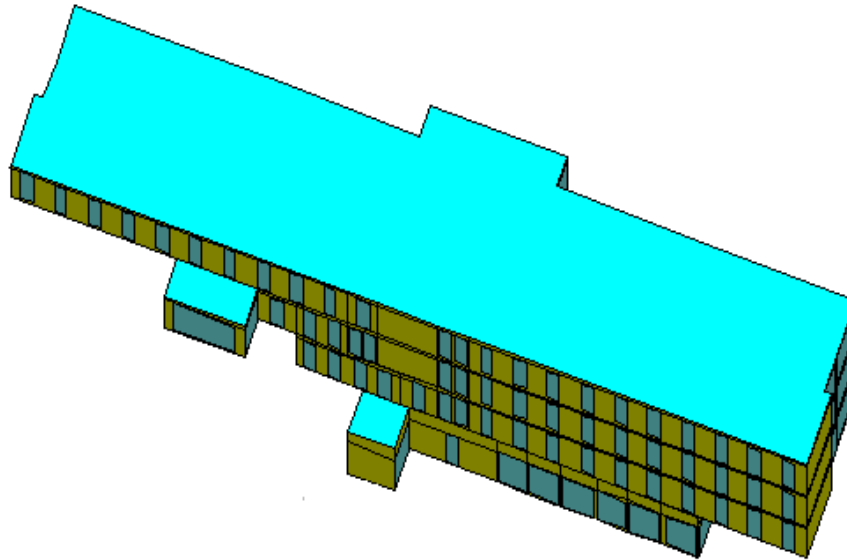




ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Departamento de Engenharia Mecânica



Auditorias Energéticas – Certificação Energética de Edifícios

JOÃO GUILHERME SÁ MARTINS

Licenciado em Engenharia Mecânica

Relatório de Estágio de Natureza Profissional para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica perfil de Energia, Refrigeração e Climatização

Orientador:

Professor Coordenador Doutor Jorge Mendonça e Costa (ISEL/IPL)

Júri:

Presidente: Prof. Coordenador Doutor João Manuel Ferreira Calado (ISEL/IPL)

Vogal: Prof. Catedrático Doutor Eduardo Alberto Baptista Maldonado (FEUP/UP)

Vogal: Prof. Coordenador Doutor Jorge Mendonça e Costa (ISEL/IPL)

