cortina transparente clara	Portadas interiores de madeira (opacas) cor escura	Portadas interiores de madeira (opacas) cor escura	Portadas interiores de madeira (opacas) cor escura	Portadas interiores de madeira (opacas) cor escura	Portadas interiores de madeira (opacas) cor escura
Factor de orientação [X]	0,56	0,56	0,27	0,27	0,27	1	0,56	0,56	0,56	0,56
Factor solar										
g _L vidro	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
g _L 100%	0,3	0,3	0,3	0,3	0,38	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Fracção envidraçada										
Fg	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

Observações: OS vãos envidraçados V33 a V 37 estão permanentemente fechados pelas portadas interiores.

Quadro 43- Caracterização dos vãos envidraçados V38 a V43.

Vão envidraçado	V38	V39	V40	V41	V42	V43
Área [m ²]	1,35	1,35	1,35	1,35	0,91	0,91
Orientação	E	E	E	E	N	N
Tipo de envidraçado	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples
Tipo de vão Envidraçado	simples	simples	simples	simples	Simples	Simples
Tipo de caixilho	Metal com quadrícula (estanho)	Metal com quadrícula (estanho)	Metal com quadrícula (estanho)	Metal com quadrícula (estanho)	Metal com quadrícula (estanho)	Metal com quadrícula (estanho)
Material do envidraçado	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm
Proteção solar ao solo	Portadas interiores de madeira (opacas) cor escura	Portadas interiores de madeira (opacas) cor escura	Portadas interiores de madeira (opacas) cor escura	Portadas interiores de madeira (opacas) cor escura	Portadas interiores de madeira (opacas) cor escura	Portadas interiores de madeira (opacas) cor escura
Factor de orientação [X]	0,56	0,56	0,56	0,56	0,27	0,27
Factor solar						
g _L vidro	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
g _L 100%	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Fracção envidraçada						
F _g	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

Observações: Os vãos envidraçados V40, V42 e V43 estão tapados por uma placa de madeira de baixa densidade. Os vãos envidraçados V38, V39 e V43 estão permanentemente fechados pelas portadas interiores.

Quadro 44- Caracterização dos vãos envidraçados V44 a V51.

Vão envidraçado	V44	V45	V46	V47	V48	V49	V50	V51
Área [m ²]	1,78	0,91	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,3
Orientação	N	N	W	W	W	W	W	N
Tipo de envidraçado	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	simple
Tipo de vão Envidraçado	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	simple
Tipo de caixilho	Metal com quadrícula (estanho)	Metal com quadrícula (estanho)	Metal com quadrícula (estanho)	Metal com quadrícula (estanho)	Metal com quadrícula (estanho)	Metal com quadrícula (estanho)	Metal com quadrícula (estanho)	Madeira com quadrícula
Material do envidraçado	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm	Vidro colorido na massa (cinza) 4mm	Vidro incolor 4mm
Proteção solar ao solo	Portadas interiores de madeira (opacas) cor escura	Portadas interiores de madeira (opacas) cor escura	Portadas interiores de madeira (opacas) cor escura	Portadas interiores de madeira (opacas) cor escura	Portadas interiores de madeira (opacas) cor escura	Portadas interiores de madeira (opacas) cor escura	Portadas interiores de madeira (opacas) cor escura	cortina transparente clara
Factor de orientação [X]	0,27	0,27	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,27
Factor solar								
g _L vidro	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,88
g _L 100%	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,38
Fracção envidraçada								
Fg	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,57

Observações: Os vãos envidraçados V45, V49 e V50 estão tapados por placas madeira de baixa densidade. Os vãos envidraçados V44, V46, V47 e V48 estão permanentemente fechados pelas portadas interiores.

9. Perdas térmicas lineares

As pontes térmicas lineares não são contabilizadas neste trabalho. De acordo com o ponto D.5 das Perguntas & Respostas sobre o RSECE – Energia [4], pode-se realizar a simulação dinâmica térmica sem a contabilização das pontes térmicas lineares, desde que se incrementem os consumos de energia de aquecimento do IEE nominal em 5% de cada uma das tipologias do edifício.

10.Cálculo da inércia térmica

A inércia térmica é: " a função da capacidade de armazenamento de calor que os locais apresentam e depende da massa superficial útil de cada um dos elementos da construção", retirado do número 2.1. do anexo VII do RCCTE [3], este parâmetro térmico influencia todo o cálculo térmico do edifício.

O procedimento de cálculo da inércia térmica nos edifícios é explicado no número 2 do anexo VII do RCCTE, a fórmula para o cálculo deste é indicado no quadro VII.5 do número 2.2 do anexo VII do RCCTE [3]. Segundo o RCCTE [3] a inércia térmica de um edifício pode ser fraca, média ou forte conforme a massa superficial útil por (m^2) de pavimento (It), conforme o demonstra o quadro 45:

Quadro 45-Classe da inércia térmica interior. (adaptado do quadro VII.6 do RCCTE [3])

Classe de inércia	Msi por metro quadrado de área de pavimento [kg/m^2]
Fraca	$It < 150$
Média	$150 \leq It \leq 400$
Forte	$It > 400$

O cálculo da inércia térmica do edifício apresenta-se no quadro 46 e 47:

Quadro 46-Cálculo da inércia térmica do edifício.

Inércia Térmica			
Elementos de construção	Msi [kg/m²]	Si [m²]	Msi x Si [kg]
Paredes exteriores			
P1	150	476,2	71436,9
P2	150	627,7	94156,5
P3	150	23,4	3502,5
P4	150	47,7	7149,4
P5	150	60,0	9005,6
P6	150	173,8	26063,1
		Total:	211314
Paredes em contacto com ENU			
P7	150	38,6	5792,4
P8	30	41,9	1257,5
P12	150	85,5	12831,0
P13	150	29,2	4380,0
		Total:	24260,9
Lajes de tecto em contacto com ENU			
C3	150	40,9	6136,5
C4	150	37,6	5644,5
C5	150	141,6	21237,0
C6	150	42,4	6354,0
C7	34,8	275,4	9570,5
		Total:	48942,5
Cobertura exterior			
C1	34,8	82,68	2873,1
C2	148	19,2	2843,1
		Total:	5716,2
Paredes em contacto com o solo			
P9	150	11,7	1755
P10	150	11,0	1644,3
		Total:	3399
Pavimentos em contacto com o solo			
PS1	150	340,1	51021,0
PS2	150	112,3	16849,5
PS3	150	39,9	5986,5
		Total:	73857
Compartimentação interior			
P11	300	643,0	192904,2
C8	150	516,7	77500,5
		Total:	270404,7

Quadro 47 Inércia térmica calculada.

Área útil de pavimento [m²]	1302,0
Total Msi x Si [kg]	637895
Inércia térmica [kg/m²]	489,9
Inércia térmica forte	

11.Verificação dos requisitos mínimos de qualidade térmica da envolvente para o edifício.

Os quadros seguintes apresentam o cumprimento, ou não cumprimento dos requisitos de qualidade térmica da envolvente do edifício de acordo com o estipulado nos números 1,2 e 3 do Anexo IX do RCCTE [3]

Algumas soluções construtivas não necessitam de verificar requisitos, das quais:

- a) Elementos em contacto com o solo.
- b) Portas.
- c) Vãos envidraçados orientados ao quadrante Norte.
- d) Vãos envidraçados com área total inferior a 5% da área útil de pavimento do compartimento que servem.

As zonas não correntes da envolvente, incluindo zonas de ponte térmica plana, não podem ter o valor de $[U]$ " *calculado de forma unidimensional na direcção normal à envolvente, superior ao dobro dos elementos homólogos (verticais ou horizontais) em zona corrente, respeitando sempre, no entanto, os valores máximos indicados no quadro IX.1* " , retirado do número 2 do anexo IX do RCCTE [3].

Os quadros IX.1 e IX.2 do RCCTE [3], apresentam respectivamente os requisitos mínimos de qualidade térmica para a envolvente dos edifícios de elementos opacos e vãos envidraçados. Os envidraçados V6 e V21 aparecem no quadro 45 como envidraçados sem requisitos porque estão tapados por paredes, não sendo contabilizados para efeito de cálculo térmico.

Quadro 48-Verificação dos requisitos mínimos dos vãos envidraçados.

Elemento	Área do envidraçado [m ²]	g _⊥ 100%	g _⊥ 100% máx.	Orientação	Verificação
V1	2,21	0,3	0,56	W	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
v2	2,4	0,3	0,56	S	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
v3	2,4	0,3	0,56	S	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
v4	2,4	0,3	0,56	S	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V5	2,4	0,3	0,56	S	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V6	2,69	-	0,56	E	Sem requisitos
V7	1,06	0,7	0,56	E	g _⊥ 100% > g _⊥ 100% máx.
V8	1,82	0,7	0,56	E	g _⊥ 100% > g _⊥ 100% máx.
V9	1,06	0,7	0,56	E	g _⊥ 100% > g _⊥ 100% máx.
V10	1,8	0,7	0,56	E	g _⊥ 100% > g _⊥ 100% máx.
V11	2,2	0,7	0,56	E	g _⊥ 100% > g _⊥ 100% máx.
V12	1	0,41	0,56	E	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V13	0,82	0,7	0,56	E	g _⊥ 100% > g _⊥ 100% máx.
V14	2,82	0,7	0,56	E	g _⊥ 100% > g _⊥ 100% máx.
V15	0,9	0,7	0,56	E	g _⊥ 100% > g _⊥ 100% máx.
V16	2,86	0,41	0,56	N	Sem requisitos
V17	2,4	0,31	0,56	S	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V18	2,4	0,31	0,56	S	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V19	2,65	0,3	0,56	E	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V20	2,65	0,3	0,56	E	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V21	2,86	-	0,56	N	Sem requisitos
V22	3,57	0,3	0,56	W	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V23	3,51	0,3	0,56	S	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V24	3,51	0,3	0,56	S	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V25	3,51	0,3	0,56	S	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V26	3,51	0,3	0,56	S	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V27	3,51	0,3	0,56	S	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V28	2,65	0,3	0,56	E	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V29	2,65	0,3	0,56	E	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V30	2,4	0,3	0,56	N	Sem requisitos
V31	2,4	0,3	0,56	N	Sem requisitos
V32	0,74	0,38	0,56	N	Sem requisitos
V33	1,35	0,41	0,56	S	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V34	1,35	0,41	0,56	E	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V35	1,35	0,41	0,56	E	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V36	1,35	0,41	0,56	E	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V37	1,35	0,41	0,56	E	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V38	1,35	0,41	0,56	E	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V39	1,35	0,41	0,56	E	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V40	1,35	0,41	0,56	E	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V41	1,35	0,41	0,56	E	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V42	0,91	0,41	0,56	N	Sem requisitos
V43	0,91	0,41	0,56	N	Sem requisitos
V44	1,78	0,41	0,56	N	Sem requisitos
V45	0,91	0,41	0,56	N	Sem requisitos
V46	1,35	0,41	0,56	W	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V47	1,35	0,41	0,56	W	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V48	1,35	0,41	0,56	W	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V49	1,35	0,41	0,56	W	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V50	1,35	0,41	0,56	W	g _⊥ 100% < g _⊥ 100% máx.
V51	1,3	0,38	0,56	N	Sem requisitos

Observações: Área total de vãos envidraçados: 100,47 m², 12% desta tem o g100% acima do valor recomendado

Quadro 49-Verificação dos requisitos mínimos da envolvente opaca

Elementos da envolvente do edifício	Valor da solução U [W/(m ² .°C)]	Valor máximo regulamentar U [W/(m ² .°C)]	Verificação	Observações
P1	1,64	1,6	U>Umax	-
P2	1,91	1,6	U>Umax	-
P3	1,08	1,6	U<Umax	-
P4	1,66	1,6	U>Umax	-
P5	1,62	1,6	U>Umax	-
P6	1,14	1,6	U<Umax	-
P7	1,82	2	U<Umax	-
P8	1,79	2 para $\tau \leq 7$ 1,6 para $\tau > 0,7$	U>Umax para $\tau > 0,7$	-
P9	1,63	-	Sem requisitos	Contacta com o solo
P10	1,47	-	Sem requisitos	Contacta com o solo
P11	1,73	-	Sem requisitos	Compartimentação interior
P12	2,67	2	U<Umax	-
P13	1,04	2	U<Umax	-
C1	3,8	1	U>Umax	-
C2	1,5	1	U>Umax	-
C3	1,22	1,3	U<Umax	-
C4	1,37	1,3	U>Umax	-
C5	1,53	1	U>Umax	$\tau > 0,7$
C6	1,77	1	U>Umax	$\tau > 0,7$
C7	3,8	1	U>Umax	$\tau > 0,7$
C8	1,15	-	Sem requisitos	Compartimentação interior
Pa1	1,37	1,3	U>Umax	-
PTP1 em P1	3,59	1,6	U>Umax	-
PTP2 em P1	3,74	1,6	U>Umax	-
PTP2 em P2	3,74	1,6	U>Umax	-
PTP2 em P5	3,74	1,6	U>Umax	-

Observações: Área total de Envolvente opaca: 3918,5 m², 61% desta apresenta o coeficiente U [W/m².K] acima do recomendado

12. Especificações gerais dos sistemas energéticos

O presente capítulo indica as potências dos equipamentos e da iluminação do edifício. Estes dados foram retirados por observação no local dos equipamentos e da iluminação. Em caso de as potências não serem indicadas nos equipamentos ou iluminação, foi feita uma pesquisa aos catálogos dos respectivos sistemas.

Como forma de complementar esta análise foi fornecido pelo funcionário responsável pela manutenção do edifício alguns projectos de electrotecnia que continham informações relevantes sobre os sistema de energia, como o sector de aquecimento e parte da iluminação

A iluminação e os equipamentos são discriminados por tipologia, quantidade, potência unitária e potência total por cada espaço em que estão inseridos nos quadros do subcapítulo 12.1 e 12.2.

Devido à natureza da simulação térmica dinâmica e do programa para sua execução o RCCTE-STE v2.3. o edifício é separado em duas tipologias conforme as indicações do RSECE [2], (este assunto será explicado no capítulo seguinte). As tipologias do edifício serão então:

Quadro 50- Área referente às diferentes tipologias do edifício.

	Tipologia		ENU com Iluminação	
	Escritórios	Museu e galeria	Escritórios	Museu e galeria
Compartimentos	5; 22; 23;24; 25;26;31;32;33;34	1;2;3;6;7;8;9;10;12;13;14; 15;16;18;19;27;28;29;30	20;21;36;37;38	17
Área total [m ²]	361,58	940,44	254,02	26,57

A discriminação de iluminação e de equipamentos é feita pelas diferentes tipologias do edifício nos subcapítulos seguintes

12.1. Iluminação

A iluminação do edifício é de cinco tipos diferentes: Incandescente, economizadoras, halogéneo, fluorescente e LED, sendo este último colocado neste preciso ano. Os valores das potências de iluminação podem variar no tempo, segundo o técnico de manutenção do museu não existe um plano de manutenção das iluminárias, sendo as lâmpadas mudadas, não por lâmpadas do mesmo tipo e potência, mas sim por qualquer uma que funcione.

12.1.1. Iluminação da tipologia Museu e galeria

Os quadros abaixo indicam as potências de iluminação do edifício para a tipologia de Museu e galerias, segundo o tipo, quantidade, potência unitária e potência total. Os compartimentos a vermelhos são ENU com iluminação inseridos na área da tipologia.

Quadro 51- Potência de iluminação dos espaços 1,2,3,6,7,8,9.

Espaço	Designação	Iluminação			
		Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
1	Biblioteca	Incandescente	2	100	200
		Economizadoras	4	11	44
2	Recepção	Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
		Economizadora	16	15	240
		Luz de emergência	1	8	8
		Luz de saída	1	8	8
		Fluorescentes (balastro ferro/magnético)	8	18	144
3	Loja do museu	Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
		Halogéneo	18	50	900
6	Hall (recepção/claustro)	Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
		Incandescentes	2	60	120
		Luz de saída	1	8	8
7	entrada W.C	Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
		Incandescente	1	60	60
		Economizadora	2	11	22
8	W.C. def	Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
		Incandescente	1	60	60
9	W.C. mulheres	Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
		Incandescente	2	60	120
		Fluorescente	3	28	84

Quadro 53-Potências de iluminação dos espaços 10,11,12,13,14,15,16,17,18 e 19.

Espaço	Designação	Iluminação			
		Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
10	W.C. homens	Fluorescente	7	18	126
		Incandescente	1	60	60
11	Claustro	Incandescente	27	100	2700
		Halogéneo	6	50	300
		Focos Halogéneo	3	150	450
12	Sala museu	Halogéneo	19	50	950
		Incandescente	6	100	600
13	Sala museu	Halogéneo	1	50	50
		Halogéneo	5	50	250
14	Sala museu	Halogéneo	5	50	250
		Halogéneo	8	50	400
16	Sala museu	Halogéneo	11	50	550
		Incandescente	4	100	400
17	Arrumos	Incandescente	2	60	120
		Incandescente	2	60	120
18	Sala museu	Fluorescente	28	18	504
		Luz de saída	1	8	8
		Luz de emergência	3	8	24
		Halogéneo	3	50	150
19	Caixa de escadas	Incandescente	2	100	200
		Luz de saída	1	8	8
		Luz de emergência	2	8	16
		Halogéneo	3	50	150

Quadro 52-Potências de iluminação dos espaços 27,28,29 e 30.

Espaço	Designação	Iluminação			
		Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
27	Sala museu	Halogéneo	21	50	1050
		LED	3	4,5	13,5
		Fibra óptica	1	150	150
		Luz de saída	1	8	8
28	Sala museu	Luz de emergência	2	8	16
		Luz de saída	1	8	8
		Halogéneo	5	50	250
29	Sala museu	Halogéneo	16	50	800
		Luz de saída	2	8	16
		LED	15	4,5	67,5
		Luz de emergência	3	8	24
30	Sala museu	Halogéneo	31	50	1550
		LED	63	4,5	283,5
		Luz de emergência	2	8	16

12.1.2. Iluminação da tipologia Escritórios

O quadro abaixo indicam as potências de iluminação do edifício para a tipologia de escritórios, segundo o tipo, quantidade, potência unitária e potência total. Os compartimentos a vermelhos são ENU com iluminação inseridos na área da tipologia.

Quadro 54-Potências de iluminação do edifício pra a tipologia de escritórios.

Espaço	Designação	Iluminação			
		Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
20	Reserva de arte	Incandescente	2	60	120
		Halogéneo	2	50	100
21	Reserva de arte	Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
		Economizadora	3	15	45
22	Serviços educativos	Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
		Economizadora	4	11	44
23	Secretaria	Incandescente	2	60	120
		Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
24	Hall secretariado	Economizadora	2	11	22
		Incandescente	1	100	100
25	Reerva de arte	Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
		Economizadora	4	11	44
26	Gabinete técnico	Incandescente	3	60	180
		Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
31	Gabinete tecnico	Economizadora	1	11	11
		Incandescente	2	60	120
		Luz de emergência	1	8	8
		Fluorescentes	2	36	72
32	Salão nobre	Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
		Economizadoras	6	11	66
33	Ante-sala	Incandescentes	2	60	120
		Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
34	Gabinete do director	Halogéneo TSLF	30	50	1500
		Focos Halogéneo	2	150	300
5	Caixa de escadas Lazer de pessoal	Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
		Incandescente	1	60	60
		Incandescente	1	100	100
Sotão	Sotão	Halogéneo	8	50	400
		Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
Sotão	Sotão	Economizadora	2	11	22
		Incandescente	7	60	420
		Economizadora	2	15	30
Sotão	Sotão	Fluorescente	18	18	324
		Fluorescente	1	58	58

12.2.Equipamentos

Os subcapítulos abaixo indicam as potencias dos equipamentos do edificio por tipo, quantidade, potencia unitária e potencia total para cada compartimento,

12.2.1.Equipamentos da tipologia Museu e galeria

Quadro 55-Potencias dos equipamentos do edificio da tipologia Museu e galeria.

Espaço	Designação	Equipamento			
		Tipo de equipamento	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
1	Biblioteca	Computador	3	300	900
		Telefone	1	3	3
		Impressora multifunções A4	1	200	200
2	Recepção	Tipo de equipamento	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
		Computador	1	300	300
		Telefone	1	3	3
5	Caixa de escadas Lazer de pessoal	Tipo de equipamento	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
		Frigorífico	1	135	135
		Micro-ondas	1	1150	1150
6	Hall (recepção/claustro)	Tipo de equipamento	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
		Computador	1	300	300
		Máquina de café <i>Necta brio 3 cabinet</i>	1	700	700
11	Claustro	Tipo de equipamento	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
		Amplificador de som	1	12	12
12	Sala museu	Tipo de equipamento	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
		Desumificador	1	830	830
14	Sala museu	Tipo de equipamento	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
		Aquecedor	1	3400	3400
16	Sala museu	Tipo de equipamento	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
		Desumificador	1	330	330
18	Sala museu	Tipo de equipamento	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
		Aquecedor	2	3400	6800
		Desumificador	2	330	660
27	Sala museu	Tipo de equipamento	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
		Desumificador	1	830	830
		Aquecedor	3	3400	10200
29	Sala museu	Tipo de equipamento	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
		Humificador	1	36	36
		Computador	1	300	300
30	Sala museu	Tipo de equipamento	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
		Aquecedor	2	3400	6800
		Humificador	5	36	17000
		Ventiladores	2	36	72
			3	170	510

12.2.2. Equipamentos da tipologia escritórios

Quadro 56- Potencias dos equipamentos do edificio da tipologia Escritórios.

Espaço	Designação	Equipamento			
		Tipo de equipamento	Quantidade	Potência [W]	Potência Total [W]
22	Serviços educativos	Computador	4	300	1200
		Impressora multifunções A4	2	200	400
		Telefone	2	3	6
23	Secretaria	Telefone	2	3	6
		Computador	3	300	900
		Fotocopiadora	1	1000	1000
		Aquecedor	1	1000	1000
26	Gabinete técnico	Computador	3	300	900
		Impressora multifunções A4	1	200	200
		Fotocopiadora	1	1000	1000
31	Gabinete tecnico	Telefones	2	3	6
		Computador	4	300	1200
		Impressora multifunções A4	2	200	400
32	Gabinete do director	Computador	1	3000	3000
		Impressora multifunções A4	1	200	200
		Aquecedor/oleo	1	2000	2000
		Telefone	1	3	3

12.3. Síntese das potências de iluminação e equipamentos e respectivas densidades.

Os quadros e figuras seguintes apresentam a síntese das potências de iluminação e equipamentos do edificio para a tipologia de Museu e galeria. A densidade de iluminação ou equipamentos corresponde á potência total dos sistemas de uma tipologia das potências a dividir pela área útil dessa tipologia. (consultar quadro 50 para ver áreas úteis de cada tipologia)

Quadro 58-Síntese da iluminação da tipologia museu e galeria.

Iluminação:Tipologia Museu e Galeria	
Tipo de lâmpada	Potência total [W]
Incandescente	4520
Economizadoras	306
Fluorescente	648
LED	364,5
Fibra óptica	150
Halogéneo	7200
Luz de emergência	104,00
Luz de saída	64
Focos	450
Total	13806,5

Quadro 57-Densidade de iluminação pra a tipologia: Museu e galeria

Densidade de iluminação [W/m²]	
Museu	14,7

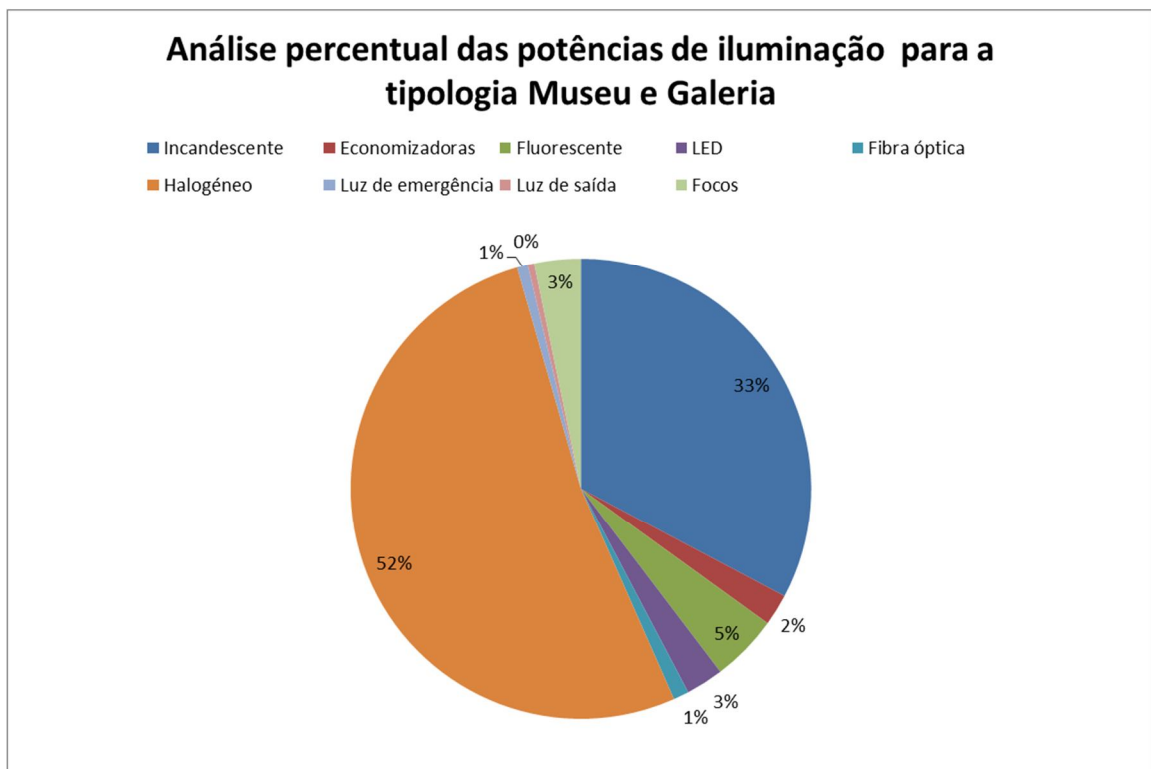


Figura 73- Análise percentual das potências de iluminação para a tipologia Museu e Galeria

Da análise da figura 71 conclui-se que a potência de iluminação dos espaços de Museu e galerias são maioritariamente do tipo Halogéneos (52%) e incandescentes (33%).

Os quadros e figuras seguintes apresentam a síntese das potências de iluminação e equipamentos do edifício para a tipologia de Escritórios.

Quadro 59- Síntese da iluminação da tipologia escritórios.

Iluminação:Tipologia Escritorios	
Tipo de lâmpada	Potência total [W]
Incandescente	1220
Economizadoras	239
Fluorescente	72
LED	0
Fibra óptica	0
Halogéneo	1900
Luz de emergência	8
Luz de saída	0
Focos	300
Total	3739

Quadro 60-Densidade de iluminação para a tipologia escritórios.

Densidade de iluminação [W/m²]	
Escritorios	10,3

Análise percentual das potências de iluminação para a tipologia Escritórios

■ Incandescente ■ Economizadoras ■ Fluorescente
■ LED ■ Fibra óptica ■ Halogéneo
■ Luz de emergência ■ Luz de saída ■ Focos

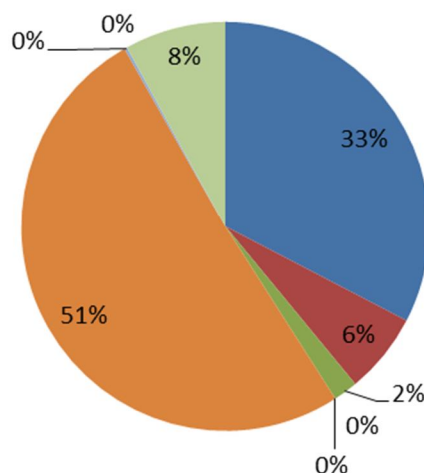


Figura 74- Análise percentual das potências de iluminação para a tipologia Escritórios

Da análise da figura 72 conclui-se que a potência de iluminação dos espaços de Museu e galerias são maioritariamente do tipo Halogéneos (51%) e incandescentes (33%).

O quadro seguinte indica a síntese de potências de iluminação dos ENU para as diferentes tipologias.

Quadro 61 Síntese de potências de iluminação dos ENU para as diferentes tipologias.

Tipologia Museu ENU	
Tipo de lâmpada	Potência total [W]
Incandescente	120
Total	120
Tipologia Escritorios ENU	
Tipo de lâmpada	Potência total [W]
Incandescente	120
Economizadoras	45
Fluorescente	382
Halogéneo	100
Total	647

O quadro seguinte indica a síntese das potências de equipamentos e densidade de equipamentos pelas diferentes tipologias.

Quadro 62-Síntese das potências de equipamentos e densidade de equipamento pelas diferentes tipologias.

Tipologia Museu		Tipologia Escritórios	
Equipamento		Equipamento	
Humificadores	Potência total [W]	Computadores	Potência total [W]
Vários	108	Vários (potência média)	7200
Desumificadores	Potência total [W]	Impressoras e Fotocopiadoras	Potência total [W]
Vários	3480	Vários (potência média)	3200
AQS	Potência total [W]	Tipo de aquecimento	Potência total [W]
Termoacumulador elétrico	1200	Elétrico	1000
Computadores	Potência total [W]	Óleo	2000
Vários (potência média)	1500	Total	3000
Impressoras e Fotocopiadoras	Potência total [W]		
Vários (potência média)	220		
Outros	Potência total [W]		
Vários (potência média)	1297		
Ventiladores	Potência total [W]	Densidade de equipamento sem climatização [W/m²]	
Ventoinhas	510	Tipologia Museu e Galeria	8,0
Tipo de aquecimento	Potência total [W]	Tipologia Escritórios	28,8
Elétrico	47600	Densidade de equipamento [W/m²]	
Total	47600	Tipologia Museu	59,9
Sistema de alarme	Potência total [W]	Tipologia Escritórios	37,1
Vários	375		

12.4. Sistema de climatização

O edifício usufrui como sistema de climatização aquecimento eléctrico, humificadores e desumificadores portáteis. Devido as baixas potências e pouca utilização dos humificadores e desumificadores não serão abordados as suas características para além das potências eléctricas e respectivos consumos.

O sistema de aquecimento possui uma potência total de 50,6 kW eléctricos, serve na maioria para manter a temperatura do ar a sensivelmente 15 °C no inverno nalgumas salas de arte.

O aquecimento da tipologia Museu e galeria é integralmente do tipo acumulador dinâmico. O aquecimento da tipologia escritórios é do tipo óleo e resistência eléctrica. Só foi possível retirar as características para os acumuladores dinâmicos das salas de museu. O quadro seguinte mostra as características dos acumuladores dinâmicos e a sua localização.

Quadro 63- Sistema de aquecimento
das salas de Museu.

Equipamento de Aquecimento	
Marca	Siemens
Tipo	Acumulador
Modelo	2ND5 804
Potências unitária [W]	3400
Localização do equipamento	
Espaço	Nº de aquecedores
12	1
16	1
18	2
27	3
29	2
30	5

Não existindo sistema de arrefecimento no edifício considera-se para efeitos de simulação nominal uma máquina frigorífica com EER 3, de acordo com o estipulado no ponto E.6 das perguntas e respostas do RSECE – Energia [4]

13. Determinação do IEE nominal e das máximas potências de climatização a instalar

Para a determinação do IEE nominal do edifício é necessário introduzir no programa RCC-TE-STE os dados da envolvente do edifício em primeiro lugar e só depois os dados alusivos aos sistemas energéticos. Contudo o programa contém algumas limitações no que toca a simulações térmicas a edifícios existentes. Foram verificados as seguintes limitações:

1. O programa não passa para o modo “verificação RSECE” se a envolvente não cumprir os requisitos mínimos.
2. O IEE de referência é para edifícios novos, não contendo qualquer informação para edifícios existentes.

Havendo estas limitações torna-se necessário reajustar os valores do IEE nominal e de referência dado pelo programa.

De maneira a ultrapassar a primeira limitação, inseriu-se no programa todos os dados da envolvente dentro dos requisitos mínimos (caso não estejam) E efectuou-se á posteriori as seguintes alterações ao IEE nominal obtido no RCCTE-STE:

1. Substituindo a fórmula (3.5) e (3.6) em (3.4) obtemos a seguinte formula:

$$IEE = \frac{Q_{aq}}{A_p} \times F_{CI} + \frac{Q_{arr}}{A_p} \times F_{CV} + \frac{Q_{out}}{A_p} \quad (13.1.)$$

2. Multiplica-se (Q_a) por 1,05 para compensar as perdas térmicas lineares como foi descrito no capítulo 9.

$$IEE = \frac{(Q_{aq}) \times 1,05}{A_p} \times F_{CI} + \frac{Q_{arr}}{A_p} \times F_{CV} + \frac{Q_{out}}{A_p} \quad (13.2.)$$

3. É adicionado à parcela (Qa) e (Qarr) os valores correspondentes das perdas e ganhos térmicos devido à diferença dos dados da térmica da envolvente inseridos no programa (cumpre os requisitos admissíveis) e os valores reais que não cumpre os requisitos admissíveis.

Chama-mos a esta compensação de (Qaq1) para as necessidades de aquecimento e (Qarr1) para as necessidades de arrefecimentos. Para o efeito usou-se a metodologia de cálculo usada no ponto 5 do anexo IV e ponto 3 do anexo V do RCCTE [3]

Nos anexos D, E, F e G são apresentadas as tabelas de cálculo relativas as parcelas (Qaq1) e (Qarr1). Assim obtemos a seguinte equação:

$$IEE = \frac{(Q_{aq} + Q_{aq1}) \times 1,05}{A_p} \times F_{CI} + \frac{Q_{arr} + Q_{arr1}}{A_p} \times F_{CV} + \frac{Q_{out}}{A_p} \quad (13.3.)$$

O IEE de referência é obtido o anexo X do RSECE [2].

Dado a natureza do edifício torna-se necessário dividi-lo em duas tipologias como foi enunciado no capítulo 12, a tipologia de Museu e galeria e a tipologia de escritórios. Esta divisão efectua-se por causa da grande divergência de consumos energéticos da parte de escritórios do museu e das salas de arte ou museu propriamente dito, não fazendo qualquer sentido á luz do RSECE [2] utilizar uma só tipologia para definir os consumos de referência do edifício.

A opção de selecção das tipologias do edifício no programa RCCTE-STE faz-se na secção alusiva à envolvente, inserindo para cada tipologia a respectiva envolvente. No anexo mostra os dados da envolvente inseridos no programa para cada tipologia do edifício.

Assim sendo obtemos dois IEE nominais diferentes, o IEE nominal para a tipologia Museu e galeria e o IEE nominal para escritórios. Segundo o ponto E.13 das Perguntas & Respostas sobre o RSECE – Energia [4] torna-se necessário calcular um no IEE nominal ponderado pelas respectivas áreas. Obtendo-se a seguinte formula:

$$IEE_{nominal\ novo} = \frac{IEE_{nominal\ M} \times A_M + IEE_{nominal\ E} \times A_E}{A_M + A_E} \quad (13.4)$$

Em que:

$IEE_{nominal\ novo}$ - IEE nominal do edifício [kgep/m².ano]

$IEE_{nominal\ M}$ - IEE nominal referente á tipologia de Museu e galeria [kgep/m².ano]

$IEE_{nominal\ E}$ - IEE nominal referente á tipologia de escritórios [kgep/m².ano]

A_M - Área útil de edifício referente á tipologia de museu e galeria. [m²]

A_E - Área útil de edifício referente á tipologia de escritórios. [m²]

De maneira a perceber melhor os resultados do IEE fornecidos pelo programa de simulação dinâmica, desagregou-se os IEE em diferentes tipologias, ver equação seguinte:

$$IEE_{nominal\ x} = IEE_{aq} + IEE_{arr} + IEE_{ilu} + IEE_{equi} + IEE_{B\&V} + IEE_{AQS} \quad (13.5)$$

Em que:

$IEE_{nominal\ x}$ - IEE nominal da tipologia de museu e galerias ou da tipologia de escritórios obtido directamente do programa RCCTE-STE. [kgep/m².ano]

IEE_{aq} - IEE nominal das necessidades de aquecimento do edifício. [kgep/m².ano]

IEE_{arr} - IEE nominal das necessidades de arrefecimento do edifício. [kgep/m².ano]

IEE_{ilu} - IEE nominal das necessidades de iluminação do edifício. [kgep/m².ano]

IEE_{equi} - IEE nominal das necessidades de equipamento do edifício. [kgep/m².ano]

$IEE_{B\&V}$ - IEE nominal das necessidades de bombas e ventiladores do edifício. [kgep/m².ano]

IEE_{AQS} - IEE nominal das necessidades de aquecimento das AQS do edifício. [kgep/m².ano]

Devido ás correcções a realizar ao IEE nominal do programa temos:

$$IEE_{aq1} = \frac{Q_{aq1}}{A_p} \quad (13.6)$$

$$IEE_{arr1} = \frac{Q_{arr1}}{A_p} \quad (13.7)$$

Em que:

IEE_{aq1} - IEE nominal de aquecimento referente aos valores correspondentes das perdas e ganhos térmicos devido à diferença dos dados da térmica da envolvente inseridos no programa (cumpre os requisitos admissíveis) e os valores reais que não cumpre os requisitos admissíveis. [kgep/m².ano]

IEE_{arr1} - IEE nominal arrefecimento referente aos valores correspondentes das perdas e ganhos térmicos devido à diferença dos dados da térmica da envolvente inseridos no programa (cumpre os requisitos admissíveis) e os valores reais que não cumpre os requisitos admissíveis. [kgep/m².ano]

Por ultimo substituindo a fórmula 13.5 em 13.3 e 13.3, 13.4 e 13.7 em 3.4 obtemos o valor do IEE nominal corrigido e discriminado para cada tipologia:

$$IEE_{nominal\ x1} = (IEE_{aq} + IEE_{aq1}) \times 1,05 + (IEE_{arr} + IEE_{arr1}) + IEE_{ilu} + IEE_{equi} + IEE_{B\&V} + IEE_{AQS} \quad (13.8)$$

Em que:

$IEE_{nominal\ x1}$ - IEE nominal corrigido da tipologia de museu e galerias ou da tipologia de escritórios. [kgep/m².ano]

Relembrando a fórmula 3.4:

$$IEE = IEE_I + IEE_V + \frac{Q_{out}}{A_p} \quad (3.4)$$

E fazendo a analogia entre parcelas das formulas 13.8 e 3.4, percebe-se que:

$$IEE_I = (IEE_{aq} + IEE_{aq1}) \times 1,05 \quad (13.9.)$$

$$IEE_V = (IEE_{arr} + IEE_{arr1}) \quad (13.10.)$$

$$\frac{Q_{out}}{A_p} = IEE_{ilu} + IEE_{equi} + IEE_{B\&V} + IEE_{AQS} \quad (13.11.)$$

13.2.Caudal de ar novo mínimo nominal e caudal de ar novo real

A componente da ventilação afecta fortemente as necessidades de aquecimento e arrefecimento do edifício como descrito anteriormente na fórmula (3.1), tornando-se assim necessário calcular as renovações de ar do edifício.

A simulação dinâmica baseia-se para o cálculo de IEE nominal nas renovações de ar novo nominal e para o cálculo das máximas potências de climatização no caudal de ar novo real.

O caudal de ar novo nominal é o caudal de ar mínimo regulamentar calculado com base nos valores do anexo VI do RSECE [2], afecto da eficiência de ventilação e considerando o eventual acréscimo devido à presença de materiais não ecologicamente limpos para a ocupação nominal prevista no RSECE [2].

Como o edifício não tem sistema de ventilação considera-se que todos os sistemas de ventilação têm 80% de eficiência, pressuposto retirado do ponto E.6. das Perguntas & Respostas sobre o RSECE – Energia [4]. Embora no mesmo ponto de [4] seja dito para afectar o caudal de ar num acréscimo de 50% devido à possível presença de materiais não ecologicamente limpos, não será feito, considerando que a possível ventilação do edifício é feita em materiais ecologicamente limpos. Abaixo apresenta-se o algoritmo de cálculo para o caudal de ar nominal do edifício e os quadros com os respectivos valores do caudal de ar para as diferentes tipologias do edifício.

Algoritmo de cálculo do caudal de ar novo nominal:

- 1) Retirar valores de densidade ocupacional nominal do anexo XV do RSECE para os diferentes compartimentos.
- 2) Retirar valores do caudal mínimo de ar novo por ocupação e/ou unidade de área, para os diferentes compartimentos do Anexo VI do RSECE.
- 3) Caso os caudais de novo do anexo VI do RSECE, seja por ocupantes, multiplicar este valor pela densidade de ocupação nominal correspondente.
- 4) Caso os caudais de novo do anexo VI do RSECE, seja por unidade de área, multiplicar este valor pela área útil correspondente do compartimento.
- 5) Caso os caudais de novo do anexo VI do RSECE, seja por ocupantes e unidade de área, calcular os dois valores e utilizar o maior destes.
- 6) Afectar os valores dos caudais de ar novo nominais pela eficiência da ventilação.
- 7) Somar todos os caudais de ar novo nominais do edifício.

Quadro 64-Caudal nominal de ar novo para a tipologia Museu e galeria.

Espaços	Tipo de Ocupação Nominal (Anexo XV do RSECE [4])	Utilização (Anexo VI do RSECE [4])	Área útil de pavimento [m ²]	Ocupação Nominal	[m ³ /(h.ocp.)]	[m ³ /h.m ²]	CANmin. ocp. [m ³ /h]	CANmin. (área) [m ³ /h]	CANmin. [m ³ /h]	Eficiência da ventilação	CANmin. efectivo [m ³ /h]
1	Escritório	Serviços/Gabinetes	44,8	2	35,0	5,0	70,0	224,0	224,0	0,8	280,0
2	Escritório	Serviços/salas de recepção	42,9	2	30,0	15,0	60,0	644,0	644,0	0,8	804,9
3	Escritório	Serviços/sala de recepção	24,6	1	30,0	15,0	30,0	369,0	369,0	0,8	461,3
12	Museu e galeria	Escolas/Bibliotecas	61,5	1	30,0	-	30,0	-	30,0	0,8	37,5
13	Museu e galeria	Escolas/Bibliotecas	25,2	1	30,0	-	30,0	-	30,0	0,8	37,5
14	Museu e galeria	Escolas/Bibliotecas	44,2	1	30,0	-	30,0	-	30,0	0,8	37,5
15	Museu e galeria	Escolas/Bibliotecas	35,8	1	30,0	-	30,0	-	30,0	0,8	37,5
16	Museu e galeria	Escolas/Bibliotecas	49,5	1	30,0	-	30,0	-	30,0	0,8	37,5
18	Museu e galeria	Escolas/Bibliotecas	71,7	1	30,0	-	30,0	-	30,0	0,8	37,5
27	Museu e galeria	Escolas/Bibliotecas	76,6	1	30,0	-	30,0	-	30,0	0,8	37,5
28	Museu e galeria	Escolas/Bibliotecas	31,0	1	30,0	-	30,0	-	30,0	0,8	37,5
29	Museu e galeria	Escolas/Bibliotecas	82,7	2	30,0	-	62,0	-	62,0	0,8	77,5
30	Museu e galeria	Escolas/Bibliotecas	198,8	4	30,0	-	120,0	-	120,0	0,8	150,0
										Total CANmin. efectivo [m³/h]	2073,7

Quadro 65-Caudal nominal mínimo de ar novo para a tipologia de Escritórios.

Espaços	Tipo de Ocupação Nominal (Anexo XV do RSECE [4])	Utilização (Anexo VI do RSECE [4])	Área útil de pavimento [m²]	Ocupação Nominal	[m³/(h.occ.)]	[m³/h.m²]	CANmin. occ. [m³/h]	CANmin. (área) [m³/h]	CANmin. [m³/h]	Eficiência da ventilação	CANmin. efectivo [m³/h]
22	Escritórios	Serviços/Gabinetes	18,3	1	35,0	5,0	35,0	91,5	91,5	0,8	114,4
23	Escritórios	Serviços/Gabinetes	22,5	1	35,0	5,0	35,0	112,6	112,6	0,8	140,8
26	Escritórios	Serviços/Gabinetes	35,0	2	35,0	5,0	70,0	174,8	174,8	0,8	218,4
31	Escritórios	Serviços/Gabinetes	47,6	3	35,0	5,0	105,0	237,8	237,8	0,8	297,2
32	Cinema e teatro	Serviços/conferencia	71,7	35	30,0	20,0	1050,0	1433,2	1433,2	0,8	1791,5
33	Escritórios	Serviços/Gabinetes	22,4	1	35,0	5,0	35,0	111,9	111,9	0,8	139,8
34	Escritórios	Serviços/Gabinetes	42,4	2	35,0	5,0	70,0	211,8	211,8	0,8	264,8
										Total CANmin.	2966,8

Dado a ventilação real do edifício ser feita por meios naturais, as renovações de ar são realizadas exclusivamente de modo natural pelas infiltrações na fachada. Este valor é calculado segundo a metodologia descrita no ponto 3.2.1 do anexo IV do RCCTE [3]. Do quadro IV.2 do RCCTE [3] retira-se a classe de exposição ao vento das fachadas do edifício, segundo a altura média da fachada (Quadro 66), o tipo de região (quadro 1) e o tipo de rugosidade (Quadro 1).

Quadro 66-Altura média da fachada do edifício.

	Área [m ²]	H [m]
Alçado norte	143,39	6
Alçado Sul	299,584	13,09
Alçado Este	667,26	11,05
Alçado Oeste	151,26	11,44
H média de fachada	-	11,0

A altura média da fachada realiza-se pela média pondera das fachadas norte, sul, este e oeste, segundo a seguinte fórmula.

$$H_m = \frac{A_{AN} \times H_{AN} + A_{AS} \times H_{AS} + A_{AE} \times H_{AE} + A_{AO} \times H_{AO}}{A_{AN} \times A_{AS} \times A_{AE} \times A_{EO}} \quad (13.12)$$

Em que.

A_{AN} -Área do alçado Norte. [m²]

A_{AS} - Área do alçado Sul. [m²]

A_{AE} - Área do alçado Este. [m²]

A_{AO} - Área do alçado Oeste. [m²]

H_{AN} - Altura do alçado Norte. [m]

H_{AS} - Altura do alçado Sul. [m]

H_{AE} - Altura do alçado Este. [m]

H_{AO} - Altura do alçado Oeste. [m]

Do quadro IV.1 do RCCTE [3] retiração o valor das renovações horárias R_{ph} [h^{-1}] mediante se a fachada possui ou não dispositivos de admissão na fachada ((Quadro 67) , pela classificação da permeabilidade ao ar nas fachadas de acordo com a norma EN 12207 (Quadro 67) e pela posse ou não de caixas de estore na fachada (Quadro 67).

Quadro 67-Informações sobre a ventilação natural do edifício.

Região	A
Rugosidade	I
Classe de exposição	1
Dispositivos de admissão na fachada	Não
Permeabilidade ao ar nas fachadas	Sem classificação
Caixa de estore	Não
R_{ph} [1/h]	0,9

Posto isto, o valor das infiltrações de ar pela fachada em [m^3/h] calcula-se pela seguinte fórmula:

$$V_{inf} = V \times R_{ph} \quad (13.13)$$

Em que:

V_{inf} -Caudal de ar pelas infiltrações na fachada [m^3/h]

V -Volume da respectiva tipologia do edificio (Museu e galerias ou escritório) [m^3]

R_{ph} -Renovações de ar calculadas [1/h] (Quadro 67)

O quadro seguinte apresenta o valor calculado das infiltrações de ar na fachada do edifício pela fórmula 13.13.

Quadro 68- Valor do caudal de ar infiltrado da fachada do edifício por meios naturais.

	Tipologia	
	Museu e galerias	Escritórios
Área [m ²]	940,44	361,58
Pé-direito [m]	4,34	4,34
Volume [m ³]	4081,5	1569,3
Rph [1/h]	0,9	0,9
Vinf [m ³ /h]	3673,4	1412,3

13.2.1. Potência eléctrica dos ventiladores para a simulação nominal

Pelos valores calculados no quadro 64 e 68, percebemos que o valor das infiltrações de ar na fachada são superiores ao caudal mínimo de ar novo nominal a ser inserido na edificação na tipologia de Museu e galerias, sendo assim opta-se no presente trabalho não colocar na simulação nominal a ventilação mecânica sugerida pelo RSECE [2] mas sim o valor das infiltrações de ar na fachada, ficando sem efeito a potência eléctrica de ventilação para esta tipologia.

A ventilação mecânica para a simulação nominal da tipologia de Escritórios será calculada com base noutros projectos de ventilação típicos, isto é, calcula-se de maneira simplificada a potencia eléctrica por m³ de ar inserido no edifício e adapta-se esse valor ao presente caso de estudo. Embora seja uma regra pouco ortodoxa, é uma boa maneira de simplificar os cálculos, caso contrário seria necessário projectar toda a ventilação do edifício para o efeito. Assim sendo obtemos:

Quadro 69- Potência eléctrica da ventilação mecânica do edifício para a simulação nominal.

	Tipologia escritórios
CANmin. efectivo [m ³ /h] total	2966,8
Potência eléctrica [W] de ventilação típica por [m ³ /h] de ar insuflado	1,91
Potência eléctrica da ventilação mecânica do edifício [W]	5666,6

13.3.Dado de entrada e saída do programa RCCTE-STE no cálculo do IEE nominal e máximas potências de climatização a instalar

Esta secção apresentar os dados de entrada e saída da simulação dinâmica realizada para o edifício em estudo pelas diferentes tipologias em estudo, de maneira a determinar o IEE nominal e as máximas potências de climatização a instalar.

13.3.1.Dados gerais.

The screenshot displays the software interface for entering building data. On the left is a tree view showing the project structure for 'Museu Alberto Sampaio', with 'Espaços não úteis' selected. The main window is titled 'EDIFÍCIO' and 'espaços não úteis'. It contains input fields for 'Área Estacionamento' (0 m²) and 'Área Armazém' (280,59 m²). Below these is a table for 'Armazém' with columns for equipment, lighting, and ventilation, showing values for density, total power, and annual hours of operation.

	Densidade [W/m2]	Potência total [kW]	Horas de funcionamento [h/ano]
Equipamento	0	0	87,12
Iluminação	2,7	0	87,12
Ventilação	0	0	87,12

Figura 75-Dados gerais de entrada no programa RCCTE-STE.

SISTEMAS > definição

Sistemas de climatização

apenas arrefecimento
 apenas aquecimento
 aquecimento e arrefecimento

Sistema de climatização

Resistência eléctrica	Máquina frigorífica(ciclo de compressão)
1	3
0,29	0,29

COP/Eficiência

Factor de conversão [kgep/kWh]

Figura 76-Sistema de climatização usado na simulação nominal.

13.3.2.Dados de entrada da tipologia de museu e galerias

EDIFÍCIO ▶ caracterização do espaço útil

Tipologia pré-definida: Museus e galerias
 Tipologia do utilizador: Real_Museu
 Concelho: Guimarães

Área de pavimento [m2]: 940,44

Pé direito médio [m]: 4,34
 Inércia: forte
 Infiltração do ar [m3/h]: 5243,05

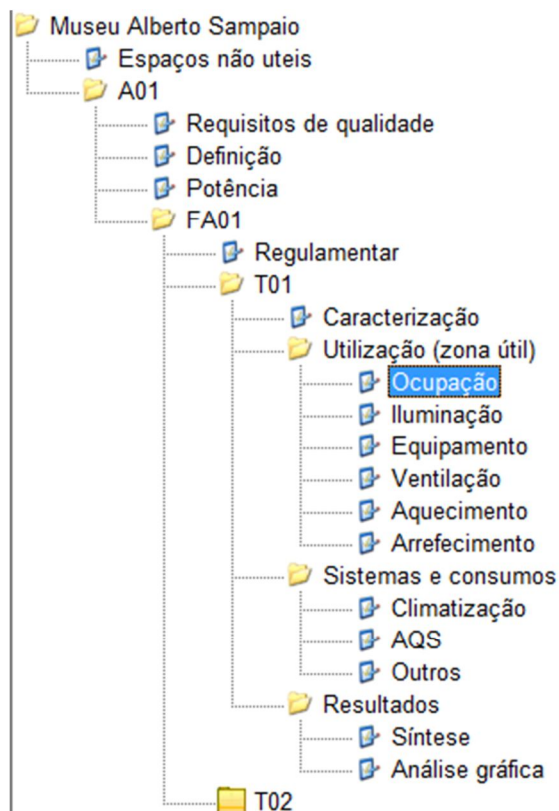
Factor de forma [m-1]: 0,42
 Coeficiente de perdas da envolvente opaca [W/°C]: 2005,53
 Coeficiente de perdas dos vãos envidraçados [W/°C]: 257,24

940,44 Total

Área equivalente de ganho solar [m2]

	Vãos envidraçados		Envolvente opaca
	(Inverno)	(Verão)	
Horizontal	0	0	1,65
Norte	0,59	1,7	4,55
Nordeste	0	0	0
Este	3,48	6,53	11,56
Sul	2,36	2,13	4,33
Sudoeste	0	0	0
Oeste	1,04	2,13	9,41
Noroeste	0	0	0

Figura 77- Caracterização do espaço referente á tipologia de Museus e galerias.



UTILIZAÇÃO ▶ ocupação

Perfil
 Pré-Definido Definido pelo Utilizador

Densidade de ocupação [m2/ocupante]

Actividade [W/ocupante]

Segunda a Sexta			Sábado			Domingo e Feriados			Padrão de ocupação [%]
0:00	12:00		0:00	12:00		0:00	12:00		
0:00	0	75	12:00	0	80	12:00	0	80	Padrão de ocupação [W/m2]
1:00	0	85	13:00	0	90	13:00	0	90	
2:00	0	90	14:00	0	100	14:00	0	100	
3:00	0	85	15:00	0	95	15:00	0	95	
4:00	0	15	16:00	0	15	16:00	0	15	
5:00	0	5	17:00	0	5	17:00	0	5	
6:00	0	0	18:00	0	0	18:00	0	0	
7:00	5	0	19:00	5	0	19:00	5	0	
8:00	10	0	20:00	15	0	20:00	15	0	
9:00	65	0	21:00	90	0	21:00	90	0	
10:00	90	0	22:00	100	0	22:00	100	0	
11:00	90	0	23:00	95	0	23:00	95	0	

Figura 78-Dados de ocupação pré-definidos.

- Museu Alberto Sampaio
 - ↳ Espaços não uteis
 - ↳ A01
 - ↳ Requisitos de qualidade
 - ↳ Definição
 - ↳ Potência
 - ↳ FA01
 - ↳ Regularizar
 - ↳ T01
 - ↳ Caracterização
 - ↳ Utilização (zona útil)
 - ↳ Ocupação
 - ↳ Iluminação
 - ↳ Equipamento
 - ↳ Ventilação
 - ↳ Aquecimento
 - ↳ Arrefecimento
 - ↳ Sistemas e consumos
 - ↳ Climatização
 - ↳ AQS
 - ↳ Outros
 - ↳ Resultados
 - ↳ Síntese
 - ↳ Análise gráfica
 - ↳ T02

UTILIZAÇÃO ► iluminação

Perfil
 Pré-Definido Definido pelo Utilizador

Densidade de iluminação [W/m2]

Segunda a Sexta				Sábado				Domingo e Feriados				Padrão de iluminação [%]
0:00	0	90	12:00	0:00	0	90	12:00	0:00	0	90	12:00	
1:00	0	90	13:00	1:00	0	90	13:00	1:00	0	90	13:00	Padrão de iluminação [W/m2]
2:00	0	100	14:00	2:00	0	100	14:00	2:00	0	100	14:00	
3:00	0	100	15:00	3:00	0	100	15:00	3:00	0	100	15:00	
4:00	0	10	16:00	4:00	0	10	16:00	4:00	0	10	16:00	
5:00	0	5	17:00	5:00	0	5	17:00	5:00	0	5	17:00	
6:00	0	0	18:00	6:00	0	0	18:00	6:00	0	0	18:00	
7:00	5	0	19:00	7:00	5	0	19:00	7:00	5	0	19:00	
8:00	40	0	20:00	8:00	40	0	20:00	8:00	40	0	20:00	
9:00	90	0	21:00	9:00	90	0	21:00	9:00	90	0	21:00	
10:00	100	0	22:00	10:00	100	0	22:00	10:00	100	0	22:00	
11:00	95	0	23:00	11:00	95	0	23:00	11:00	95	0	23:00	

Figura 79- Dados de iluminação pré-definidos.

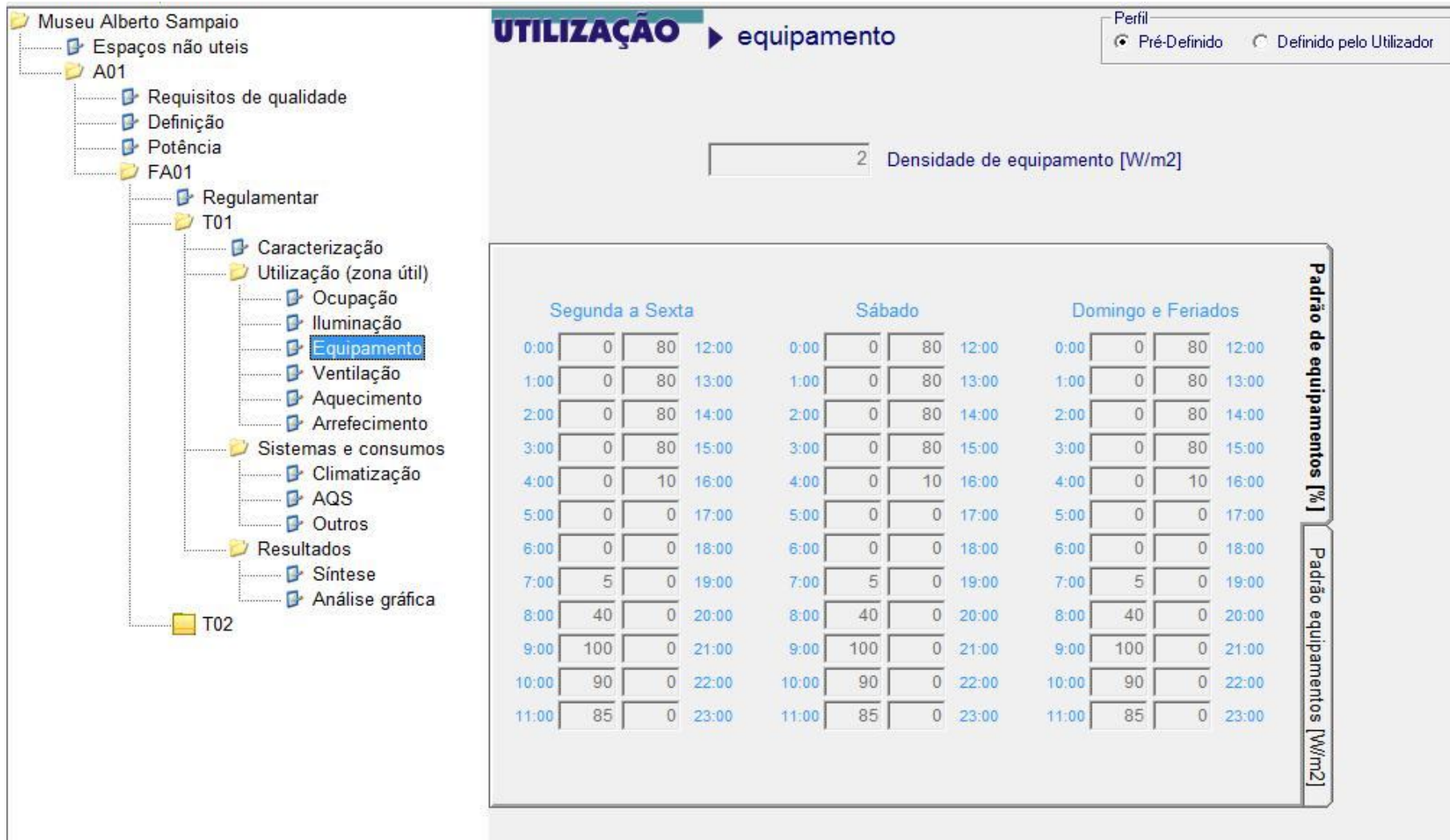


Figura 80- Dados de equipamento pré-definidos.



Figura 81- Dados de ventilação pré-definidos.

- Museu Alberto Sampaio
 - ↳ Espaços não uteis
 - ↳ A01
 - ↳ Requisitos de qualidade
 - ↳ Definição
 - ↳ Potência
 - ↳ FA01
 - ↳ Regulamentar
 - ↳ T01
 - ↳ Caracterização
 - ↳ Utilização (zona útil)
 - ↳ Ocupação
 - ↳ Iluminação
 - ↳ Equipamento
 - ↳ Ventilação
 - ↳ Aquecimento
 - ↳ **Arefecimento**
 - ↳ Sistemas e consumos
 - ↳ Climatização
 - ↳ AQS
 - ↳ Outros
 - ↳ Resultados
 - ↳ Síntese
 - ↳ Análise gráfica
- ↳ T02

UTILIZAÇÃO

▶ temperatura de referência de arrefecimento

Perfil
 Pré-Definido Definido pelo Utilizador

25

 Temperatura de referência [°C]

Alterar valor

Restabelecer valor

Segunda a Sexta				Sábado				Domingo e Feriados				Padrão de ocupação [%]	Temperatura de referência [°C]
0:00	0	12:00		0:00	0	12:00		0:00	0	12:00			
1:00	0	85	13:00	1:00	0	90	13:00	1:00	0	90	13:00		
2:00	0	90	14:00	2:00	0	100	14:00	2:00	0	100	14:00		
3:00	0	85	15:00	3:00	0	95	15:00	3:00	0	95	15:00		
4:00	0	15	16:00	4:00	0	15	16:00	4:00	0	15	16:00		
5:00	0	5	17:00	5:00	0	5	17:00	5:00	0	5	17:00		
6:00	0	0	18:00	6:00	0	0	18:00	6:00	0	0	18:00		
7:00	5	0	19:00	7:00	5	0	19:00	7:00	5	0	19:00		
8:00	10	0	20:00	8:00	15	0	20:00	8:00	15	0	20:00		
9:00	65	0	21:00	9:00	90	0	21:00	9:00	90	0	21:00		
10:00	90	0	22:00	10:00	100	0	22:00	10:00	100	0	22:00		
11:00	90	0	23:00	11:00	95	0	23:00	11:00	95	0	23:00		

Figura 82 Dados de aquecimento pré-definidos.

- Museu Alberto Sampaio
 - Espaços não uteis
 - A01
 - Requisitos de qualidade
 - Definição
 - Potência
 - FA01
 - Regulamentar
 - T01
 - Caracterização
 - Utilização (zona útil)
 - Ocupação
 - Iluminação
 - Equipamento
 - Ventilação
 - Aquecimento
 - Arrefecimento
 - Sistemas e consumos
 - Climatização
 - AQS
 - Outros
 - Resultados
 - Síntese
 - Análise gráfica

UTILIZAÇÃO ► ocupação

Perfil
 Pré-Definido Definido pelo Utilizador

Densidade de ocupação [m2/ocupante]

Actividade [W/ocupante]

Segunda a Sexta			Sábado			Domingo e Feriados			Padrão de ocupação [%]	
0:00	12:00	12:00	0:00	12:00	12:00	0:00	12:00	12:00		
0:00	0	0	0:00	0	80	12:00	0	100	12:00	
1:00	0	0	1:00	0	70	13:00	1:00	0	70	13:00
2:00	0	0	2:00	0	90	14:00	2:00	0	75	14:00
3:00	0	0	3:00	0	90	15:00	3:00	0	100	15:00
4:00	0	0	4:00	0	70	16:00	4:00	0	80	16:00
5:00	0	0	5:00	0	10	17:00	5:00	0	30	17:00
6:00	0	0	6:00	0	0	18:00	6:00	0	0	18:00
7:00	0	0	7:00	0	0	19:00	7:00	0	0	19:00
8:00	0	0	8:00	0	0	20:00	8:00	0	0	20:00
9:00	0	0	9:00	5	0	21:00	9:00	5	0	21:00
10:00	0	0	10:00	20	0	22:00	10:00	15	0	22:00
11:00	0	0	11:00	80	0	23:00	11:00	90	0	23:00

Padrão de ocupação [W/m2]

Figura 83- Dados de ocupação definidos pelo utilizador.

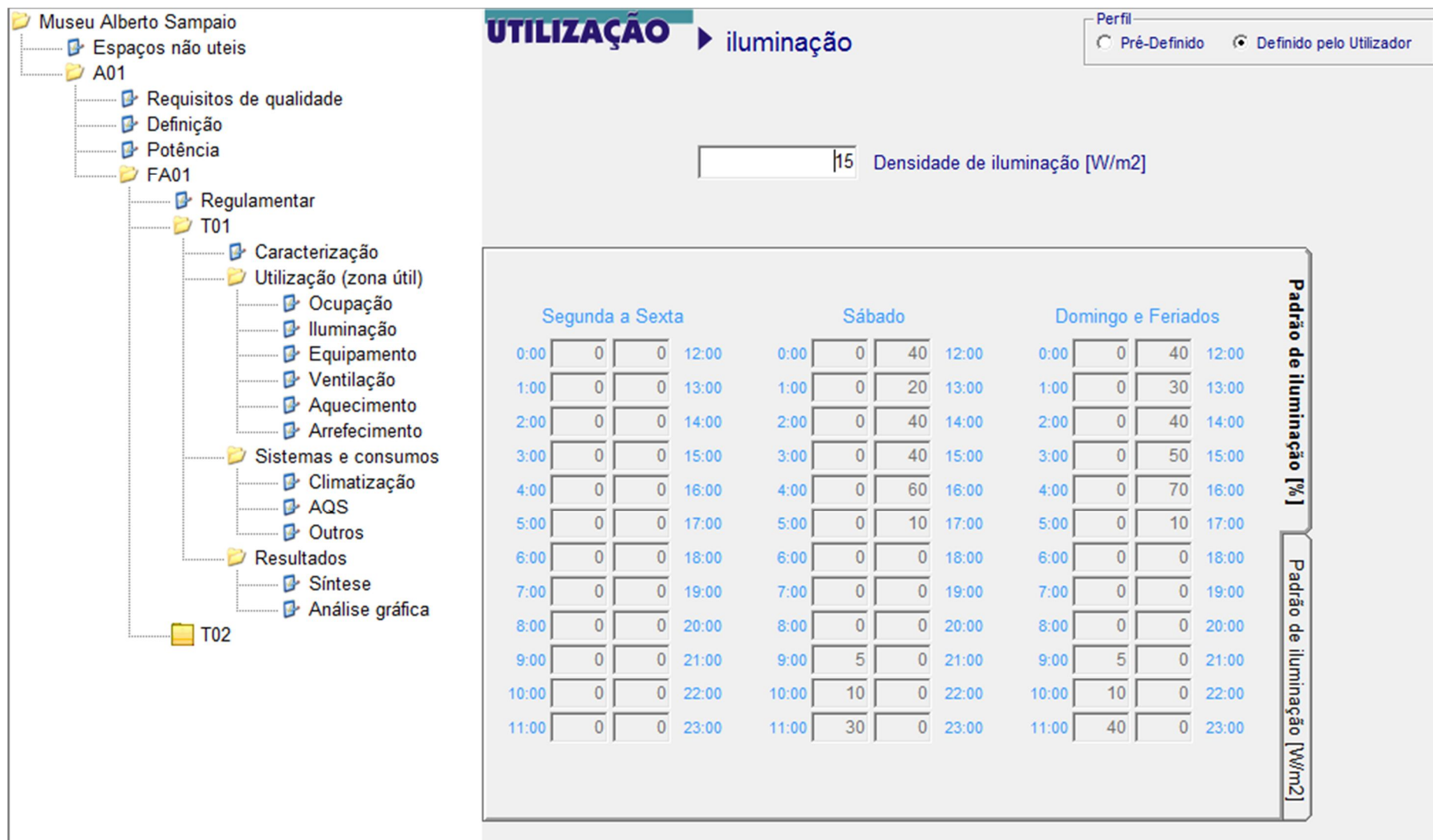


Figura 84 Dados de iluminação definidos pelo utilizador.



Figura 85- Dados de equipamento definidos pelo utilizador.

Museu Alberto Sampaio

- ↳ Espaços não uteis
- ↳ A01
 - ↳ Requisitos de qualidade
 - ↳ Definição
 - ↳ Potência
 - ↳ FA01
 - ↳ Regularizar
 - ↳ T01
 - ↳ Caracterização
 - ↳ Utilização (zona útil)
 - ↳ Ocupação
 - ↳ Iluminação
 - ↳ Equipamento
 - ↳ Ventilação
 - ↳ Aquecimento
 - ↳ Arrefecimento
 - ↳ Sistemas e consumos
 - ↳ Climatização
 - ↳ AQS
 - ↳ Outros
 - ↳ Resultados
 - ↳ Síntese
 - ↳ Análise gráfica
- ↳ T02

UTILIZAÇÃO ▸ ventilação

Perfil
 Pré-Definido Definido pelo Utilizador

3673

Caudal mínimo de ar novo [m3/h]

Recalcular

Quadro

3786,72775320247

Infiltração de ar nos períodos sem ocupação [m3/h]

Segunda a Sexta				Sábado				Domingo e Feriados			
0:00	0	0	12:00	0:00	0	80	12:00	0:00	0	100	12:00
1:00	0	0	13:00	1:00	0	70	13:00	1:00	0	70	13:00
2:00	0	0	14:00	2:00	0	90	14:00	2:00	0	75	14:00
3:00	0	0	15:00	3:00	0	90	15:00	3:00	0	100	15:00
4:00	0	0	16:00	4:00	0	70	16:00	4:00	0	80	16:00
5:00	0	0	17:00	5:00	0	10	17:00	5:00	0	30	17:00
6:00	0	0	18:00	6:00	0	0	18:00	6:00	0	0	18:00
7:00	0	0	19:00	7:00	0	0	19:00	7:00	0	0	19:00
8:00	0	0	20:00	8:00	0	0	20:00	8:00	0	0	20:00
9:00	0	0	21:00	9:00	5	0	21:00	9:00	5	0	21:00
10:00	0	0	22:00	10:00	20	0	22:00	10:00	15	0	22:00
11:00	0	0	23:00	11:00	80	0	23:00	11:00	90	0	23:00

Padrão de ocupação [%]

Caudal de ar novo [m3/(h.m2)]

Figura 86- Dados de ventilação definidos pelo utilizador.

- Museu Alberto Sampaio
 - ↳ Espaços não uteis
 - ↳ A01
 - ↳ Requisitos de qualidade
 - ↳ Definição
 - ↳ Potência
 - ↳ FA01
 - ↳ Regulamentar
 - ↳ T01
 - ↳ Caracterização
 - ↳ Utilização (zona útil)
 - ↳ Ocupação
 - ↳ Iluminação
 - ↳ Equipamento
 - ↳ Ventilação
 - ↳ Aquecimento
 - ↳ Arrefecimento
 - ↳ Sistemas e consumos
 - ↳ Climatização
 - ↳ AQS
 - ↳ Outros
 - ↳ Resultados
 - ↳ Síntese
 - ↳ Análise gráfica
- ↳ T02

UTILIZAÇÃO

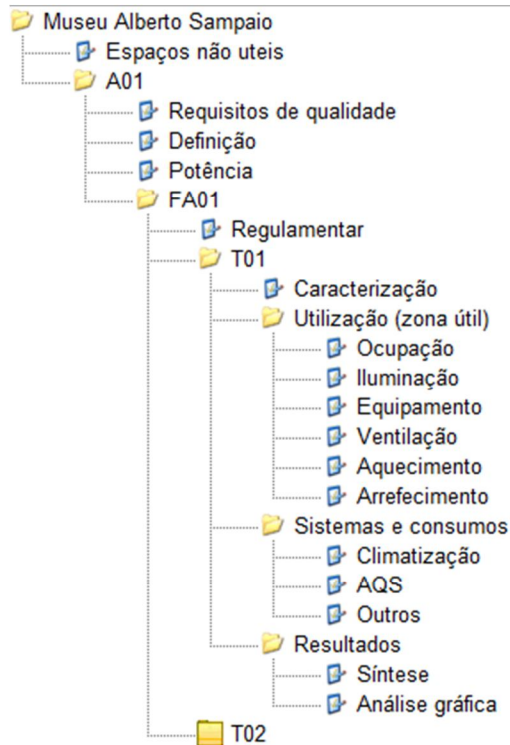
▶ temperatura de referência de aquecimento

Perfil
 Pré-Definido Definido pelo Utilizador

Temperatura de referência [°C]

Segunda a Sexta				Sábado				Domingo e Feriados				Padrão de ocupação [%]	Temperatura de referência [°C]
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00		
0	0	0	0	0	0	80	12:00	0	0	100	12:00		
0	0	0	0	0	0	70	13:00	0	0	70	13:00		
0	0	0	0	0	0	90	14:00	0	0	75	14:00		
0	0	0	0	0	0	90	15:00	0	0	100	15:00		
0	0	0	0	0	0	70	16:00	0	0	80	16:00		
0	0	0	0	0	0	10	17:00	0	0	30	17:00		
0	0	0	0	0	0	0	18:00	0	0	0	18:00		
0	0	0	0	0	0	0	19:00	0	0	0	19:00		
0	0	0	0	0	0	0	20:00	0	0	0	20:00		
0	0	0	0	5	0	0	21:00	5	0	0	21:00		
0	0	0	0	20	0	0	22:00	15	0	0	22:00		
0	0	0	0	80	0	0	23:00	90	0	0	23:00		

Figura 87- Dados de aquecimento definidos pelo utilizador.



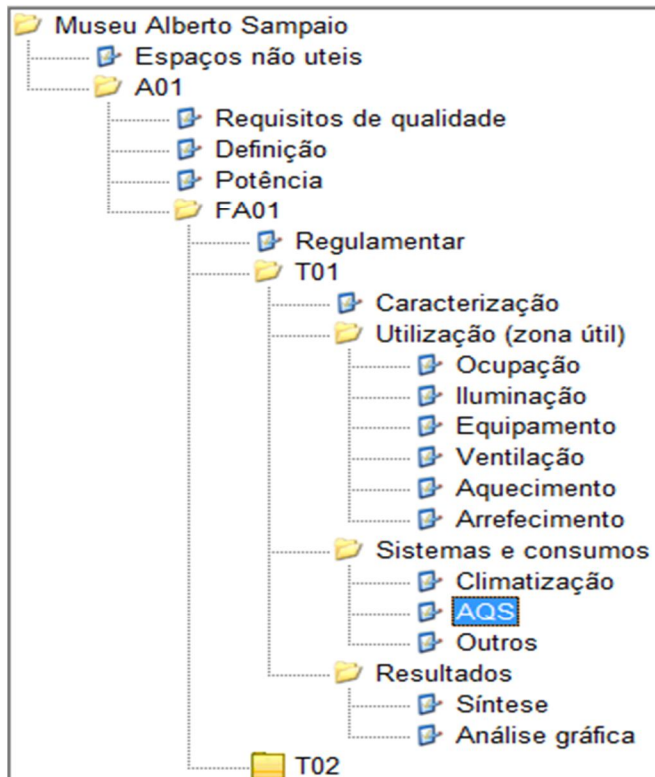
UTILIZAÇÃO ▶ temperatura de referência de arrefecimento

Perfil Pré-Definido Definido pelo Utilizador

25 Temperatura de referência [°C]

Segunda a Sexta			Sábado			Domingo e Feriados			Padrão de ocupação [%]	Temperatura de referência [°C]
0:00	12:00	18:00	0:00	12:00	18:00	0:00	12:00	18:00		
0	0	0	0	80	0	0	100	0	0	
1	0	0	0	70	0	0	70	0	0	
2	0	0	0	90	0	0	75	0	0	
3	0	0	0	90	0	0	100	0	0	
4	0	0	0	70	0	0	80	0	0	
5	0	0	0	10	0	0	30	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	0	0	0	5	0	5	5	0	0	
10	0	0	0	20	0	15	15	0	0	
11	0	0	0	80	0	90	90	0	0	

Figura 88- Dados de arrefecimento definidos pelo utilizador.



CONSUMOS ▶ águas quentes sanitárias

3	Consumo médio diário [litros/dia.ocupante]
45	Aumento de temperatura [°C]
22	Número médio de ocupantes nos dias com ocupação
365	Número de dias com ocupação
1260,8	Energia dispendida em AQS [kWh/ano]

Sistema convencional

Eficiência

Factor de conversão [kgep/kWh]

	[kWh/ano]
Sistema convencional	1327,2
Colectores solares	0
Outras formas de energias renováveis	0
Total	1,4 [kWh/m2.ano]

Figura 89- Dados de AQS.

STP. Simulação Térmica de Edifícios

Reiniciar Projecto Perfis Verificação Resultados Ajuda

Cargas Reiniciar Validar Imprimir XML Ajuda

Museu Alberto Sampaio

- ↳ Espaços não uteis
 - ↳ A01
 - ↳ Requisitos de qualidade
 - ↳ Definição
 - ↳ Potência
 - ↳ FA01
 - ↳ Regularizar
 - ↳ T01
 - ↳ Caracterização
 - ↳ Utilização (zona útil)
 - ↳ Ocupação
 - ↳ Iluminação
 - ↳ Equipamento
 - ↳ Ventilação
 - ↳ Aquecimento
 - ↳ Arrefecimento
 - ↳ Sistemas e consumos
 - ↳ Climatização
 - ↳ AQS
 - ↳ Outros
 - ↳ Resultados
 - ↳ Síntese
 - ↳ Análise gráfica
 - ↳ T02

CONSUMOS

▶ outros

	Densidade [W/m2]	Potência total [kW]	Horas de funcionamento [h/ano]
Zona útil *			
Iluminação	15	2,82	2665
Equipamento	2	1,88	2373
Iluminação exterior		0	5400
Equipamento			
FONTE DE ENERGIA			
	Electricidade [%]	Combustível sólido, líquido ou gasoso [%]	
cozinha	0	100	
lavandaria	0	100	
outros	100	0	
sistemas de frio	0	0	0
elevadores		0	0
escadas rolantes		0	0
bombas e ventiladores		0,51	480
outros		0	0

Figura 90-Dados de outros consumos.

13.3.3.Dados de entrada da tipologia de escritórios

Museu Alberto Sampaio

- Espaços não uteis
 - A01
 - Requisitos de qualidade
 - Definição
 - Potência
 - FA01
 - Regulamentar
 - T01
 - Caracterização
 - Utilização (zona útil)
 - Ocupação
 - Iluminação
 - Equipamento
 - Ventilação
 - Aquecimento
 - Arrefecimento
 - Sistemas e consumos
 - Climatização
 - AQS
 - Outros
 - Resultados
 - Síntese
 - Análise gráfica
 - T02
 - Caracterização**
 - Utilização (zona útil)
 - Ocupação
 - Iluminação
 - Equipamento
 - Ventilação
 - Aquecimento
 - Arrefecimento
 - Sistemas e consumos
 - Climatização
 - AQS
 - Outros
 - Resultados
 - Síntese
 - Análise gráfica

EDIFÍCIO ▶ **caracterização do espaço útil**

Tipologia pré-definida: Escritórios
 Tipologia do utilizador: Real_Escritorios
 Concelho: Guimarães

Definir novo perfil de utilização

Área de pavimento [m2]

0	Cozinas *	4,34	Pé direito médio [m]	0,42	Factor de forma [m-1]
		forte	Inércia	1309,32	Coefficiente de perdas da envolvente opaca [W/°C]
		5243,05	Infiltração do ar [m3/h]	175,38	Coefficiente de perdas dos vãos envidraçados [W/°C]
361,68	Outros espaços				
361,68	Total				

* Espaço incluído na zona útil mas, devido aos elevados ganhos internos, não se contabiliza para o cálculo das necessidades de aquecimento ou arrefecimento.

Área equivalente de ganho solar [m2]

	Vãos envidraçados		Envolvente opaca
	(Inverno)	(Verão)	
Horizontal	0	0	2,03
Norte	1,27	1,29	1,21
Nordeste	0	0	0
Este	5,84	2,35	2,65
Sudeste	0	0	0
Sul	11,42	4,37	2,15
Sudoeste	0	0	0
Oeste	1,83	0,77	2,74
Noroeste	0	0	0

Figura 91-Dados das características gerais para a tipologia de escritórios.

Museu Alberto Sampaio

- Espaços não uteis
 - A01
 - Requisitos de qualidade
 - Definição
 - Potência
 - FA01
 - Regulamentar
 - T01
 - Caracterização
 - Utilização (zona útil)
 - Ocupação
 - Iluminação
 - Equipamento
 - Ventilação
 - Aquecimento
 - Arrefecimento
 - Sistemas e consumos
 - Climatização
 - AQS
 - Outros
 - Resultados
 - Síntese
 - Análise gráfica
 - T02
 - Caracterização
 - Utilização (zona útil)
 - Ocupação
 - Iluminação
 - Equipamento
 - Ventilação
 - Aquecimento
 - Arrefecimento
 - Sistemas e consumos
 - Climatização
 - AQS
 - Outros
 - Resultados
 - Síntese
 - Análise gráfica

UTILIZAÇÃO ▶ ocupação

Perfil
 Pré-Definido Definido pelo Utilizador

15 Densidade de ocupação [m2/ocupante]
 120 Actividade [W/ocupante]

Segunda a Sexta			Sábado			Domingo e Feriados			Padrão de ocupação [%]	Padrão de ocupação [W/m2]
0:00	12:00	12:00	0:00	12:00	12:00	0:00	12:00	12:00		
0:00	0	50	0:00	0	0	0:00	0	0	0:00	12:00
1:00	0	70	1:00	0	0	1:00	0	0	1:00	13:00
2:00	0	90	2:00	0	0	2:00	0	0	2:00	14:00
3:00	0	100	3:00	0	0	3:00	0	0	3:00	15:00
4:00	0	80	4:00	0	0	4:00	0	0	4:00	16:00
5:00	0	50	5:00	0	0	5:00	0	0	5:00	17:00
6:00	10	20	6:00	0	0	6:00	0	0	6:00	18:00
7:00	20	10	7:00	0	0	7:00	0	0	7:00	19:00
8:00	50	0	8:00	0	0	8:00	0	0	8:00	20:00
9:00	90	0	9:00	0	0	9:00	0	0	9:00	21:00
10:00	100	0	10:00	0	0	10:00	0	0	10:00	22:00
11:00	100	0	11:00	0	0	11:00	0	0	11:00	23:00
12:00			12:00			12:00			12:00	

Figura 92- Dados de ocupação pré-definidos pelo utilizador.

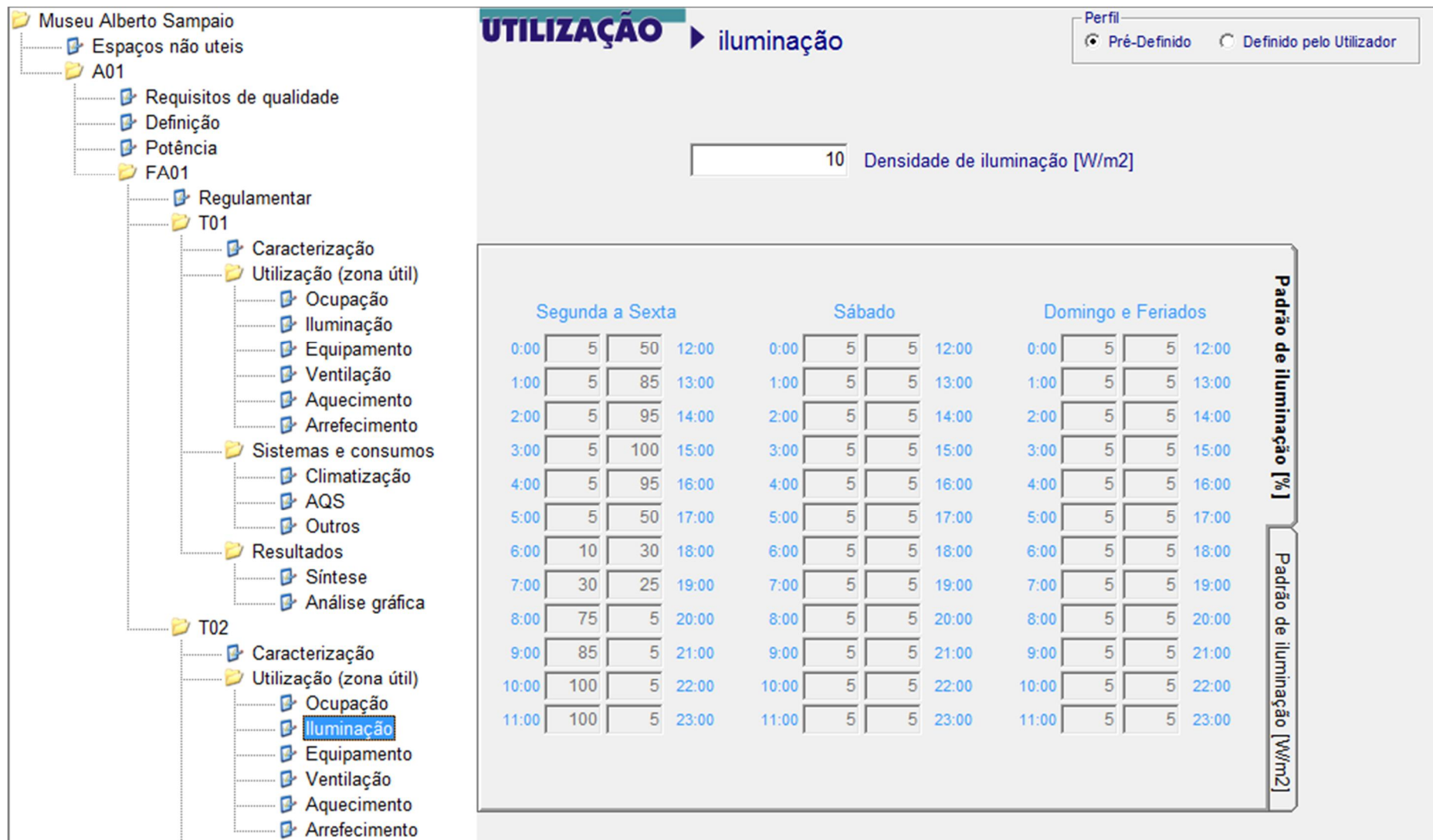
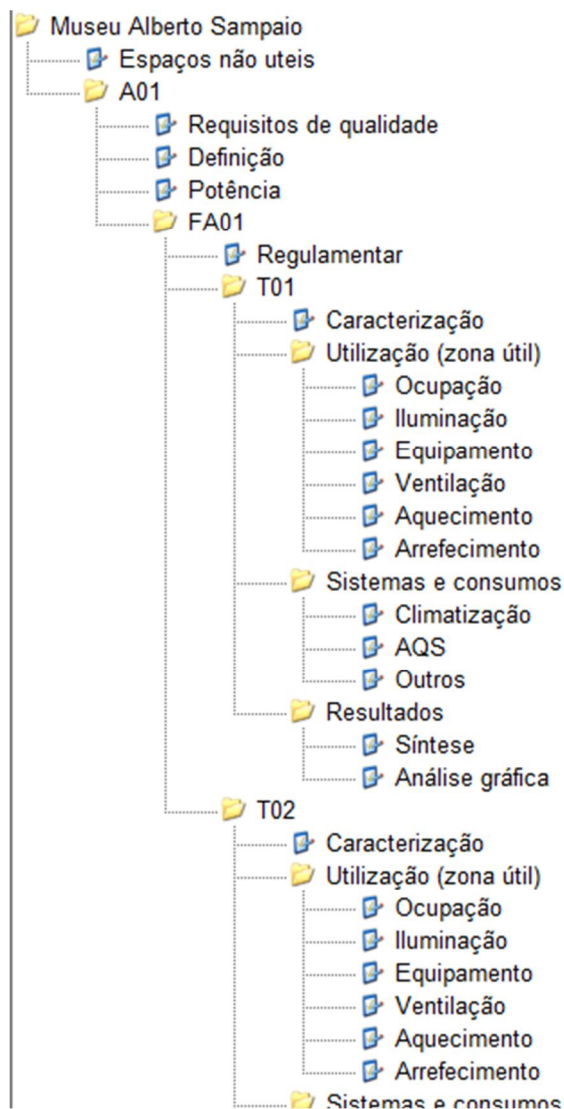


Figura 93- Dados de iluminação pré-definidos pelo utilizador.



Figura 94- Dados de equipamento pré-definidos pelo utilizador.



UTILIZAÇÃO ▸ ventilação

Perfil Pré-Definido Definido pelo Utilizador

2967 Caudal mínimo de ar novo [m3/h] Recalcular Quadro

1456,32224679753 Infiltração de ar nos períodos sem ocupação [m3/h]

Segunda a Sexta				Sábado				Domingo e Feriados				Padrão de ocupação [%]	Caudal de ar novo [m3/h.m2]
0:00	1:00	2:00	3:00	0:00	1:00	2:00	3:00	0:00	1:00	2:00	3:00		
0	0	50	12:00	0	0	0	12:00	0	0	0	12:00		
0	0	70	13:00	0	0	0	13:00	0	0	0	13:00		
0	0	90	14:00	0	0	0	14:00	0	0	0	14:00		
0	0	100	15:00	0	0	0	15:00	0	0	0	15:00		
0	0	80	16:00	0	0	0	16:00	0	0	0	16:00		
0	0	50	17:00	0	0	0	17:00	0	0	0	17:00		
10	20	20	18:00	0	0	0	18:00	0	0	0	18:00		
20	10	10	19:00	0	0	0	19:00	0	0	0	19:00		
50	0	0	20:00	0	0	0	20:00	0	0	0	20:00		
90	0	0	21:00	0	0	0	21:00	0	0	0	21:00		
100	0	0	22:00	0	0	0	22:00	0	0	0	22:00		
100	0	0	23:00	0	0	0	23:00	0	0	0	23:00		

Figura 95- Dados de ventilação pré-definidos pelo utilizador.

Museu Alberto Sampaio

- ↳ Espaços não uteis
 - ↳ A01
 - ↳ Requisitos de qualidade
 - ↳ Definição
 - ↳ Potência
 - ↳ FA01
 - ↳ Regularizar
 - ↳ T01
 - ↳ Caracterização
 - ↳ Utilização (zona útil)
 - ↳ Ocupação
 - ↳ Iluminação
 - ↳ Equipamento
 - ↳ Ventilação
 - ↳ Aquecimento
 - ↳ Arrefecimento
 - ↳ Sistemas e consumos
 - ↳ Climatização
 - ↳ AQS
 - ↳ Outros
 - ↳ Resultados
 - ↳ Síntese
 - ↳ Análise gráfica
 - ↳ T02
 - ↳ Caracterização
 - ↳ Utilização (zona útil)
 - ↳ Ocupação
 - ↳ Iluminação
 - ↳ Equipamento
 - ↳ Ventilação
 - ↳ Aquecimento
 - ↳ Arrefecimento
 - ↳ Sistemas e consumos
 - ↳ Climatização
 - ↳ AQS
 - ↳ Outros
 - ↳ Resultados
 - ↳ Síntese
 - ↳ Análise gráfica

UTILIZAÇÃO ▶ temperatura de referência de aquecimento

Perfil: Pré-Definido Definido pelo Utilizador

20 Temperatura de referência [°C]

Alterar valor

Restabelecer valor

Segunda a Sexta			Sábado			Domingo e Feriados			Padrão de ocupação [%]	Temperatura de referência [°C]
0:00	12:00	18:00	0:00	12:00	18:00	0:00	12:00	18:00		
0:00	0	50	0:00	0	0	0:00	0	0	Padrão de ocupação [%]	Temperatura de referência [°C]
1:00	0	70	1:00	0	0	1:00	0	0		
2:00	0	90	2:00	0	0	2:00	0	0		
3:00	0	100	3:00	0	0	3:00	0	0		
4:00	0	80	4:00	0	0	4:00	0	0		
5:00	0	50	5:00	0	0	5:00	0	0		
6:00	10	20	6:00	0	0	6:00	0	0		
7:00	20	10	7:00	0	0	7:00	0	0		
8:00	50	0	8:00	0	0	8:00	0	0		
9:00	90	0	9:00	0	0	9:00	0	0		
10:00	100	0	10:00	0	0	10:00	0	0		
11:00	100	0	11:00	0	0	11:00	0	0		

Figura 96- Dados de aquecimento pré-definidos pelo utilizador.

Museu Alberto Sampaio

- Espaços não úteis
- A01
 - Requisitos de qualidade
 - Definição
 - Potência
 - FA01
 - Regulamentar
 - T01
 - Caracterização
 - Utilização (zona útil)
 - Ocupação
 - Iluminação
 - Equipamento
 - Ventilação
 - Aquecimento
 - Arrefecimento
 - Sistemas e consumos
 - Climatização
 - AQS
 - Outros
 - Resultados
 - Síntese
 - Análise gráfica
 - T02
 - Caracterização
 - Utilização (zona útil)
 - Ocupação
 - Iluminação
 - Equipamento
 - Ventilação
 - Aquecimento
 - Arrefecimento
 - Sistemas e consumos
 - Climatização
 - AQS
 - Outros
 - Resultados
 - Síntese
 - Análise gráfica

UTILIZAÇÃO ▶ temperatura de referência de arrefecimento

Perfil: Pré-Definido Definido pelo Utilizador

25 Temperatura de referência [°C]

Alterar valor

Restabelecer valor

	Segunda a Sexta			Sábado			Domingo e Feriados			Padrão de ocupação [%]	Temperatura de referência [°C]
	0:00	12:00	23:00	0:00	12:00	23:00	0:00	12:00	23:00		
0:00	0	50	12:00	0	0	12:00	0	0	12:00		
1:00	0	70	13:00	1:00	0	13:00	1:00	0	13:00		
2:00	0	90	14:00	2:00	0	14:00	2:00	0	14:00		
3:00	0	100	15:00	3:00	0	15:00	3:00	0	15:00		
4:00	0	80	16:00	4:00	0	16:00	4:00	0	16:00		
5:00	0	50	17:00	5:00	0	17:00	5:00	0	17:00		
6:00	10	20	18:00	6:00	0	18:00	6:00	0	18:00		
7:00	20	10	19:00	7:00	0	19:00	7:00	0	19:00		
8:00	50	0	20:00	8:00	0	20:00	8:00	0	20:00		
9:00	90	0	21:00	9:00	0	21:00	9:00	0	21:00		
10:00	100	0	22:00	10:00	0	22:00	10:00	0	22:00		
11:00	100	0	23:00	11:00	0	23:00	11:00	0	23:00		

Figura 97- Dados de arrefecimento pré-definidos pelo utilizador.



Figura 98- Dados de ocupação definidos pelo utilizador.

Museu Alberto Sampaio

- ↳ Espaços não uteis
 - ↳ A01
 - ↳ Requisitos de qualidade
 - ↳ Definição
 - ↳ Potência
 - ↳ FA01
 - ↳ Regularizar
 - ↳ T01
 - ↳ Caracterização
 - ↳ Utilização (zona útil)
 - ↳ Ocupação
 - ↳ Iluminação
 - ↳ Equipamento
 - ↳ Ventilação
 - ↳ Aquecimento
 - ↳ Arrefecimento
 - ↳ Sistemas e consumos
 - ↳ Climatização
 - ↳ AQS
 - ↳ Outros
 - ↳ Resultados
 - ↳ Síntese
 - ↳ Análise gráfica
 - ↳ T02
 - ↳ Caracterização
 - ↳ Utilização (zona útil)
 - ↳ Ocupação
 - ↳ Iluminação
 - ↳ Equipamento
 - ↳ Ventilação
 - ↳ Aquecimento
 - ↳ Arrefecimento

UTILIZAÇÃO ▶ iluminação

Perfil: Pré-Definido Definido pelo Utilizador

Densidade de iluminação [W/m2]

Segunda a Sexta				Sábado				Domingo e Feriados			
0:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="50"/>	12:00	0:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	12:00	0:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	12:00
1:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="30"/>	13:00	1:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	13:00	1:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	13:00
2:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="30"/>	14:00	2:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	14:00	2:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	14:00
3:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="60"/>	15:00	3:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	15:00	3:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	15:00
4:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="70"/>	16:00	4:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	16:00	4:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	16:00
5:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="70"/>	17:00	5:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	17:00	5:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	17:00
6:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="10"/>	18:00	6:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	18:00	6:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	18:00
7:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	19:00	7:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	19:00	7:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	19:00
8:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	20:00	8:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	20:00	8:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	20:00
9:00	<input type="text" value="40"/>	<input type="text" value="0"/>	21:00	9:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	21:00	9:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	21:00
10:00	<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="0"/>	22:00	10:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	22:00	10:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	22:00
11:00	<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="0"/>	23:00	11:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	23:00	11:00	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	23:00

Padrão de iluminação [%]

Padrão de iluminação [W/m2]

Figura 99- Dados de iluminação definidos pelo utilizador.



Figura 100- Dados de equipamento definidos pelo utilizador.

Museu Alberto Sampaio

- Espaços não uteis
 - A01
 - Requisitos de qualidade
 - Definição
 - Potência
 - FA01
 - Regulamentar
 - T01
 - Caracterização
 - Utilização (zona útil)
 - Ocupação
 - Iluminação
 - Equipamento
 - Ventilação
 - Aquecimento
 - Arrefecimento
 - Sistemas e consumos
 - Climatização
 - AQS
 - Outros
 - Resultados
 - Síntese
 - Análise gráfica
 - T02
 - Caracterização
 - Utilização (zona útil)
 - Ocupação
 - Iluminação
 - Equipamento
 - Ventilação
 - Aquecimento
 - Arrefecimento

UTILIZAÇÃO ▶ ventilação

Perfil
 Pré-Definido Definido pelo Utilizador

1412 Caudal mínimo de ar novo [m3/h]

1456,32224679753 Infiltração de ar nos períodos sem ocupação [m3/h]

Segunda a Sexta				Sábado				Domingo e Feriados				Padrão de ocupação [%]	Caudal de ar novo [m3/(h.m2)]		
0:00	1:00	2:00	3:00	0:00	1:00	2:00	3:00	0:00	1:00	2:00	3:00				
0	70	70	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	10	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 101- Dados de ventilação definidos pelo utilizador.



Figura 102- Dados de aquecimento definidos pelo utilizador.



Figura 103- Dados de arrefecimento definidos pelo utilizador.

Museu Alberto Sampaio

- ↳ Espaços não uteis
- ↳ A01
 - ↳ Requisitos de qualidade
 - ↳ Definição
 - ↳ Potência
 - ↳ FA01
 - ↳ Regularizar
 - ↳ T01
 - ↳ Caracterização
 - ↳ Utilização (zona útil)
 - ↳ Ocupação
 - ↳ Iluminação
 - ↳ Equipamento
 - ↳ Ventilação
 - ↳ Aquecimento
 - ↳ Arrefecimento
 - ↳ Sistemas e consumos
 - ↳ Climatização
 - ↳ AQS
 - ↳ Outros
 - ↳ Resultados
 - ↳ Síntese
 - ↳ Análise gráfica
 - ↳ T02
 - ↳ Caracterização
 - ↳ Utilização (zona útil)
 - ↳ Ocupação
 - ↳ Iluminação
 - ↳ Equipamento
 - ↳ Ventilação
 - ↳ Aquecimento
 - ↳ Arrefecimento
 - ↳ Sistemas e consumos
 - ↳ Climatização
 - ↳ AQS
 - ↳ Outros
 - ↳ Resultados
 - ↳ Síntese
 - ↳ Análise gráfica

CONSUMOS ▶ águas quentes sanitárias

3	Consumo médio diário [litros/dia.ocupante]
45	Aumento de temperatura [°C]
8	Número médio de ocupantes nos dias com ocupação
365	Número de dias com ocupação
458,5	Energia dispendida em AQS [kWh/ano]

Sistema convencional

termoacumulador eléctrico

pele menos 100 mm de isolamento térmico

Eficiência	0,95
Factor de conversão [kgep/kWh]	0,29

	[kWh/ano]
Sistema convencional	482,6
Colectores solares	0
Outras formas de energias renováveis	0
Total	1,3 [kWh/m2.ano]

Figura 104- Dados de AQS.

- ... Utilização
- ... Inicial
- 1
- ↳ Regulamentar
- ↳ T01
- ↳ Caracterização
- ↳ Utilização (zona útil)
 - ↳ Ocupação
 - ↳ Iluminação
 - ↳ Equipamento
 - ↳ Ventilação
 - ↳ Aquecimento
 - ↳ Arrefecimento
- ↳ Sistemas e consumos
 - ↳ Climatização
 - ↳ AQS
 - ↳ Outros
- ↳ Resultados

* espaços que constituem a zona útil à excepção de cozinhas e lavandarias		Iluminação	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="1,09"/>	<input type="text" value="2665"/>
		Equipamento	<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="5,43"/>	<input type="text" value="316"/>
		Iluminação exterior	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="5400"/>	
Equipamento					
FONTE DE ENERGIA					
	Electricidade [%]	Combustível sólido, líquido ou gasoso [%]			
cozinha	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="0"/>	sistemas de frio	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
lavandaria	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="0"/>	elevadores	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
outros	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="0"/>	escadas rolantes	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
			bombas e ventiladores	<input type="text" value="5,666"/>	<input type="text" value="2016"/>
			outros	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

Figura 105-Dados de outros consumos.

13.4.Dados de saída do programa RCCTE-STE

Após a inserção dos dados descritos na secção anterior no programa RCCTE-STE obtiveram-se os seguintes resultados.

Para a tipologia de museu:

Quadro resumo do Indicador de Eficiência Energética (IEE)

[kgep/m2.ano]	Zona útil*	Totais
Aquecimento	15,0	15,0
Arrefecimento	0,3	0,3
Iluminação	7,5	7,5
Equipamento	1,4	1,4
Equip. Ventilação	0,1	0,1
AQS	0,8	0,8
IEE	25,1	25,1

Figura 106- Discriminação dos IEE nominais para a tipologia Museus e galerias. (resultados directos do programa RCCTE-STE)

Para a tipologia escritórios:

Quadro resumo do Indicador de Eficiência Energética (IEE)

[kgep/m2.ano]	Zona útil*	Totais
Aquecimento	17,9	17,9
Arrefecimento	0,3	0,3
Iluminação	7,5	7,5
Equipamento	1,4	1,4
Equip. Ventilação	9,1	9,1
AQS	0,0	0,0
IEE	36,2	36,2

Figura 107- Discriminação dos IEE nominais para a tipologia escritórios (resultados directos do programa RCCTE-STE)

A partir dos resultados obtidos, indicados na figura 106 e 107, e nos valores dos anexos X juntamente com a fórmula (13.8) obtemos o IEE nominal corrigido para cada tipologia, e realizando a média ponderada apresentada na fórmula (13.4) obtemos o IEE nominal corrigido do edifício, como demonstra o quadro seguinte.

Quadro 70- IEE nominal do edifício.

IEE [kgep/m ² .ano] directamente do RCCTE- STE	Tipologia		IEE [kgep/m ² .ano] corrigido	Tipologia		Edifício
	Museus e galerias	Escritórios		Museus e galerias	Escritórios	
Aquecimento	15	17,9	Aquecimento	22,2	19,6	21,5
Arrefecimento	0,3	0,3	Arrefecimento	0,34	0,3	0,3
Iluminação	7,5	7,5	Iluminação	7,5	7,5	7,5
Equipamento	1,4	1,4	Equipamento	1,4	1,4	1,4
Equipamento de ventilação	0,1	9,1	Equipamento de ventilação	0,1	9,1	2,6
AQS	0,8	0	AQS	0,4	0,4	0,4
Total	25,1	36,2	Total	31,94	38,3	33,7

O edifício apresenta assim um IEE nominal de 33,9 [kgep/m².ano]

A figura seguinte mostra os vários consumos do edifício discriminados por tipologia e em percentagem:

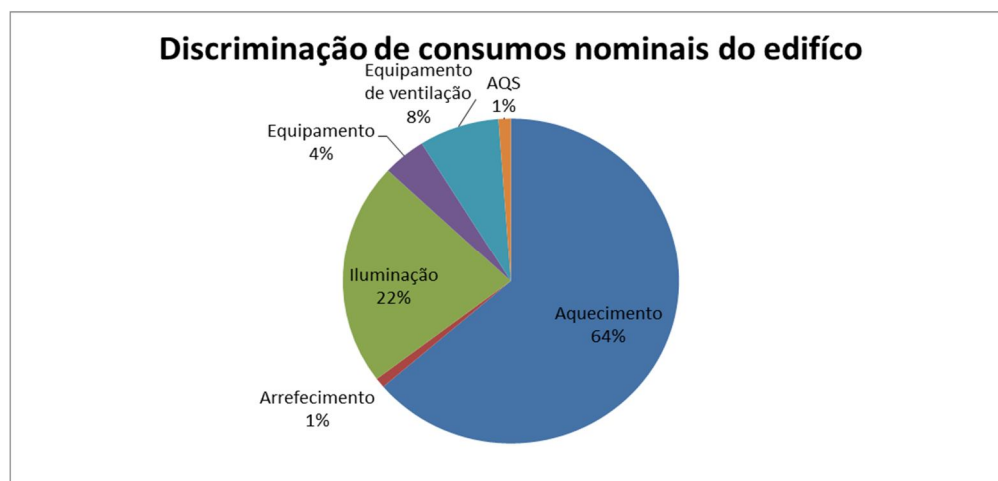


Figura 108- Discriminação de consumos nominais do edifício em

Da figura 108 deduz-se que o sector de aquecimento e iluminação tem o principal papel consumidor de energia do edifício.

14. Classe energética do edifício

A classe energética do edifício obtém-se pela metodologia de cálculo apresentada no Despacho n.º 10250/2008 - Modelo dos Certificados de Desempenho Energético e da Qualidade do Ar Interior. 8 de Abril de 2008. [7] para tal é necessário calcular o IEE de referência ponderado e o factor S ponderado pela adaptação da formula (13.4). Assim obtemos:

Quadro 71-IEE e factor S de referência do edifício.

	Tipologia	
	Museus e galerias	Escritórios
IEE de referência [kgep/m ² .ano] (anexo X do RSECE [2])	10	40
S de referência (anexo IV de [7])	15	35
Edifício		
IEE de referência novo [kgep/m ² .ano]	18,3	
S de referência novo	20,6	

Atendendo aos dados do IEE nominal simulado ($IEE=33,9 \text{ kgep/m}^2\cdot\text{ano}$) e ao IEE de referência enunciado no quadro de cima, verificamos que o edifício não está regulamentar.

De acordo com os dados do quadro 71 e o processo de cálculo da figura seguinte, obtemos a classe energética do edifício.

Classe Energética	Condição a verificar
A +	$IEE_{nom} \leq IEE_{ref.novos} - 0,75 \times S$
A	$IEE_{ref.novos} - 0,75 \times S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref.novos} - 0,50 \times S$
B	$IEE_{ref.novos} - 0,50 \times S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref.novos} - 0,25 \times S$
B -	$IEE_{ref.novos} - 0,25 \times S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref.novos}$
C	$IEE_{ref.novos} < IEE_{nom} \leq IEE_{ref.novos} + 0,50 \times S$
D	$IEE_{ref.novos} + 0,50 \times S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref.novos} + 1,00 \times S$
E	$IEE_{ref.novos} + 1,00 \times S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref.novos} + 1,50 \times S$
F	$IEE_{ref.novos} + 1,50 \times S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref.novos} + 2,00 \times S$
G	$IEE_{ref.novos} + 2,00 \times S < IEE_{nom}$

Figura 109-Processo de cálculo para determinar a classe energética do edifício. [7]

Quadro 72-Classe energética do edifício.

Classe energética	Condição a verificar
A +	$33,7 < 9,225$
A	$9,225 < 33,7 < 12,25$
B	$12,25 < 33,7 < 15,275$
B -	$15,28 < 33,7 < 18,3$
C	$18,3 < 33,7 < 24,35$
D	$24,35 < 33,7 < 30,4$
E	$30,4 < 33,7 < 36,45$
F	$36,45 < 33,7 < 42,5$
G	$42,5 < 33,7$

Verifica-se que a classe energética do edifício é a classe E.

15.Cálculo IEE real facturado

O IEE facturado corresponde ao gasto de energia de um ano por m² (energia activa) do edifício obtido através das facturas. O quadro abaixo Mostra a energia gasta pelo edificio ao longo do ultimo ano facturado:

A fórmula de cálculo do IEE facturado é a seguinte:

$$IEE_{facturado} = \frac{E_{ano} \times F_{pu}}{A_p} \quad (15.1)$$

Em que:

$IEE_{facturado}$ -IEE obtido através das facturas do edifício. [kgep/m².ano]

E_{ano} -Energia total consumida pelo edifício num ano.[kWh/ano]

F_{pu} -factor de conversão entre energia útil (electricidade e energia primária). [kgep/kWh]

A_p -Área útil de pavimento do edifício. [m²]

O quadro seguinte apresente o cálculo do IEE facturado.

Quadro 73-Energia eléctrica total facturada ao longo do ano de 2011 pelo edifício.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Energia em Horas normais [kWh]	15241,5	5929,5	8204	563	220	435	335	280,5	1027,5	358,5	627	840
Energia em Horas de ponta [kWh]	3540	1714,5	2384	614	413	888	798	493,5	2188,5	594	673,5	978
Energia em horas de cheias [kWh]	8793	4798,5	6825	1809	1188	2237	2064	1514	4980	1495,5	1906,5	2937
Total de energia consumida [kWh]	89884,5											

Quadro 74-IEE facturado.

Eano [kWh/ano]	89884,5
Fpu [kgep/kWh]	0,29
Ap [m²]	1302,02
IEE facturado [kgep/m².ano]	20,02

Comparando o IEE facturado com o IEE de referência calculado no quadro 71 verificamos que o edifício não é regulamentar.

O quadro seguinte mostra o perfil de consumos estimado para os sectores de relevo (iluminação e aquecimento) do valor facturado. A estimativa de horas de consumo dos diferentes equipamentos foi realizada com base em observação dos equipamentos energéticos no local e também por conversação dos funcionários do edifício.

Quadro 75- Perfil real de consumo de energia no sector da iluminação e no sector de aquecimento.

Perfil real de Iluminação													
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
Horas de utilização	150,0	150,0	150,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	150,0	150,0	1590,0
Energia [kWh]	2816,3	2816,3	2816,3	2253,1	2253,1	2253,1	2253,1	2253,1	2253,1	2253,1	2816,3	2816,3	29853,2
Custo [€]	309,8	309,8	309,8	247,8	247,8	247,8	247,8	247,8	247,8	247,8	309,8	309,8	3283,9
Perfil real de Aquecimento													
Horas de utilização	210,0	210,0	150,0	150,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	150,0	210,0	1080,0
Energia [kWh]	9422,3	9422,3	6730,2	6730,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6730,2	9422,3	48457,7
Custo [€]	1036,5	1036,5	740,3	740,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	740,3	1036,5	5330,3

Quadro 76- Dados de apoio aos cálculos do quadro 75

Custo médio de energia eléctrica [€]	0,11
Área útil de pavimento [m ²]	1380,56
Densidade iluminação [kW/m ²]	0,0136
Densidade Aquecimento [kW/m ²]	0,0325

Quadro 77- Energia eléctrica total consumida por ano nos diferentes sectores do edifício.

Sector	Energia consumida por ano [kWh/ano]
Iluminação	29853,2
Aquecimento	48457,7
AQS + Ventilação + Equipamentos	11573,6

A figura seguinte apresenta em percentagem os consumos reais dos diferentes sectores energéticos do edifício.

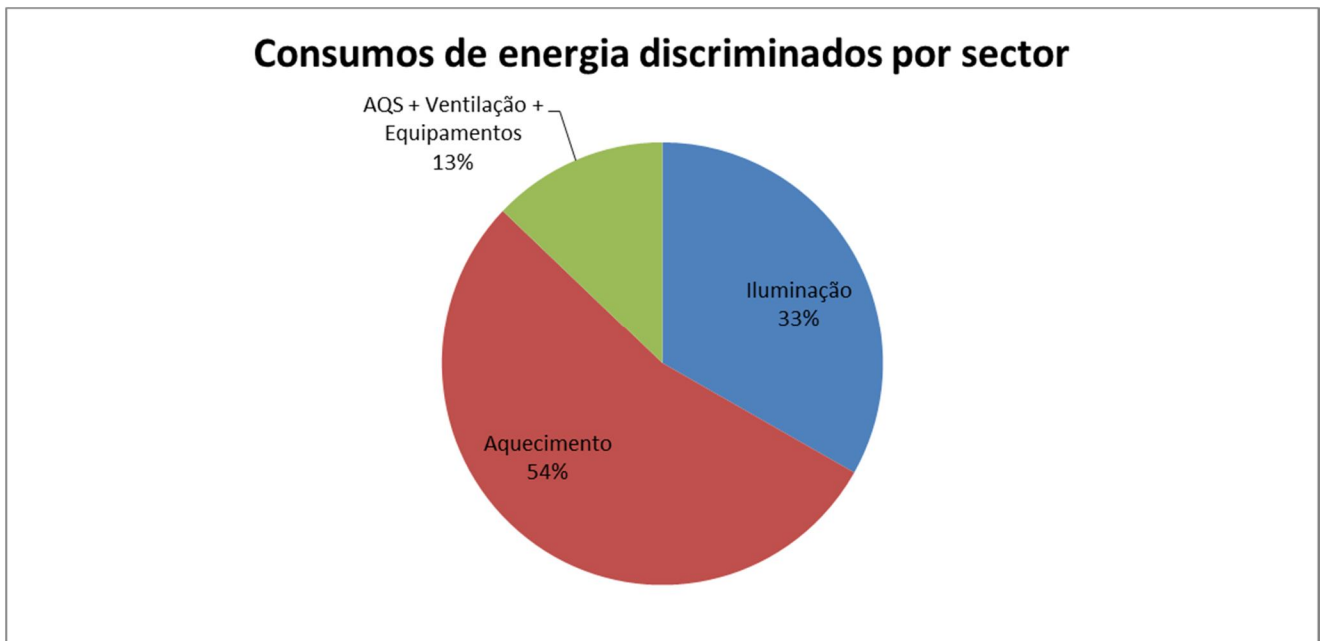


Figura 110- Consumos reais dos diferentes sectores energéticos do edifício em percentagem.

É de notar o grande peso do sector do aquecimento e da iluminação nos consumos energéticos do edifício.

16. Possíveis medidas de melhoria

O presente capítulo apresenta um conjunto de medidas de melhoria aos sistemas energéticos. Será apresentado o impacto das medidas de melhoria sobre o IEE nominal e dentro do possível no IEE facturado. As medidas de melhoria sobre o IEE nominal foram simuladas com o programa RCCTE-STE, pela diferença de IEE nominais entre a simulação padrão e a simulação de melhoria obtém-se o valor monetário poupado atendendo à forma de energia gasta pelos equipamentos. Quanto ao IEE facturado estudou-se simplificada o impacto de algumas medidas de melhoria por via de folha de cálculo, note-se que não tem o valor de uma simulação dinâmica com os perfis de utilização reais, mas não entanto é um valor indicativo às poupanças de energia. Todos os cálculos realizados nos subcapítulos seguintes vão de encontro com a matéria já enunciada no presente relatório à excepção dos cálculos de viabilidade económica denominados de PRS (período de retorno simples), que se encontram explicados no anexo XIII do RSECE [2].

16.1. Medidas de melhoria simuladas pelo IEE nominal

Sugere-se 8 medidas de melhoria de maneira a reduzir os custos das facturas energéticas do edifício. As 8 medidas sugeridas são definidas da seguinte maneira:

1. **Simulação 1:** Corresponde à situação existente do edifício, calculado anteriormente. Serve de valor de referência para avaliar o impacto das medidas de melhoria propostas.
2. **Simulação 2:** Substituição das lâmpadas de halogéneo por lâmpadas LED de 4 W e substituição das lâmpadas incandescentes por lâmpadas economizadoras de 11W.
3. **Simulação 3:** Substituição dos vãos envidraçados por o vão modelo Neutral 60/40 da Guardian Sunguard, com um $U=1,4$ [W/m².K] e um factor solar de 0,4.
4. **Simulação 4:** Substituição do sistema de aquecimento existente por um sistema de aquecimento por bomba de calor com COP=3.
5. **Simulação 5:** Substituição do sistema de aquecimento existente por um sistema de aquecimento por bomba de calor com COP=4.
6. **Simulação 6:** Substituição do sistema de aquecimento existente por um sistema de aquecimento por bomba de calor com COP=3 e substituição da iluminação como referido na simulação 2.

7. **Simulação 7:**Substituição do sistema de aquecimento existente por um sistema de aquecimento por bomba de calor com COP=4 e substituição da iluminação como referido na simulação 2.
8. **Simulação 9:** Substituição do sistema de aquecimento existente por um sistema de aquecimento por caldeira a gás natural (condições de funcionamento segundo o programa RCCTE-STE).
9. **Simulação 9:** Substituição do sistema de aquecimento existente por um sistema de aquecimento por caldeira a gás natural (condições de funcionamento segundo o programa RCCTE-STE) e substituição da iluminação de acordo com a simulação 2

Os quadros seguintes mostram os respectivos valores das simulações:

Quadro 79- IEE nominal do edifício segundo a simulação 2

Simulação 2					
Tipologia: Museu e galerias		Tipologia: Escritório		Edifício	[kgep/m2.ano]
Aquecimento	24,6	Aquecimento	21,9	Aquecimento	23,9
Arrefecimento	0,1	Arrefecimento	0,1	Arrefecimento	0,1
Iluminação	2,3	Iluminação	2,3	Iluminação	2,3
Equipamento	1,4	Equipamento	1,4	Equipamento	1,4
Vbombas e ventiladores	0,1	Vbombas e ventiladores	9,2	Vbombas e ventiladores	2,6
AQS	0,4	AQS	0,4	AQS	0,4
IEE total	28,9	IEE total	35,3	IEE total	30,7

Quadro 78 IEE nominal do edifício segundo a simulação 3

Simulação 3					
Tipologia: Museu e galerias		Tipologia: Escritório		Edifício	[kgep/m2.ano]
Aquecimento	21,7	Aquecimento	19,3	Aquecimento	21,0
Arrefecimento	0,2	Arrefecimento	0,2	Arrefecimento	0,2
Iluminação	7,5	Iluminação	7,5	Iluminação	7,5
Equipamento	1,4	Equipamento	1,4	Equipamento	1,4
Vbombas e ventiladores	0,1	Vbombas e ventiladores	9,1	Vbombas e ventiladores	2,6
AQS	0,4	AQS	0,4	AQS	0,4
IEE total	31,3	IEE total	37,9	IEE total	33,1

Quadro 80- IEE nominal do edifício segundo a simulação 4.

Simulação 4					
Tipologia: Museu e galerias		Tipologia: Escritório		Edifício	[kgep/m2.ano]
Aquecimento	11,1	Aquecimento	6,3	Aquecimento	9,8
Arrefecimento	0,2	Arrefecimento	0,2	Arrefecimento	0,2
Iluminação	7,5	Iluminação	7,5	Iluminação	7,5
Equipamento	1,4	Equipamento	1,4	Equipamento	1,4
Vbombas e ventiladores	0,1	Vbombas e ventiladores	9,1	Vbombas e ventiladores	2,6
AQS	0,4	AQS	0,4	AQS	0,4
IEE total	20,7	IEE total	24,9	IEE total	21,9

Quadro 81- IEE nominal do edifício segundo a simulação 5

Simulação 5					
Tipologia: Museu e galerias		Tipologia: Escritório		Edifício	[kgep/m2.ano]
Aquecimento	9,9	Aquecimento	5	Aquecimento	8,5
Arrefecimento	0,2	Arrefecimento	0,2	Arrefecimento	0,2
Iluminação	7,5	Iluminação	7,5	Iluminação	7,5
Equipamento	1,4	Equipamento	1,4	Equipamento	1,4
Vbombas e ventiladores	0,1	Vbombas e ventiladores	9,1	Vbombas e ventiladores	2,6
AQS	0,4	AQS	0,4	AQS	0,4
IEE total	19,5	IEE total	23,6	IEE total	20,6

Quadro 82- IEE nominal do edifício segundo a simulação 6

Simulação 6					
Tipologia: Museu e galerias		Tipologia: Escritório		Edifício	[kgep/m2.ano]
Aquecimento	12,6	Aquecimento	7,9	Aquecimento	11,3
Arrefecimento	0,1	Arrefecimento	0,1	Arrefecimento	0,1
Iluminação	2,3	Iluminação	2,3	Iluminação	2,3
Equipamento	1,4	Equipamento	1,4	Equipamento	1,4
Vbombas e ventiladores	0,1	Vbombas e ventiladores	9,1	Vbombas e ventiladores	2,6
AQS	0,4	AQS	0,4	AQS	0,4
IEE total	16,9	IEE total	21,2	IEE total	18,1

Quadro 83-- IEE nominal do edifício segundo a simulação 7

Simulação 7					
Tipologia: Museu e galerias		Tipologia: Escritório		Edifício	[kgep/m2.ano]
Aquecimento	10,4	Aquecimento	5,4	Aquecimento	9,0
Arrefecimento	0,1	Arrefecimento	0,1	Arrefecimento	0,1
Iluminação	2,4	Iluminação	2,4	Iluminação	2,4
Equipamento	1,4	Equipamento	1,4	Equipamento	1,4
Vbombas e ventiladores	0,1	Vbombas e ventiladores	9,1	Vbombas e ventiladores	2,6
AQS	0,4	AQS	0,4	AQS	0,4
IEE total	14,8	IEE total	18,8	IEE total	15,9

Quadro 84- IEE nominal do edifício segundo a simulação 9.

Simulação 9					
Tipologia:Museu e galerias		Tipologia:Escritório		Edifício	[kgep/m2.ano]
Aquecimento	7,3	Aquecimento	6,4	Aquecimento	7,1
Arrefecimento	0,1	Arrefecimento	0,1	Arrefecimento	0,1
Iluminação	2,4	Iluminação	2,4	Iluminação	2,4
Equipamento	1,4	Equipamento	1,4	Equipamento	1,4
Vbombas e ventiladores	0,1	Vbombas e ventiladores	9,1	Vbombas e ventiladores	2,6
AQS	0,4	AQS	0,4	AQS	0,4
IEE total	11,7	IEE total	19,8	IEE total	13,9

Quadro 85- IEE nominal do edifício segundo a simulação 8

Simulação 8					
Tipologia:Museu e galerias		Tipologia:Escritório		Edifício	[kgep/m2.ano]
Aquecimento	6,6	Aquecimento	5,8	Aquecimento	6,4
Arrefecimento	0,2	Arrefecimento	0,2	Arrefecimento	0,2
Iluminação	7,5	Iluminação	7,5	Iluminação	7,5
Equipamento	1,4	Equipamento	1,4	Equipamento	1,4
Vbombas e ventiladores	0,1	Vbombas e ventiladores	9,1	Vbombas e ventiladores	2,6
AQS	0,4	AQS	0,4	AQS	0,4
IEE total	16,2	IEE total	24,4	IEE total	18,5

Atendendo aos valores dos IEE nominal das simulações calculados acima e aos valores dos orçamentos fornecidos por uma empresa situada na cidade de Chaves, *Eletrotecnol*, especializado em Pichelaria, Aquecimento central, Electricidade e Manutenção de máquinas calculou-se os respectivos retornos de investimento mediante as poupanças energéticas causadas pela medida de melhoria. Os quadros seguintes apresentam assim os respectivos PRS:

Quadro 86-PRS das medidas de melhoria propostas.

	IEE nominal [kgep/m ² .ano]	Poupança de energia em [kgep/m ² .ano] relativamente à simulação 1	Poupança de energia em [kWh/ano] relativamente à simulação 1	Custo médio eletricidade [€/kWh]	Poupança anual [€]	Custo do investimento [€]	PRS [anos]
Simulação 1	33,7	-	-	-	-	-	-
Simulação 2	30,7	3,0	13598,9	0,11	1495,9	2508	1,7
Simulação 3	33,1	0,6	2574,2	0,11	283,2	-	-
Simulação 4	21,9	11,8	53157,6	0,11	5847,3	42546	7,3
Simulação 5	20,6	13,1	58670,0	0,11	6453,7	42546	6,6
Simulação 6	18,1	15,6	70093,9	0,11	7710,3	45054	5,8
Simulação 7	15,9	17,8	79896,4	0,11	8788,6	45054	5,1

Como até a simulação 7 todos os equipamentos funcionam com energia eléctrica a poupança de energia pode se calcular pela diferença de IEE nominal, o factor de conversão de electricidade para energia primária é o estipulado no RCCTE [3] ou seja $kgep/kWh=0,29$.

Nota-se que a substituição da iluminação como consta na simulação 1 tem um PRS reduzido de 1,7 anos, o que quer dizer que é uma forte medida de melhoria, a substituição dos enviaçados não foi calculado o PRS devido ao seu fraco impacto a nível de polpação energética.

A instalação de uma bomba de calor com COP=4 como na simulação 5 apresenta um PRS de 6,6 anos o que pode ser interessante para responsável do edifício.

O quadro seguinte apresenta os PRS calculados para a simulação 8 e 9. A separação destas duas medidas de melhoria tem haver com a inserção de gás nas fontes de energia, que faz com que se tenha de alterar os cálculos devido aos factores de conversão de energia primaria para kWh, que neste caso é de 0,086 para combustíveis gasoso e de 0,29 para electricidade como consta no RCCTE [3]. O preço médio do gás natural para efeitos de cálculo foi consultado no site indicado em [13].

Quadro 87-PRS calculados para as simulações 8 e 9.

	Tipo de energia	IEE nominal [kgep/m ² .ano]	IEE nominal [kWh/ano]	Custo da energia [€/ano]	Poupança [€/ano]relativam ente á simulação 1	Poupança total [€/ano] relativamente á simulação 1	Custo do investimento [€]	PRS [anos]	Custo médio eletricidade [€/kWh]	Custo médio gás natural [€/kWh]
Simulação 1									0,11	0,052
	Aquecimento	Eletricidade	21,5	96529,1	10618,2					
	Arrefecimento	Eletricidade	0,3	1346,9	148,2					
	Iluminação	Eletricidade	7,5	33672,9	3704,0					
	Equipamento	Eletricidade	1,4	6285,6	691,4					
	Vbombas e ventiladores	Eletricidade	2,6	11673,3	1284,1					
	AQS	Eletricidade	0,4	1795,9	197,5					
Simulação 8										
	Aquecimento	Gás Natural	6,4	96894,5	5038,5	5579,7	5629,1	28700	5,1	
	Arrefecimento	Eletricidade	0,2	897,9	98,8	49,4				
	Iluminação	Eletricidade	7,5	33672,9	3704,0	0,0				
	Equipamento	Eletricidade	1,4	6285,6	691,4	0,0				
	Vbombas e ventiladores	Eletricidade	2,6	11673,3	1284,1	0,0				
	AQS	Eletricidade	0,4	1795,9	197,5	0,0				
Simulação 9										
	Aquecimento	Gás Natural	7,1	107492,3	5589,6	5028,6	7646,1	31208	4,1	
	Arrefecimento	Eletricidade	0,1	449,0	49,4	98,8				
	Iluminação	Eletricidade	2,4	10775,3	1185,3	2518,7				
	Equipamento	Eletricidade	1,4	6285,6	691,4	0,0				
	Vbombas e ventiladores	Eletricidade	2,6	11673,3	1284,1	0,0				
	AQS	Eletricidade	0,4	1795,9	197,5	0,0				

A alteração do sistema de aquecimento existente para uma solução de caldeira a gás natural combinado com a substituição da iluminação pode ser interessante na óptica do responsável do edifício, apresentando esta solução um PRS de 4,1 anos.

16.2. Medidas de melhoria aplicadas pelo IEE facturado

O quadro abaixo apresenta os PRS calculados com base no IEE facturado. Note-se que estes cálculos foram feitos com recurso a uma folha de cálculo e não a um programa como o RCCTE-STE, sendo assim uma análise simplificada do processo de poupanças energéticas. Neste procedimento o sector da iluminação na afecta as necessidades de aquecimento.

Os PRS foram calculados tendo em conta a substituição de outros equipamentos energéticos com a mesma potência de aquecimento já instalada funcionando o mesmo número de horas que os equipamentos existentes funcionam. O mesmo se passa para o sector da iluminação.

Quadro 88-PRS das medidas de melhoria aplicadas ao IEE facturado

	IEE facturado [kgep/m ² .ano]	Poupança de energia em [kgep/m ² .ano] relativamente á simulação 1	Poupança de energia em [kWh/ano] relativamente á simulação 1	Custo médio eletricidade [€/kWh]	Poupança anual [€]	Custo do investimento [€]	PRS [anos]
Simulação 1	20,0	-	-	-	-	-	-
Simulação 2	14,8	5,3	23571,1	0,11	2592,8	2508	1,0
Simulação 4	12,8	7,2	32326,0	0,11	3555,9	28773	8,1
Simulação 5	11,9	8,1	36321,9	0,11	3995,4	28773	7,2
Simulação 6	7,6	12,5	55897,1	0,11	6148,7	31281	5,1
Simulação 7	6,7	13,4	59937,8	0,11	6593,2	31281	4,7

A proposta da simulação 2 apresenta um PRS de 1 ano, ou seja é bastante aliciente, sendo imprescindível a aplicação da mesma. A substituição do sistema de aquecimento por bombas de calor já tem elevado grau de risco no investimento (simulação 4 e 5).

16.3.Medidas de melhoria gerais.

Este ponto da tese pretende enumerar um conjunto de medidas gerais a todos os edificio com base em aumenta o bom uso da energia dos mesmos, algumas deles requerem pequenos investimentos e outras não.

Medidas de melhoria energéticas gerais:

1. Desligar sempre o material informático da ficha, ou utilizar tomas com interruptor ON/OFF para o efeito. Desta maneira evita-se os consumos pelo Standby do equipamento, que embora pouco é um consumo desnecessário.
2. Não ligar lâmpadas desnecessariamente.
3. Trocar os balastos ferro-magnéticos das lâmpadas fluorescentes por balastos electrónicos.
4. Utilizar reguladores de fluxo na iluminação das salas de museu.
5. Utilizar células de presença em todo o edifício á excepção das zonas de escritórios
6. Utilizar um relógio temporizador para activar o funcionamento do termoacumulador eléctrico de aquecimento das AQS. Configurar este para funcionar nas horas de vazio.
7. Sugere-se equipar o edifício com medidores de consumo no sistema de aquecimento do edificio, para uma melhor análise dos gastos de energia do mesmo. Sendo este sector o principal consumidor de energia, era uma mais valia acompanhar o evoluir do mesmo para uma futura auditoria. Num futuro a médio prazo será imprescindível mudar o sistema de aquecimento existente

17. Conclusão

A realização da dissertação passava por calcular o IEE nominal do edifício por simulação térmica dinâmica, classificar o edifício energeticamente, calcular o IEE facturado e apresentar algumas medidas de melhoria que reduzam de consumos energéticos e consequentemente os custos mensais de facturação.

Na determinação do IEE nominal apercebeu-se que a envolvente do edifício apresenta muitos factores não regulamentares termicamente, que tem forte impacto nos consumos energéticos de aquecimento. Um outro aspecto negativo da térmica da envolvente são os vãos envidraçados que apresentam elevados coeficientes de transferência de calor relativamente a soluções presentes no mercado. No entanto estes aspectos não são de interessantes do ponto de vista de investimento/recuperação do investimento, com a agravante da inutilização do edifício para obras.

Da simulação dinâmica conclui-se que o IEE nominal do edifício é de 33,7 [kgep/m².ano], o que lhe confere uma classe energética [E], isto é posição 7 na escala de classes de eficiência energética do SCE [1]. Esta classe traduz um fraco desempenho energético do edifício, e revela que este edifício não se encontra regulamentar, pois o seu IEE de referência encontra-se nos 18 [kgep/m²ano]. Como se pode observar o IEE nominal está bem afastado do IEE de referência, estando o edifício ainda longe de estar regulamentar.

Contudo o IEE facturado não se encontra longe da sua referência, apresentando um consumo energético facturado de 20,02 [kgep/m².ano], muito próximo dos 18 [kgep/m²ano]. Comparando o IEE facturado com o IEE nominal, assume-se que o edifício funciona num regime muito aquém do conforto térmico.

Quanto às medidas de melhoria propostas a dissertação permitiu identificar de forma clara que a substituição das lâmpadas de halogéneo e incandescentes por lâmpadas LED e economizadoras respectivamente é uma grande mais-valia económica ao edifício. Os PRS calculados, nominal (1,7 anos) e real (1 ano) são baixos, o que é imprescindível a aplicação desta medida de melhoria. Quanto à substituição do equipamento de aquecimento por bomba de calor ou por caldeira a gás natural necessitava de maior rigor na orçamentação assim como na análise financeira, pra ser conclusiva, pois os PRS encontram-se elevados. Um outro aspecto contra estas a aplicação destas medidas é a perfuração das paredes do museu para instalação de tubagens e os altos custos iniciais sendo pouco interessantes do ponto de vista do responsável

pelo edifício. Mas a dissertação é clara quanto a ineficácia económica do sistema de aquecimento por resistência eléctrica, e atendendo a que o edifício presta um serviço ao público que será realizado por muito longo prazo, seria indispensável realizar uma análise económica a longo prazo das medidas destas medidas melhoria ,e tentar arranjar participação estatal no investimento de troca do sistema de aquecimento existente por um novo mais eficiente.

Por último salienta-se do facto da necessidade de ventilação mecânica na tipologia de escritórios do edifício.

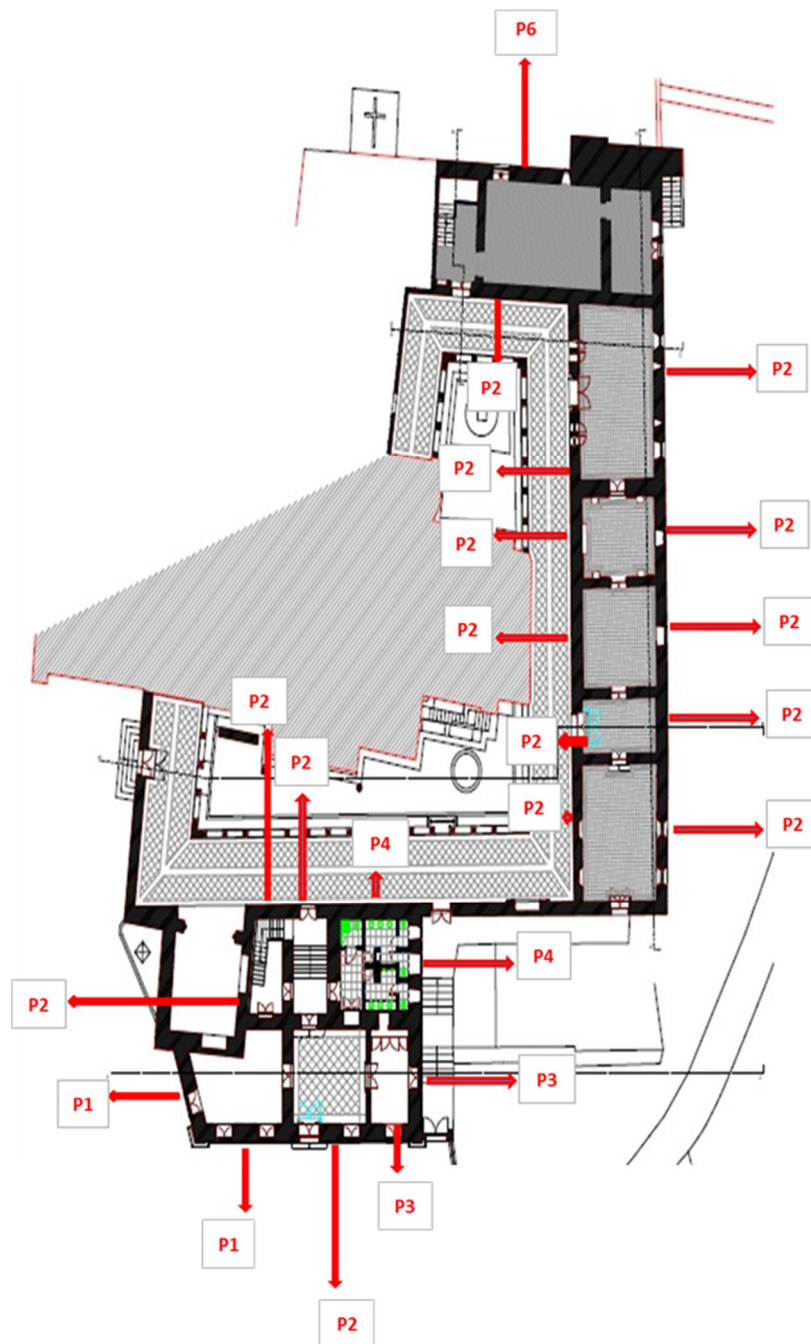
Referências bibliográficas

- [1] Decreto-Lei n.º 78/2006, Ministério da Economia e da Inovação, Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior no Edifícios (SCE).
- [2] "Decreto-Lei n.º 79/2006" - Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE). 4 de Abril de 2006.
- [3] Decreto-Lei n.º 80/2006 - Regulamento das Características de Comportamentos Térmicos dos Edifícios (RCCTE). 2006.
- [4] Adene, Perguntas & Respostas sobre o RSECE - Energia, ed. V. 1.2. 2008.
- [5] Adene, Perguntas & Respostas sobre o RCCTE, ed. V. 1.6. 2009.
- [6] Adene, Perguntas & Respostas sobre o SCE, ed. V. 1.2. 2009.
- [7] Despacho n.º 10250/2008 - Modelo dos Certificados de Desempenho Energético e da Qualidade do Ar Interior. 8 de Abril de 2008.
- [8] Adene, Eficiência energética na indústria; Gaia, Janeiro de 2004.
- [9] http://masampaio.imc-ip.pt/pt-PT/museu/voc_objetivos/ContentList.aspx, ultimo acesso na data de 20-07-2012
- [10] <http://prosimetron.blogspot.pt/2012/05/museu-de-alberto-sampaio.html> ultimo acesso na data de 20-07-2012.
- [11] Cointra, Termoacumuladores eléctricos; Junho de 2007
- [12] Santos, C.; Matias, L. ; ITE 50. Coeficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios: LNEC, 2006
- [13] <http://www.felixtermica.com/Informacoes/Precos-da-Energia>, ultimo acesso na data de 20-09-2012

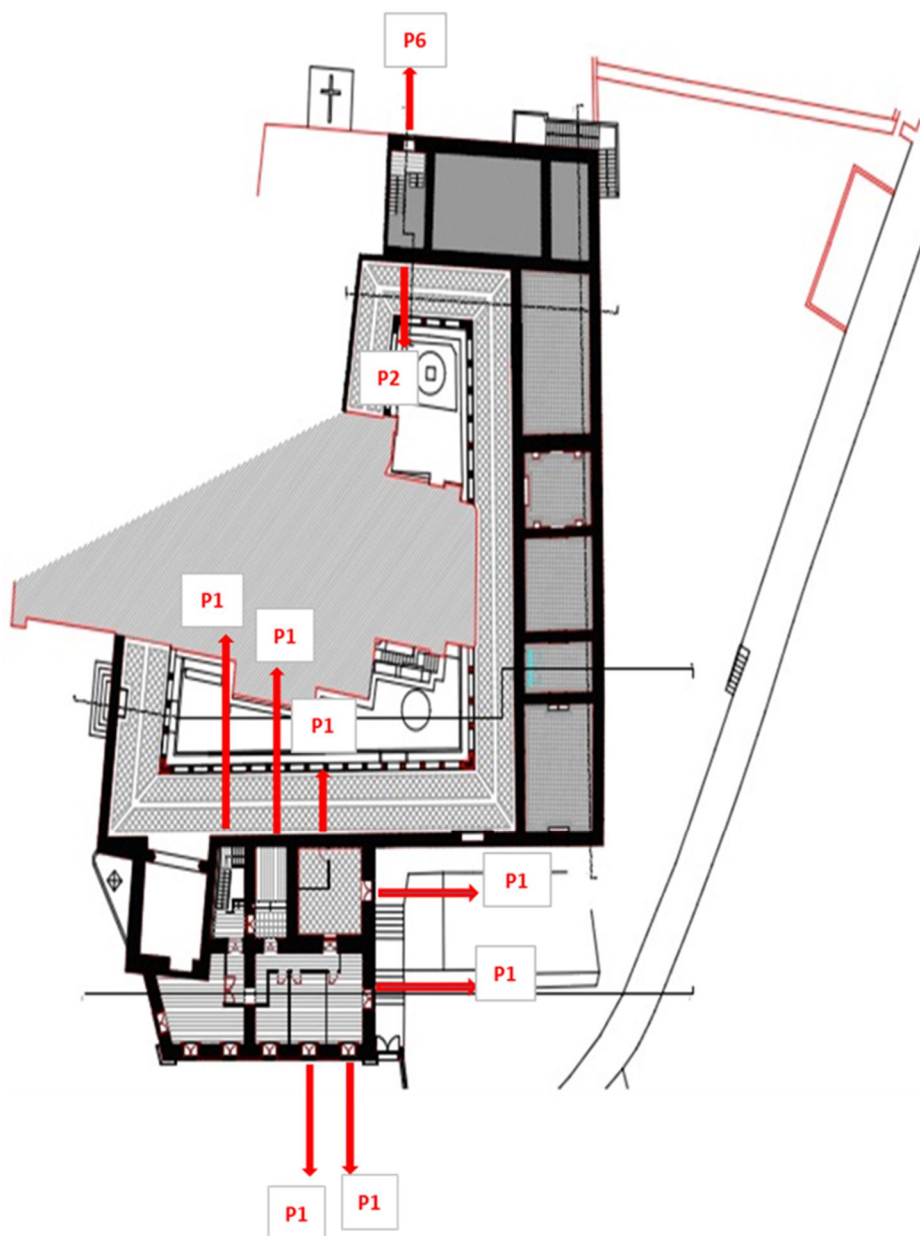
ANEXOS

Anexo A-Localização em planta das soluções construtivas.

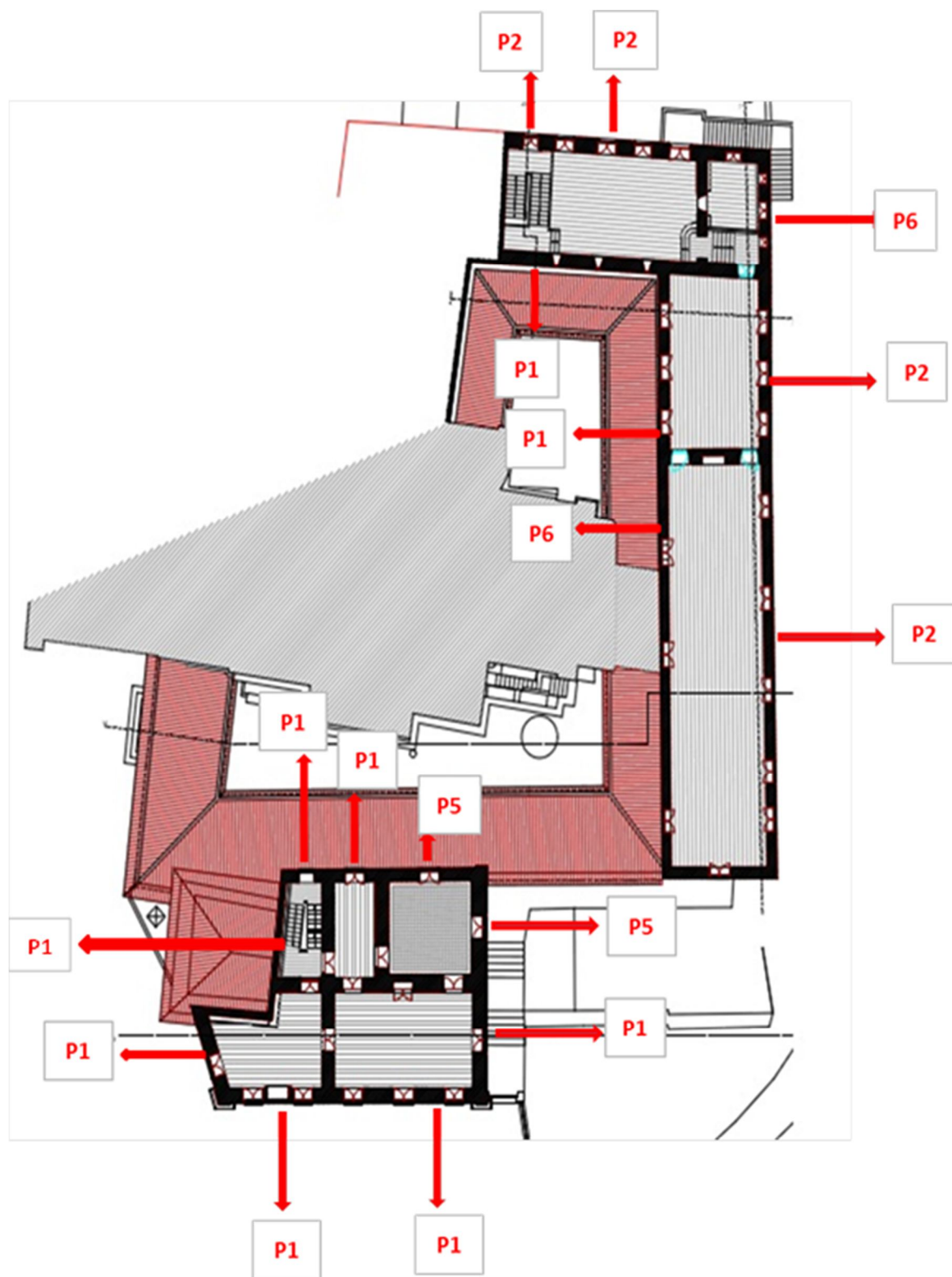
Planta do rés-do-chão (sem escala)



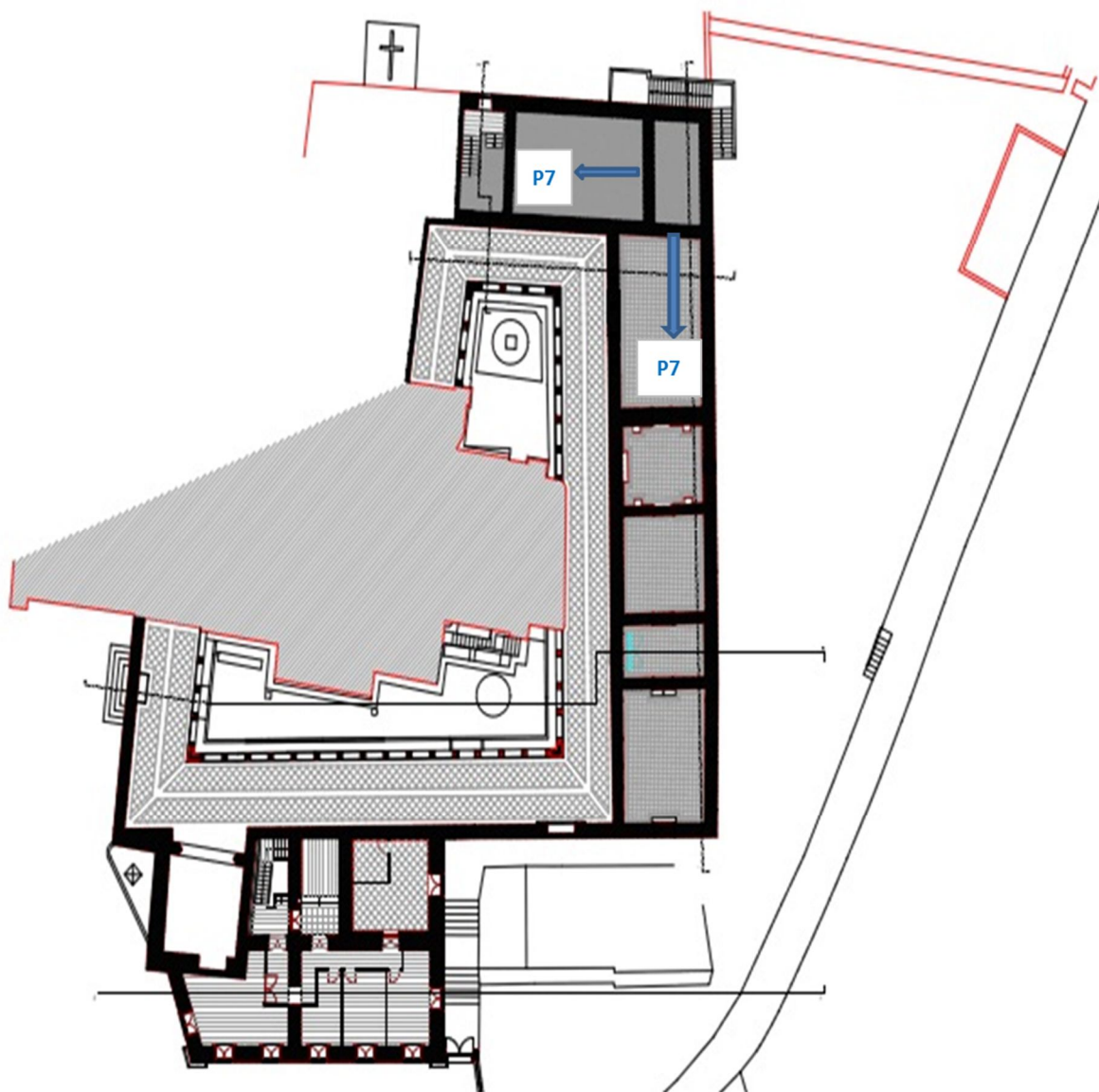
Planta do 1º Andar (sem escala)



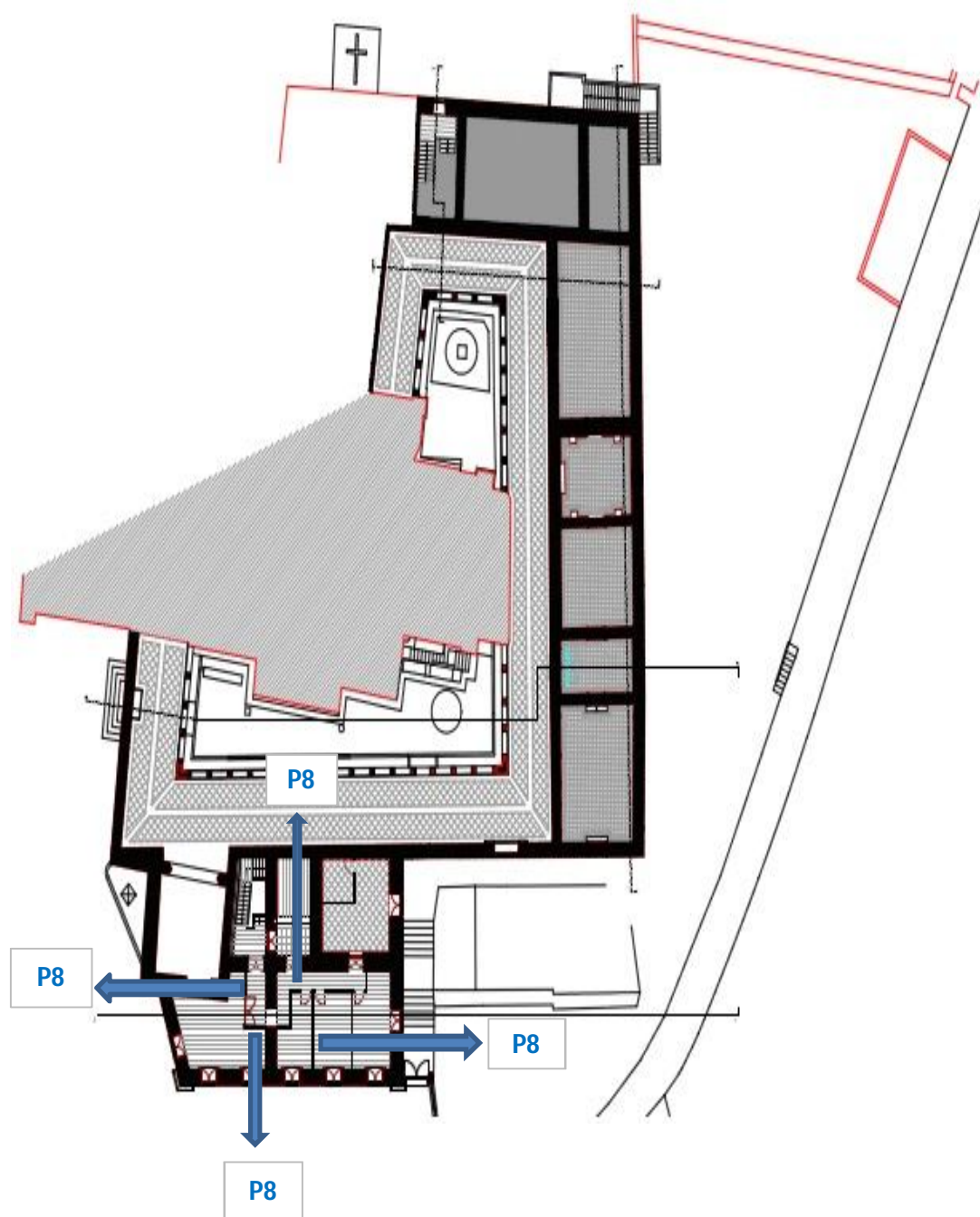
Planta do 2º Andar (sem escala)



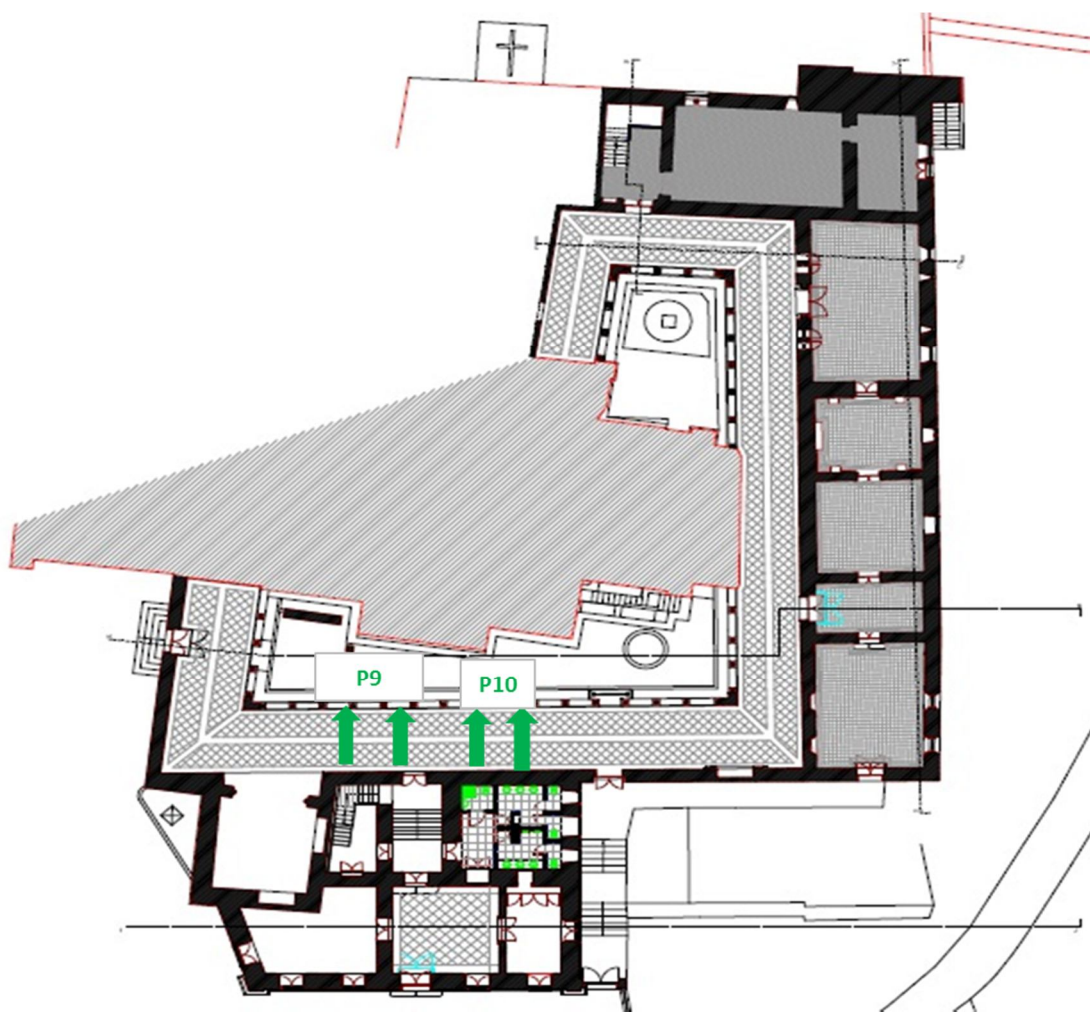
Planta do 1º Andar (Sem escala)



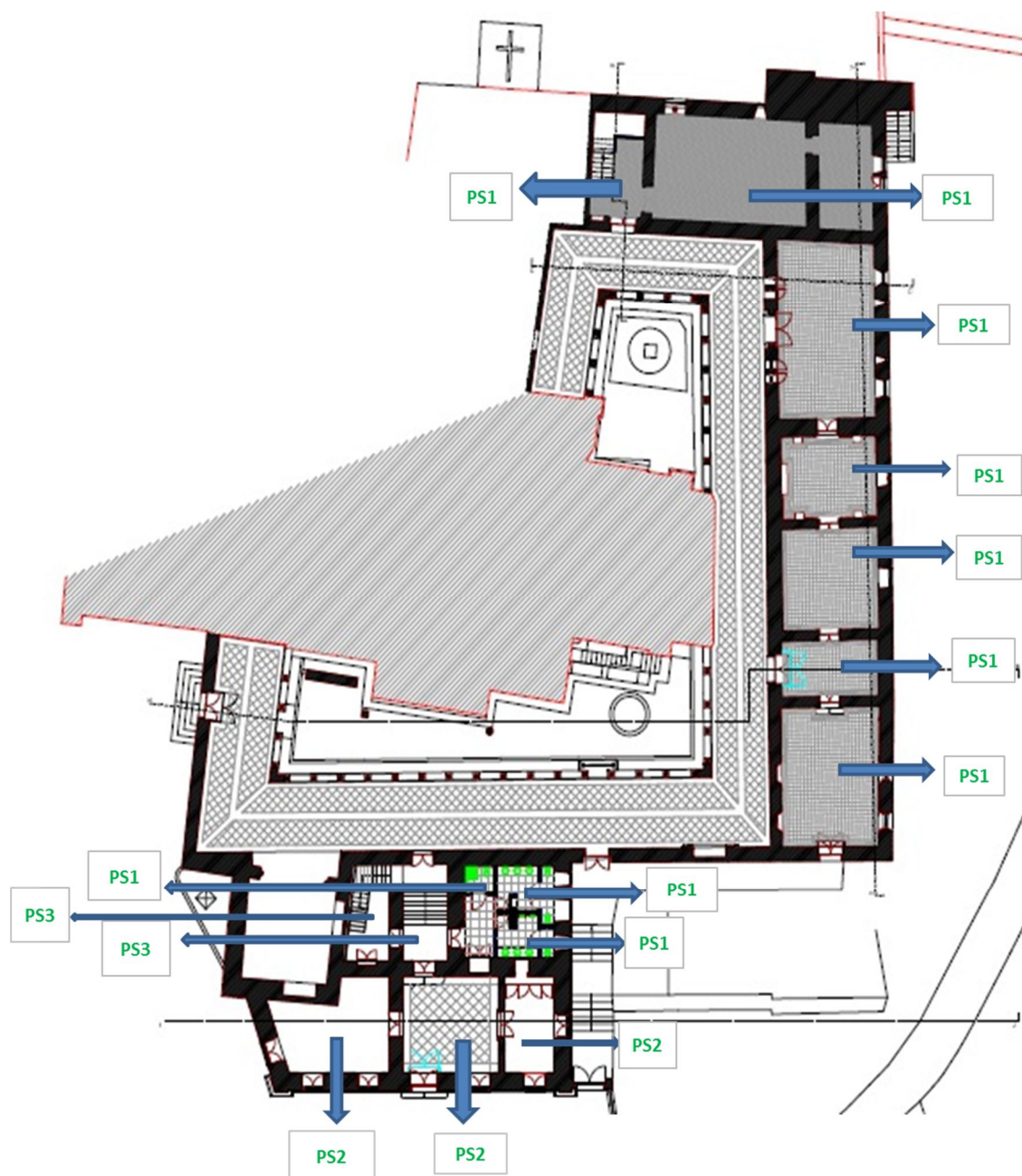
Planta do 1º Andar (Sem escala)



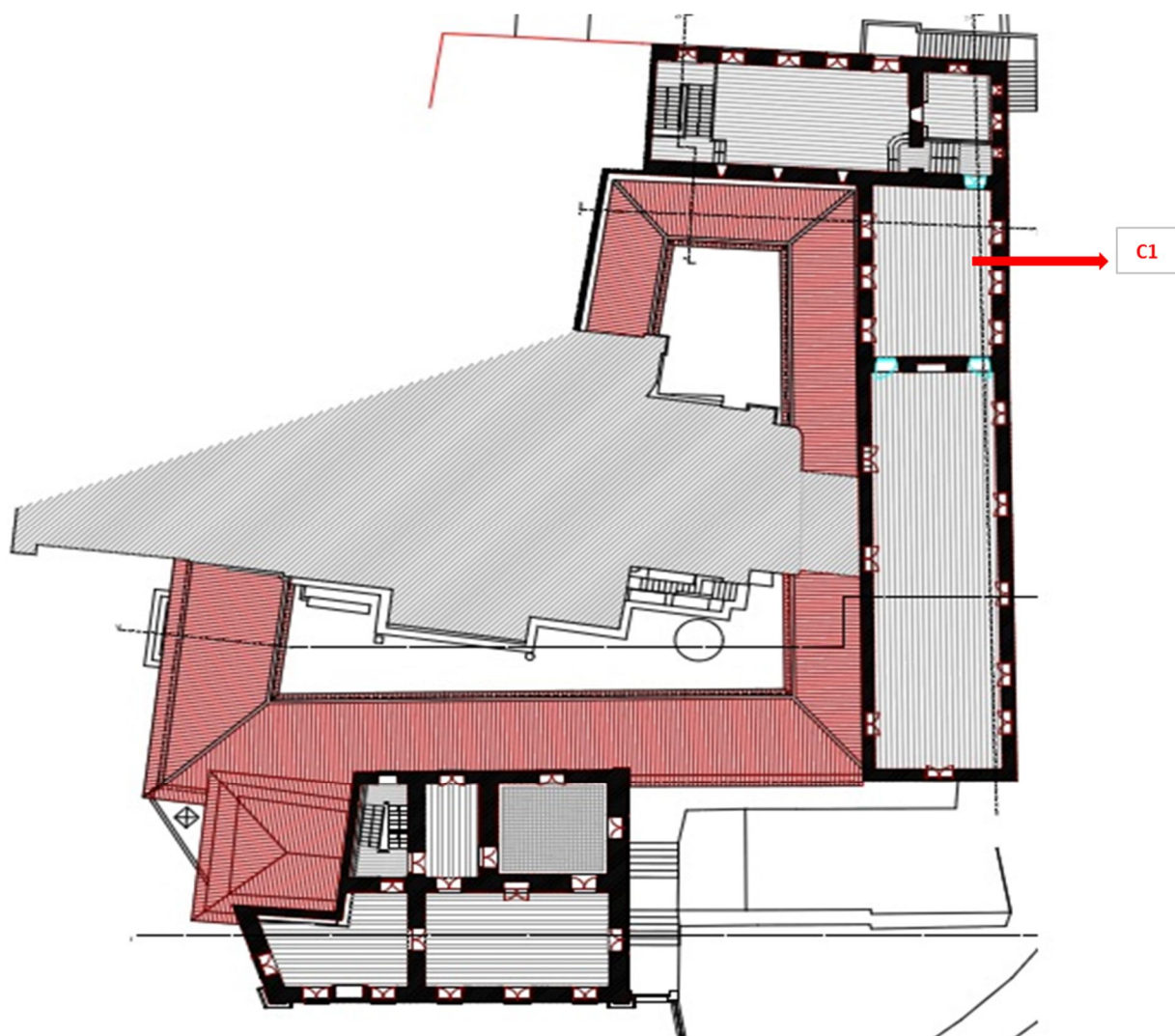
Planta do Rés-do-Chão (Sem escala)



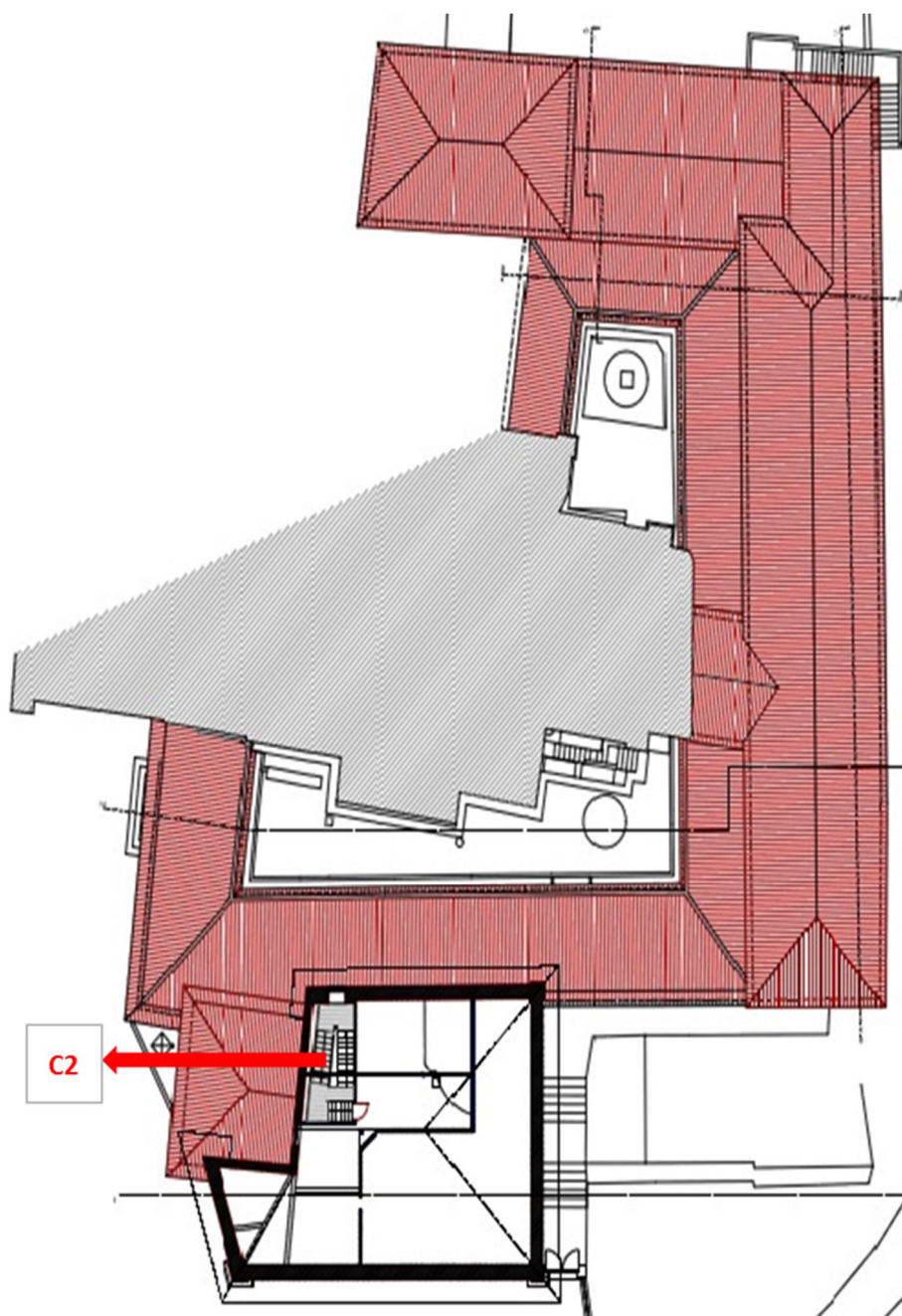
Planta do 2º Andar (Sem escala)



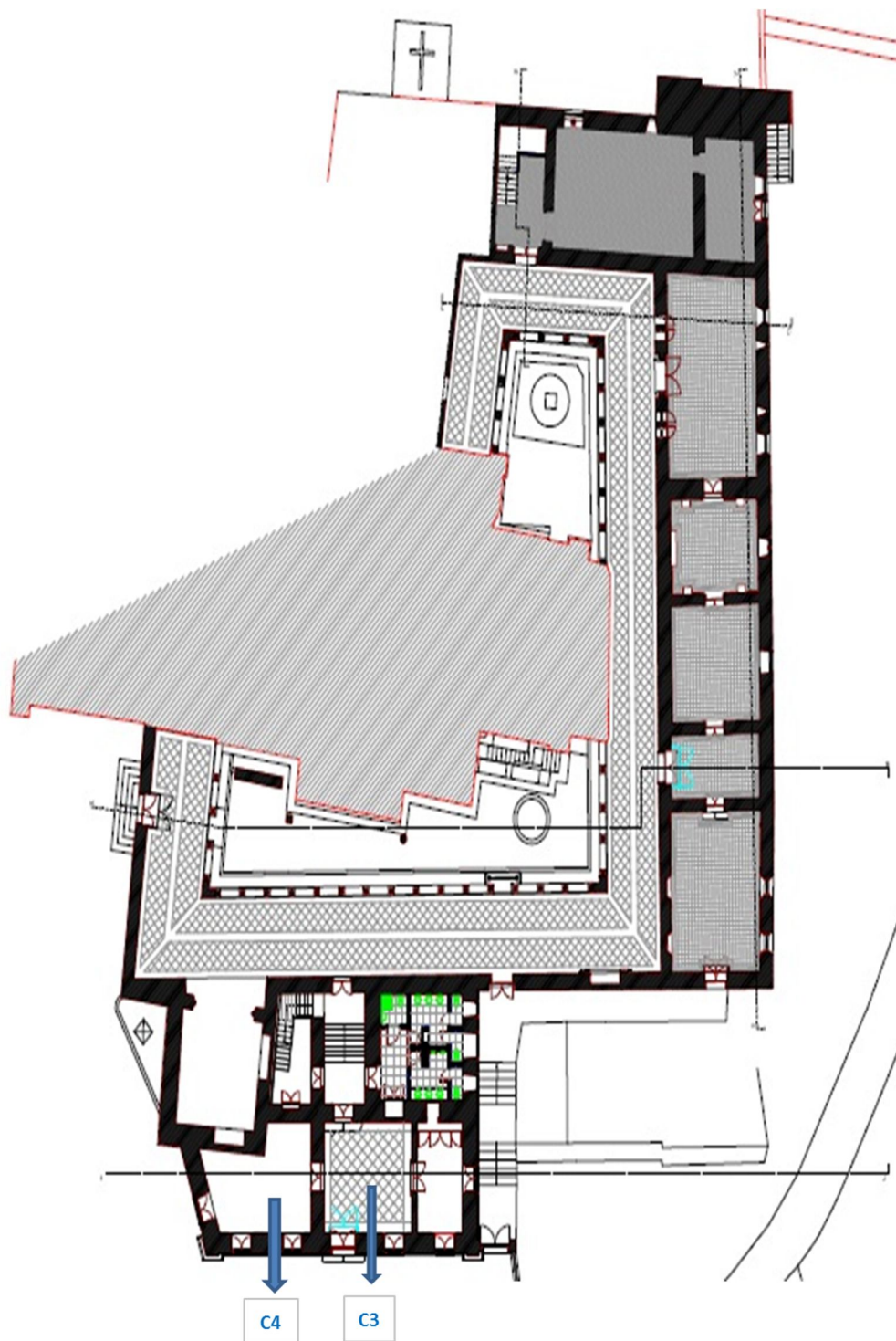
Planta do 2º Andar (Sem escala)



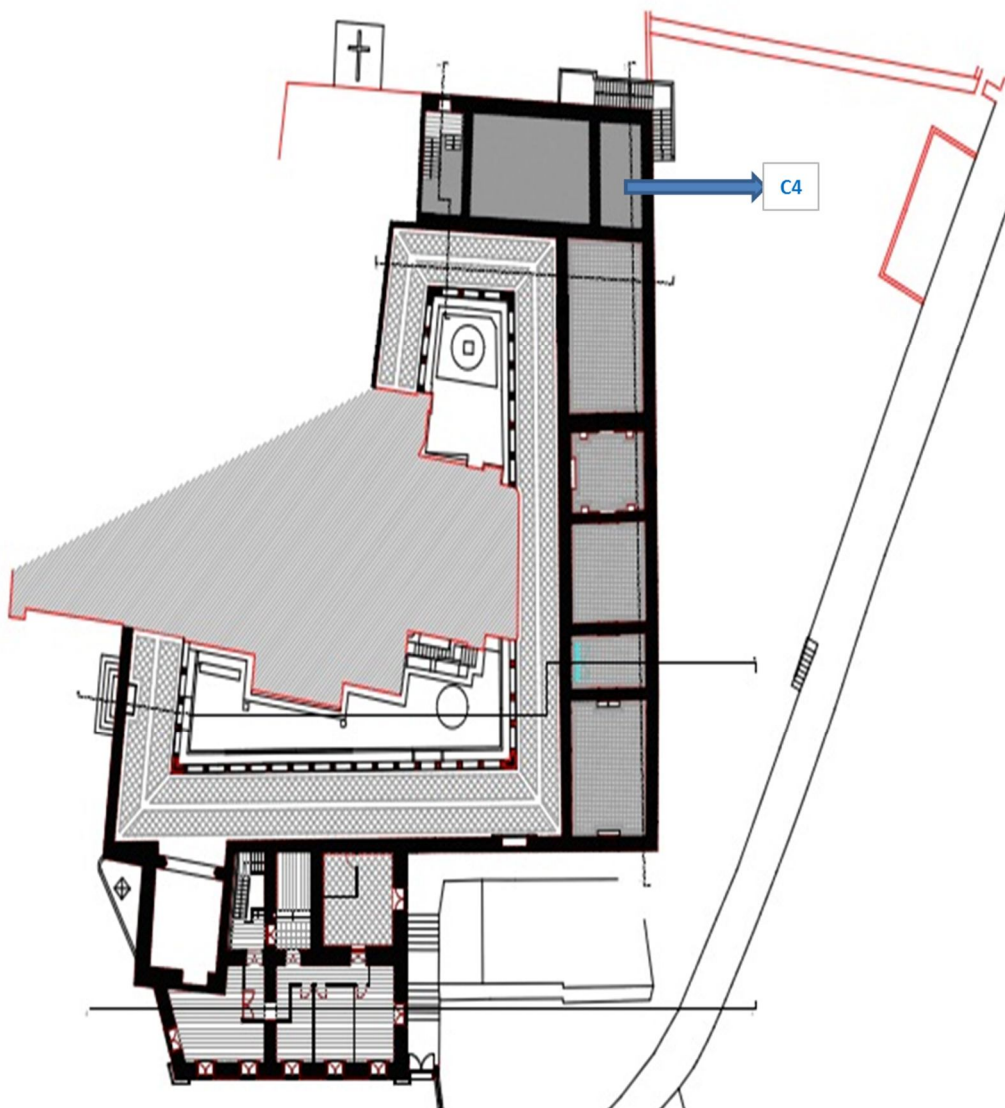
Planta do Sótão (Sem escala)



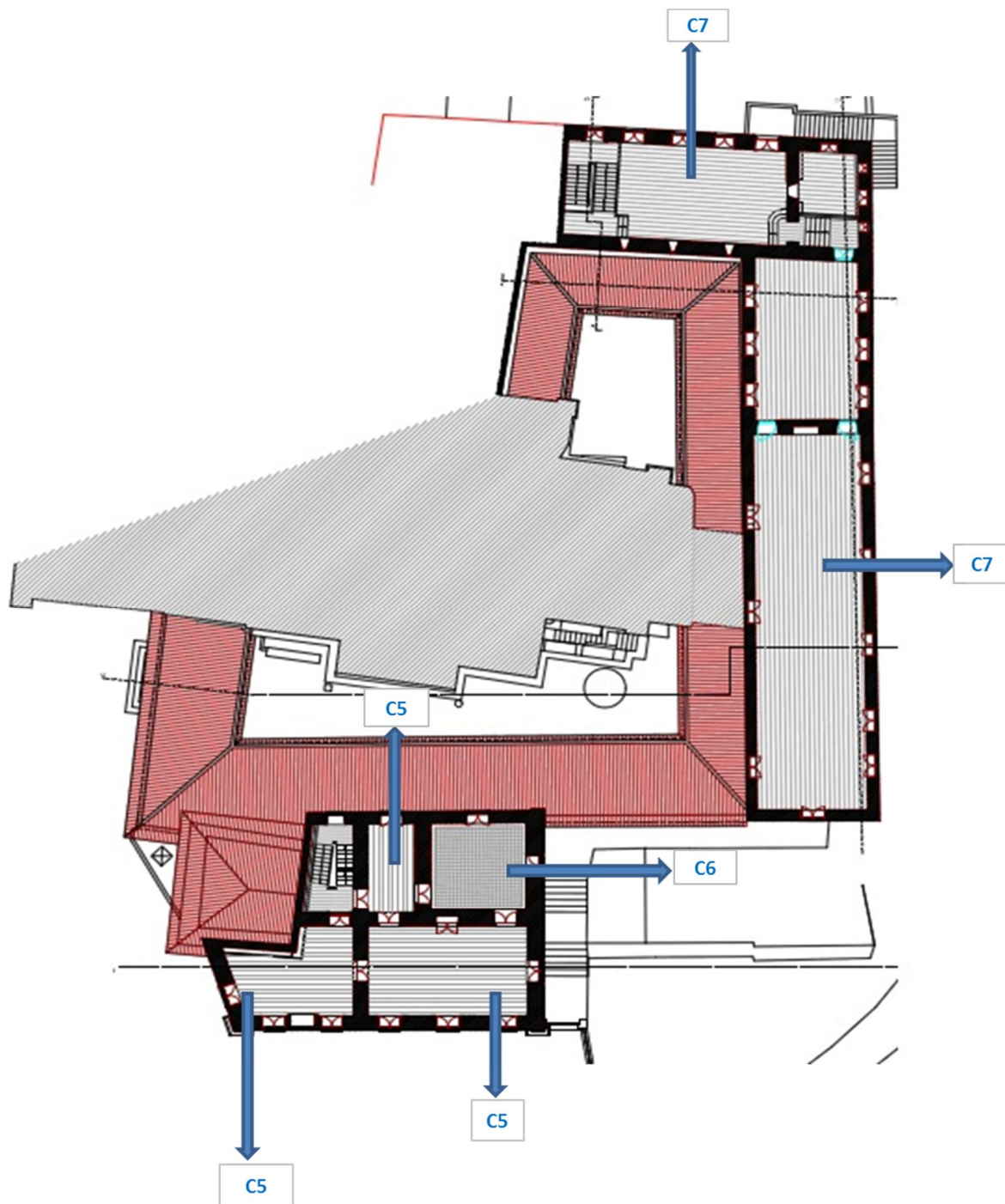
Planta do Rés-Do-Chão (Sem escala)



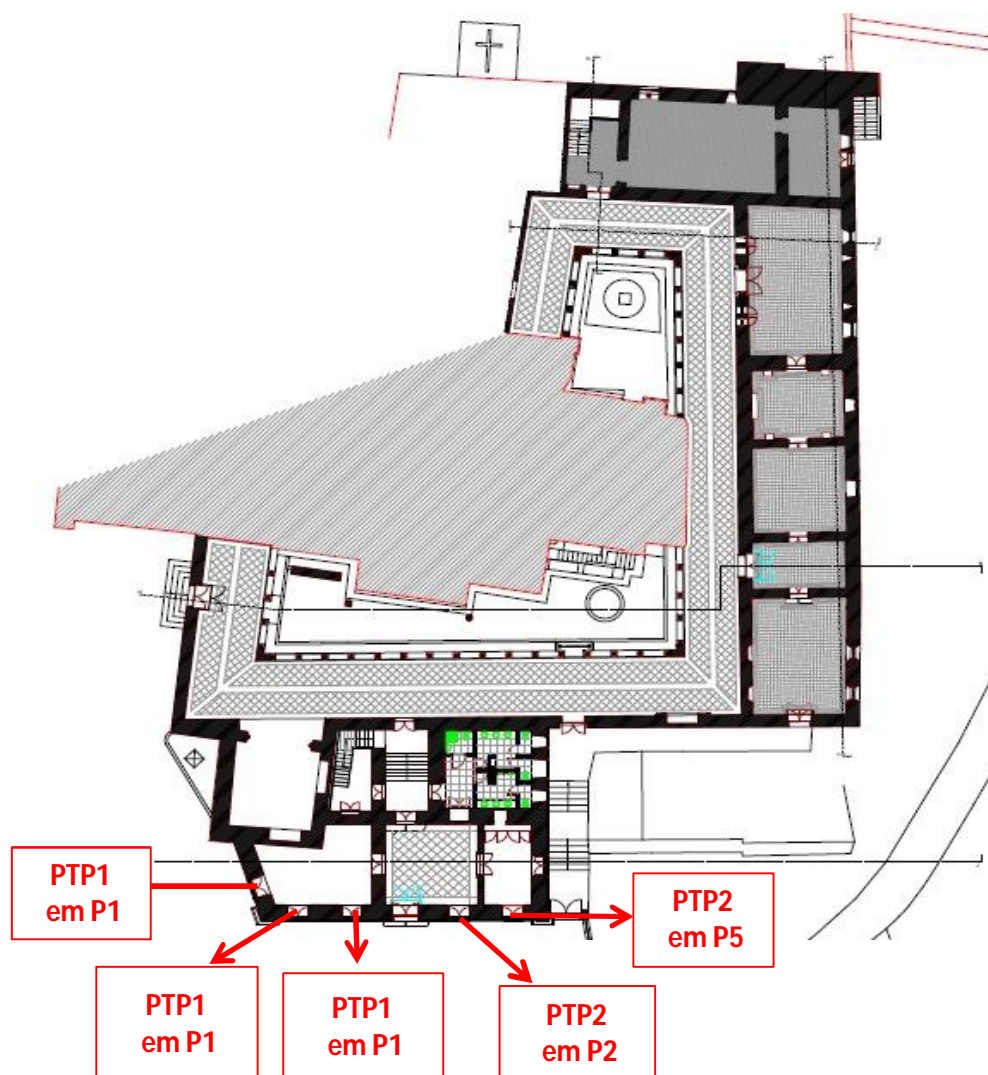
Planta do 1º Andar (Sem escala)



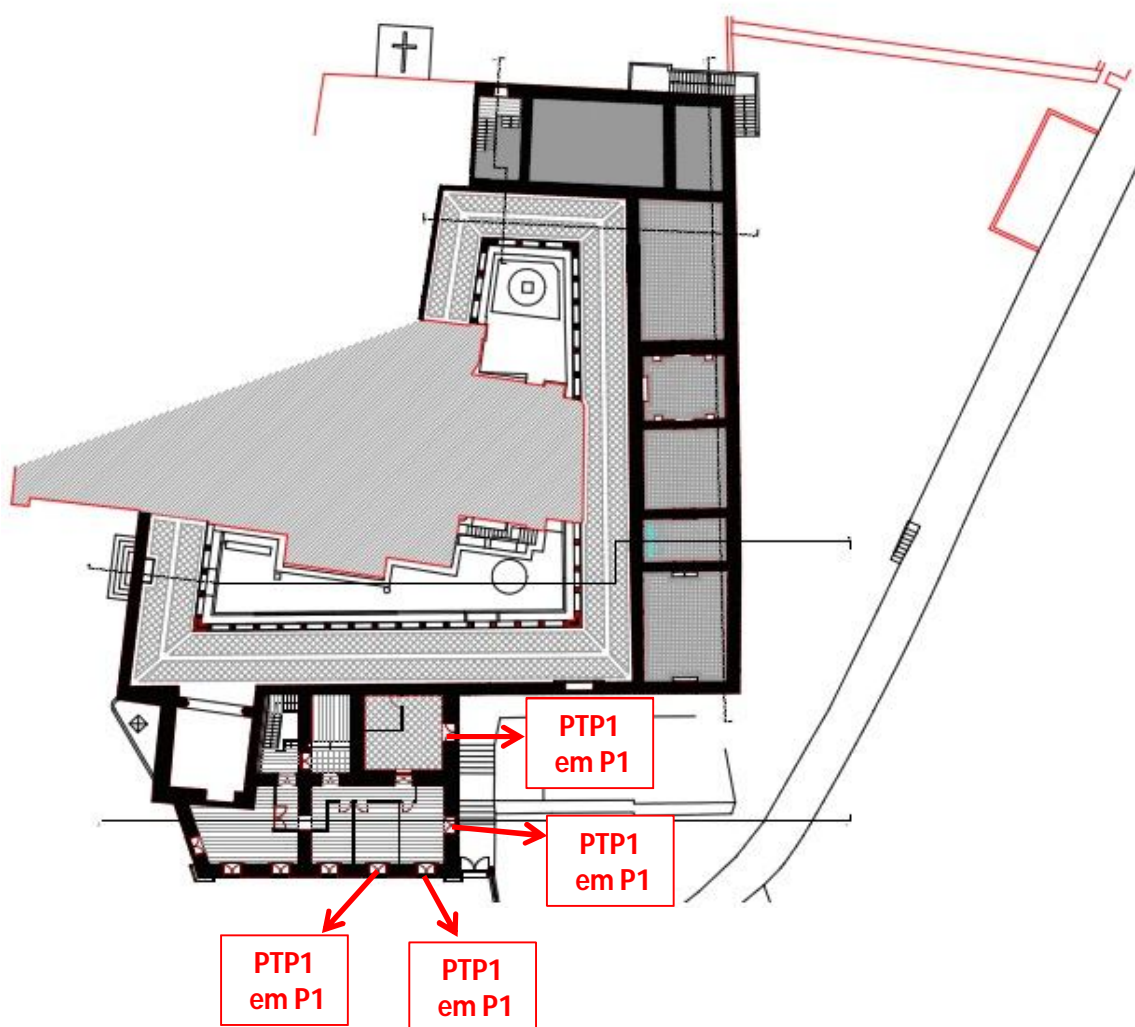
Planta do 2º Andar (Sem escala)



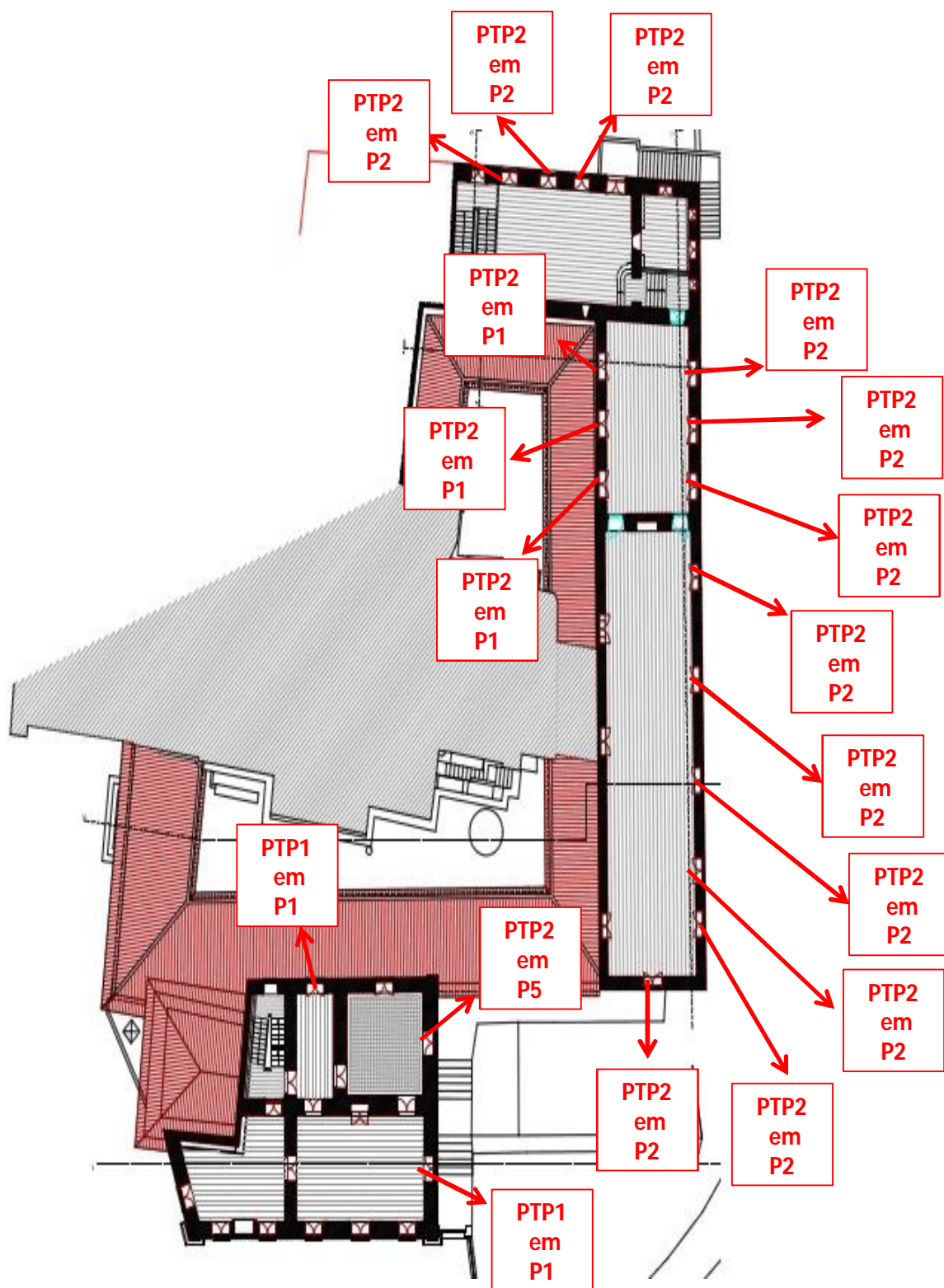
Planta do Rés-do-chão (Sem escala)



Planta do 1º Andar (Sem escala)



Planta do 2º Andar (Sem escala)



Anexo B – Características dos vãos envidraçados. (Situação de inverno)

Vão envidraçado	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
Factor solar g _L inverno	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,7	0,7	0,7	0,7
Factor de correção de selectividade angular										
Fw	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Factor de sombreamento horizonte										
α	80°	45°	45°	30°	30°	10°	10°	30°	30°	5°
Fh	0,58	0,45	0,45	0,67	0,67	0,94	0,94	0,71	0,71	0,97
Factor de sombreamento por elementos horizontais adjacentes										
α	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Fo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Factor de sombreamento por elementos verticais adjacentes										
β esq	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
β dir	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Ff esq	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ff dir	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ff	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Factor de obstrução Fs=Fh x Fo x Ff										
Fs	0,522	0,405	0,405	0,603	0,603	0,846	0,846	0,639	0,639	0,873
Verificações										
X x Fs ≥ 0,27	0,29	0,41	0,41	0,60	0,60	0,47	0,47	0,36	0,36	0,49
Fo x Ff	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

NOTA: Caso não existam palas, deve se considerar o produto Fo . Ff = 0,9 de maneira a contabilizar o contorno do vão.

Vão envidraçado	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17
Factor solar g _L inverno	0,7	0,41	0,7	0,7	0,7	0,7	0,88
Factor de correção de selectividade angular							
Fw	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Factor de							
α	5°	5°	5°	5°	5°	10°	10°
Fh	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Factor de sombreamento por elementos horizontais adjacentes							
α	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Fo	1	1	1	1	1	1	1
Factor de sombreamento por elementos verticais adjacentes							
β esq	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
β dir	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Ff esq	1	1	1	1	1	1	1
Ff dir	1	1	1	1	1	1	1
Ff	1	1	1	1	1	1	1
Factor de obstrução Fs=Fh x Fo x Ff							
Fs	0,873	0,873	0,873	0,873	0,873	0,873	0,873
Verificações							
X x Fs ≥ 0,27	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,2	0,9
Fo x Ff	1	1	1	1	1	1	1

NOTA: Caso não existam palas, deve se considerar o produto Fo . Ff = 0,9 de maneira a contabilizar o contorno do vão.

Vão envidraçado	V18	V19	V20	V21	V22	V23	V24	V25	V26	V27
Factor solar g _L inverno	0,88	0,88	0,88	-	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
Factor de correção de selectividade angular										
Fw	0,9	0,9	0,9	-	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Factor de sombreamento horizonte										
α	10°	0°	15°	0°	5°	5°	5°	0°	0°	0°
Fh	0,97	1	0,89	1	0,97	0,985	0,985	1	1	1
Factor de sombreamento por elementos horizontais adjacentes										
α	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Fo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Factor de sombreamento por elementos verticais adjacentes										
β esq	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
β dir	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Ff esq	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ff dir	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ff	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Factor de obstrução Fs=Fh x Fo x Ff										
Fs	0,873	0,9	0,801	0,9	0,873	0,8865	0,8865	0,9	0,9	0,9
Verificações										
X x Fs ≥ 0,27	0,87	0,50	0,45	0,24	0,49	0,89	0,89	0,90	0,90	0,90
Fo x Ff	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NOTA: Caso não existam palas, deve se considerar o produto Fo . Ff = 0,9 de maneira a contabilizar o contorno do vão.										

Vão envidraçado	V28	V29	V30	V31	V32	V33	V34	V35	V36	V37
Factor solar g _L inverno	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Factor de correção de selectividade angular										
Fw	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Factor de sombreamento horizonte										
α	0°	0°	30°	30°	30°	30°	0°	0°	5°	5°
Fh	1	1	1	1	1	0,67	1	1	0,97	0,97
Factor de sombreamento por elementos horizontais adjacentes										
α	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Fo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Factor de sombreamento por elementos verticais adjacentes										
β esq	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
β dir	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Ff esq	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ff dir	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ff	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Factor de obstrução Fs=Fh x Fo x Ff										
Fs	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,603	0,9	0,9	0,873	0,873
Verificações										
X x Fs ≥ 0,27	0,50	0,50	0,24	0,24	0,24	0,60	0,50	0,50	0,49	0,49
Fo x Ff	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NOTA: Caso não existam palas, deve se considerar o produto Fo . Ff = 0,9 de maneira a contabilizar o contorno do vão.										

Vão envidraçado	V38	V39	V40	V41	V42	V43
Factor solar g _L inverno	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Factor de correção de selectividade angular						
Fw	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Factor de sombreamento horizonte						
α	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Fh	1	1	1	1	1	1
Factor de sombreamento por elementos horizontais adjacentes						
α	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Fo	1	1	1	1	1	1
Factor de sombreamento por elementos verticais adjacentes						
β esq	0°	0°	0°	0°	0°	0°
β dir	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Ff esq	1	1	1	1	1	1
Ff dir	1	1	1	1	1	1
Ff	1	1	1	1	1	1
Factor de obstrução Fs=Fh x Fo x Ff						
Fs	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Verificações						
X x Fs ≥ 0,27	0,50	0,50	0,50	0,50	0,24	0,24
Fo x Ff	1	1	1	1	1	1

NOTA: Caso não existam palas, deve se considerar o produto Fo . Ff = 0,9 de maneira a contabilizar o contorno do vão.

Vão envidraçado	V44	V45	V46	V47	V48	V49	V50	V51
Factor solar g _L inverno	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,88
Factor de correção de selectividade angular								
Fw	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Factor de sombreamento horizonte								
α	0°	0°						
Fh	1	1						
Factor de sombreamento por elementos horizontais adjacentes								
α	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Fo	1	1	1	1	1	1	1	1
Factor de sombreamento por elementos verticais adjacentes								
β esq	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
β dir	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Ff esq	1	1	1	1	1	1	1	1
Ff dir	1	1	1	1	1	1	1	1
Ff	1	1	1	1	1	1	1	1
Factor de obstrução Fs=Fh x Fo x Ff								
Fs	0,9	0,9	0	0	0	0	0	0
Verificações								
X x Fs ≥ 0,27	0,24	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fo x Ff	1	1	1	1	1	1	1	1

NOTA: Caso não existam palas, deve se considerar o produto Fo . Ff = 0,9 de maneira a contabilizar o contorno do vão.

Anexo C – Características dos vãos envidraçados. (Situação de verão)

Vão envidraçado	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
Factor solar g _L verão	0,474	0,474	0,474	0,474	0,474	0,264	0,7	0,7	0,7	0,7
Factor de correção de selectividade angular										
Fw	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Factor de sombreamento horizonte										
α	80°	45°	45°	30°	30°	10°	10°	30°	30°	5°
Fh	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Factor de sombreamento por elementos horizontais adjacentes										
α	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Fo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Factor de sombreamento por elementos verticais adjacentes										
β esq	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
β dir	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Ff esq	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ff dir	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ff	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Vão envidraçado	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17
Factor solar g _L verão	0,7	0,41	0,7	0,7	0,7	0,497	0,481
Factor de correção de selectividade angular							
Fw	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,85	0,8
Factor de sombreamento horizonte							
α	5°	5°	5°	5°	5°		10°
Fh	1	1	1	1	1	1	1
Factor de sombreamento por elementos horizontais adjacentes							
α	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Fo	1	1	1	1	1	1	1
Factor de sombreamento por elementos verticais adjacentes							
β esq	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
β dir	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Ff esq	1	1	1	1	1	1	1
Ff dir	1	1	1	1	1	1	1
Ff	1	1	1	1	1	1	1

Vão envidraçado	V18	V19	V20	V21	V22	V23	V24	V25	V26	V27
Factor solar g _L verão	0,481	0,474	0,474	-	0,474	0,474	0,474	0,474	0,474	0,474
Factor de correção de selectividade angular										
Fw	0,8	0,9	0,9	0,85	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Factor de sombreamento horizonte										
α	10°	0°	15°	0°	5°	5°	5°	0°	0°	0°
Fh	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Factor de sombreamento por elementos horizontais adjacentes										
α	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Fo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Factor de sombreamento por elementos verticais adjacentes										
β esq	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
β dir	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Ff esq	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ff dir	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ff	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Vão envidraçado	V28	V29	V30	V31	V32	V33	V34	V35	V36	V37
Factor solar g _L verão	0,474	0,474	0,474	0,474	0,53	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Factor de correção de selectividade angular										
Fw	0,9	0,9	0,85	0,85	0,85	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9
Factor de sombreamento horizonte										
α	0°	0°	30°	30°	30°	30°	0°	0°	5°	5°
Fh	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Factor de sombreamento por elementos horizontais adjacentes										
α	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Fo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Factor de sombreamento por elementos verticais adjacentes										
β esq	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
β dir	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Ff esq	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ff dir	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ff	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Vão envidraçado	V38	V39	V40	V41	V42	V43
Factor solar g _L verão	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Factor de correção de selectividade angular						
Fw	0,9	0,9	0,9	0,9	0,85	0,85
Factor de sombreamento horizonte						
α	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Fh	1	1	1	1	1	1
Factor de sombreamento por elementos horizontais adjacentes						
α	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Fo	1	1	1	1	1	1
Factor de sombreamento por elementos verticais adjacentes						
β esq	0°	0°	0°	0°	0°	0°
β dir	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Ff esq	1	1	1	1	1	1
Ff dir	1	1	1	1	1	1
Ff	1	1	1	1	1	1

Vão envidraçado	V44	V45	V46	V47	V48	V49	V50	V51
Factor solar g _⊥ verão	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,53
Factor de correção de selectividade angular								
Fw	0,85	0,85	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,85
Factor de sombreamento horizonte								
α	0°	0°						
Fh	1	1	1	1	1	1	1	1
Factor de sombreamento por elementos horizontais adjacentes								
α	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Fo	1	1	1	1	1	1	1	1
Factor de sombreamento por elementos verticais adjacentes								
β esq	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
β dir	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Ff esq	1	1	1	1	1	1	1	1
Ff dir	1	1	1	1	1	1	1	1
Ff	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo D- Cálculos complementares á determinação do IEE nominal, IEE aq1 para a tipologia de Museus e Galerias.

Folha de Cálculo FCIV.1a			
Perdas associadas à Envoltente Exterior			
Paredes Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
P1	124,6	0,04	4,98
P2	627,7	0,31	194,59
P4	47,66	0,06	2,86
P5	12,1	0,02	0,24
PTP1	11,2868	3,59	40,52
PTP2	79,77296	3,74	298,35
			0,00
		TOTAL	541,54
Pavimentos Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
			0,00
			0,00
			0,00
		TOTAL	0,00
Coberturas Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
C1	82,68	2,8	231,50
			0,00
		TOTAL	231,50
Paredes e pavimentos em contacto com o solo	Perímetro B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
			0,00
			0,00
			0,00
		TOTAL	0,00
Pontes térmicas lineares	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
Ligações entre:			
Fachada com os pavimentos térreos			0,00
Fachada com os pavimentos			0,00
Fachada com pavimentos intermédios			0,00
Fachada com cobertura inclinada ou terraço			0,00
Fachada com varanda			0,00
Doas paredes verticais			0,00
Fachada com caixa de estore			0,00
Fachada com padieira, ombreira ou peitoril			0,00
Outras			0,00
		TOTAL	0,00
Perdas pela envoltente exterior da Fracção Autónoma	(W/°C)	TOTAL	773,05

Folha de Cálculo FCIV.1b
Perdas associadas à Envolvente Interior

Paredes em contacto com espaços não-úteis ou edifícios adjacentes	Área (m²)	U (W/m².°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)
P13	26,474	1,51	0,6	23,99
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
TOTAL				23,99
Pavimentos sobre espaços não-úteis	Área (m²)	U (W/m².°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)
Pa1	26,57	0,07	0,7	1,30
				0,00
				0,00
TOTAL				1,30
Coberturas Interiores (tectos sob espaços não-úteis)	Área (m²)	U (W/m².°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)
C4	37,63	0,07	0,7	1,84
TOTAL				1,84
Vãos envidraçados em contacto com espaços não-úteis	Área (m²)	U (W/m².°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)
				0,00
				0,00
				0,00
TOTAL				0,00
Pontes térmicas (apenas para paredes de separação pa espaços não-úteis com τ>0,7)	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	τ (-)	τ.ψ.B (W/°C)
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
TOTAL				0,00
Perdas pela envolvente interior da Fracção Autónoma	(W/°C)		TOTAL	27,13

Folha de Cálculo FCIV.1c			
Perdas Associadas aos Vãos Envidraçados Exteriores			
Vãos envidraçados exteriores	Área (m²)	U (W/m².°C)	U.A (W/°C)
Verticais:			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
Horizontais:			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
		TOTAL	0,00

Folha de Cálculo FC IV.1d
Perdas associadas à Renovação de Ar

Área Útil de Pavimento		1302,02	(m ²)
		x	
Pé-direito médio		4,34	(m)
		=	
Volume interior (V)		5650,77	(m ³)

VENTILAÇÃO NATURAL *(Quadro a considerar sempre que o único dispositivo de ventilação mecânica existente seja o exaustor da cozinha)*

Cumpra a NP 1037-1? (S ou N) se SIM: RPH =

Se NÃO:

Classe da Caixilharia (s/c, 1, 2 ou 3)	<input type="text"/>	Taxa de Renovação Nominal: Ver Quadro IV.1 RPH = <input type="text"/>
Caixas de Estore (S ou N)	<input type="text"/>	
Classe de Exposição (1, 2, 3 ou 4) <i>(Ver Quadro IV.2)</i>	<input type="text"/>	
Aberturas Auto-reguladas? (S ou N)	<input type="text"/>	
Área de envidraçados > 15% Ap? (S ou N)	<input type="text"/>	
Portas Exteriores bem vedadas? (S ou N)	<input type="text"/>	

VENTILAÇÃO MECÂNICA *(excluir exaustor da cozinha)*

Caudal de Insuflação Vins - (m³/h) Vf =

Caudal Extraído Vev - (m³/h)

Diferença entre Vins e Vev (m³/h) / V =
(volume int) RPH (**)

Infiltrações *(Vent. Natural)* Vx - (h⁻¹)

Recuperador de calor (S ou N) se SIM, η =
se NÃO, η =

Taxa de Renovação Nominal (mínimo: 0,6) (Vf / V + Vx) · (1-η)

Consumo de Electricidade para os ventiladores (E_v = P_v × 24 × 0,03 × M (kWh))

Volume		5650,77	
		x	
Taxa de Renovação Nominal		0	
		x	
		0,34	
		=	
TOTAL		0,00	(W/°C)

Folha de Cálculo FC IV.1e
Ganhos Úteis na Estação de Aquecimento (Inverno)

Ganhos Solares:

Orientação do vão envidraçado	Tipo (simples ou duplo)	Área A (m ²)	Factor de orientação X (-)	Factor Solar do vidro g (-)	Factor de Obstrução Fs (-) Fh.Fo.Ff	Fracção Envidraçada Fg (-)	Factor de Sel. Angular Fw (-)	Área Efectiva Ae (m ²)
								0,00
								0,00
								0,00
								0,00
								0,00
								0,00
								0,00
								0,00
								0,00
								0,00
								0,00

Área efectiva total equivalente na orientação Sul (m²) 0,00

x

Radiação incidente num envidraçado a Sul (Gsul)
na zona do Quadro III. 8 (Anexo III) - (kWh/m².mês)

x

Duração da estação de aquecimento - do Quadro III.1 (meses)

=

Ganhos Solares Brutos (kWh/ano) 0,00

Ganhos Internos

Ganhos internos médios (Quadro IV.3)	 	(W/m ²)
	x	
Duração da Estação de Aquecimento	0,00	(meses)
	x	
Área Útil de pavimento	1302,02	(m ²)
	x	
	0,72	
	=	
Ganhos Internos Brutos	0,00	(kWh/ano)

Ganhos Úteis Totais:

$$\gamma = \frac{\text{Ganhos Solares Brutos} + \text{Ganhos Internos Brutos}}{\text{Necessidades Brutas de Aquecimento (da FC IV.2)}} = \frac{0,00}{33991,57}$$

Inércia do edifício: 2 a = 2,6 γ = 0

(In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)

Factor de Utilização dos Ganhos Térmicos (η)

1

Ganhos Solares Brutos + Ganhos Internos Brutos 0,00

x

Ganhos Úteis Totais (kWh/ano) 0

=

Cálculo do Indicador Nic

Perdas térmicas associadas a:	(W/°C)
Envolvente Exterior (de FCIV.1a)	773,05
Envolvente Interior (de FCIV.1b)	27,13
Vãos Envidraçados (de FCIV.1c)	0,00
Renovação de Ar (de FCIV.1d)	0,00
	=
Coeficiente Global de Perdas (W/°C)	800,18
	x
Graus-dias no Local (°C.dia)	1770,00
	x
	0,024
	=
Necessidades Brutas de Aquecimento (kWh/ano)	33991,57
	-
Ganhos Totais Úteis (kWh/ano) (de FCIV.1e)	0,00
	=
Necessidades de Aquecimento (kWh/ano)	33991,57
	/
Área Útil de Pavimento (m2)	1302,02
	=
Nec. Nominais de Aquecimento - Nic (kWh/m2.ano)	26,10679913
	≤
Nec. Nominais de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano)	74,42

Anexo E- Cálculos complementares á determinação do IEE nominal, IEE arr1 para a tipologia de Museus e Galerias.

Folha de cálculo FCV.1a			
Perdas			
Perdas associadas às paredes exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	541,54	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos pavimentos exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas às coberturas exteriores (U.A)	(FCV.1b)	231,50	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos envidraçados exteriores (U.A)	(FCV.1b)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas à renovação do ar	(FCIV.1d)	0,00	(W/°C)
		=	
Perdas específicas totais	(Q1a)	773,05	(W/°C)
Temperatura interior de referência		25	(°C)
		-	
Temperatura média do ar exterior na estação de arrefecimento (Quadro III.9)		19	(°C)
		=	
Diferença de temperatura interior-exterior		6	
		x	
Perdas específicas totais	(Q1a)	773,05	(W/°C)
		x	
		2,928	
		=	
Perdas térmicas totais	(Q1b)	13580,89	(kWh)

Folha de Cálculo FC V.1c																				
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca																				
POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL (inclui paredes e cobertura)																				
Orientação	C1	C2	P1N	P1S	P1E	P1W	P2N	P2S	P2E	P2W	P3E	P4N	P4E	P5N	P5E	P5S	P6N	P6E	P6W	
Área, A (m ²)	82,68		6,7	72,5	0	45,4	82,2	67,5	305	173		26,4	21,2			12,1				
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
U (W/m ² °C)	2,8	0,5	0,04	0,04	0,04	0,04	0,31	0,31	0,31	0,31		0,06	0,06	0,02	0,02	0,02				
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Coefficiente de absorção, α (Quadro V.5)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4			
	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=			
α.U.A (W/°C)	92,60	0,00	0,11	1,16	0,00	0,73	10,19	8,37	37,82	21,45	0,00	0,63	0,51	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m ²) (Quadro III.9)	790	790	200	420	450	450	200	420	450	450		200	450	200	450	420				
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=			
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior	2926,21	0,00	0,86	19,49	0,00	13,08	81,54	140,62	680,76	386,14	0,00	5,07	9,16	0,00	0,00	1,63	0,00	0,00	0,00	4264,54 (kWh)

Folha de cálculo FC V.1e

Ganhos Internos

Ganhos Internos médios (W/m ²) (Quadro IV.3)		0	
		x	
Área Útil de Pavimento (m ²)		1302,02	
		x	
		2,928	
		=	
Ganhos internos Totais		0	(KWh)

Folha de cálculo FC V.1f

Ganhos Totais na estação de arrefecimento (verão)

Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores (FCV.1d)		0,00	(KWh)
		+	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior (FCV.1c)		4264,54	(KWh)
		+	
Ganhos internos (FCV.1e)		0,00	(KWh)
		=	
Ganhos Térmicos Totais		4264,54	(KWh)

Folha de cálculo FCV.1g			
Valor das Necessidades Nominais de Arrefecimento (Nvc)			
Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)		4264,54	(kWh)
		/	
Perdas Térmicas Totais (FCV.1a)		13580,89	(kWh)
		=	
Relação Ganhos-Perdas	γ	0,31401027	
Inércia do edifício	(In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)	2	
<hr/>			
		1	
		-	
Factor de utilização dos ganhos, η (Gráfico IV.1)		0,965712569	
		=	
		0,034287431	
		x	
Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)		4264,54	(kWh)
		=	
Necessidades Brutas de Arrefecimento		146,22	(kWh/ano)
		+	
Consumo dos ventiladores (se houver, exaustor da cozinha excluído)			($E_v = P_{vx} \times 24 \times 0,122$ (kWh))
		=	
	TOTAL	146,22	(kWh/ano)

Cálculo int
a =
 $\gamma = 1$
 $\gamma \neq 1$

Anexo F- Cálculos complementares á determinação do IEE nominal, IEE aq1 para a tipologia de Escritórios.

Folha de Cálculo FCIV.1a			
Perdas associadas à Envolvente Exterior			
Paredes Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
P1	351,6	0,04	14,06
P2	0	0,31	0,00
P4	0	0,06	0,00
P5	47,9	0,02	0,96
PTP1	24,2	3,59	86,88
PTP2	8,15	3,74	30,48
			0,00
		TOTAL	132,38
Pavimentos Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
			0,00
			0,00
			0,00
		TOTAL	0,00
Coberturas Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
C2	19,13	0,5	9,57
			0,00
			0,00
		TOTAL	9,57
Paredes e pavimentos em contacto com o solo	Perímetro B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
			0,00
			0,00
			0,00
		TOTAL	0,00
Pontes térmicas lineares	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
Ligações entre:			
Fachada com os pavimentos térreos			0,00
Fachada com os pavimentos			0,00
Fachada com pavimentos intermédios			0,00
Fachada com cobertura inclinada ou terraço			0,00
Fachada com varanda			0,00
Duas paredes verticais			0,00
Fachada com caixa de estore			0,00
Fachada com padieira, ombreira ou peitoril			0,00
Outras			0,00
		TOTAL	0,00
Perdas pela envolvente exterior da Fracção Autónoma	(W/°C)	TOTAL	141,95

Folha de Cálculo FC IV.2
Cálculo do Indicador Nic

Perdas térmicas associadas a:	(W/°C)
Envolvente Exterior (de FCIV.1a)	141,95
Envolvente Interior (de FCIV.1b)	6,23
Vãos Envidraçados (de FCIV.1c)	0,00
Renovação de Ar (de FCIV.1d)	0,00
	=
Coeficiente Global de Perdas (W/°C)	148,18
	x
Graus-dias no Local (°C.dia)	1770,00
	x
	0,024
	=
Necessidades Brutas de Aquecimento (kWh/ano)	6294,60
	-
Ganhos Totais Úteis (kWh/ano) (de FCIV.1e)	0,00
	=
Necessidades de Aquecimento (kWh/ano)	6294,60

Anexo G- Cálculos complementares á determinação do IEE nominal, IEE arr1 para a tipologia de Escritórios

Folha de cálculo FCV.1a			
Perdas			
Perdas associadas às paredes exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	132,38	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos pavimentos exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas às coberturas exteriores (U.A)	(FCV.1b)	9,57	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos envidraçados exteriores (U.A)	(FCV.1b)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas à renovação do ar	(FCIV.1d)	0,00	(W/°C)
		=	
Perdas específicas totais	(Q1a)	141,95	(W/°C)
Temperatura interior de referência		25	(°C)
		-	
Temperatura média do ar exterior na estação de arrefecimento (Quadro III.9)		19	(°C)
		=	
Diferença de temperatura interior-exterior		6	
		x	
Perdas específicas totais	(Q1a)	141,95	(W/°C)
		x	
		2,928	
		=	
Perdas térmicas totais	(Q1b)	2493,71	(kWh)

Folha de Cálculo FC V.1c									
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca									
POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL (inclui paredes e cobertura)									
Orientação	C1	C2	P1N	P1S	P1E	P1W	P5N	P5E	
Área, A (m ²)		19,13	81,6	83,9	79,2	106,9	23,6	24,3	
	x	x	x	x	x	x	x	x	
U (W/m ² °C)	2,8	0,5	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02	
	x	x	x	x	x	x	x	x	
Coefficiente de absorção, α (Quadro V.5)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
	=	=	=	=	=	=	=	=	
α.U.A (W/°C)	0,00	3,83	1,31	1,34	1,27	1,71	0,19	0,19	
	x	x	x	x	x	x	x	x	
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m ²) (Quadro III.9)	790	790	200	420	450	450	200	450	
	x	x	x	x	x	x	x	x	
	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	=	=	=	=	=	=	=	=	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior	0,00	120,90	10,44	22,55	22,81	30,79	1,51	3,50	TOTAL
									212,51 (kWh)

Folha de cálculo FC V.1e

Ganhos Internos

Ganhos Internos médios (W/m ²) (Quadro IV.3)		0	
		x	
Área Útil de Pavimento (m ²)		0	
		x	
		2,928	
		=	
Ganhos internos Totais		0	(KWh)

Folha de cálculo FC V.1f

Ganhos Totais na estação de arrefecimento (verão)

Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores (FCV.1d)		0,00	(KWh)
		+	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior (FCV.1c)		212,51	(KWh)
		+	
Ganhos internos (FCV.1e)		0,00	(KWh)
		=	
Ganhos Térmicos Totais		212,51	(KWh)

Folha de cálculo FCV.1g			
Valor das Necessidades Nominais de Arrefecimento (Nvc)			
Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)		212,51	(kWh)
		/	
Perdas Térmicas Totais (FCV.1a)		2493,71	(kWh)
		=	
Relação Ganhos-Perdas	γ	0,085216544	
Inércia do edifício	(In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)	3	
<hr/>			
		1	
		-	
Factor de utilização dos ganhos, η	(Gráfico IV.1)	0,999970521	
		=	
		2,94795E-05	
		x	
Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)		212,51	(kWh)
		=	
Necessidades Brutas de Arrefecimento		0,01	(kWh/ano)

Cálculo intermédio:

$a = 4,2$

$\gamma = 1 \quad \eta = 0,807692$

$\gamma \neq 1 \quad \eta = 0,999971$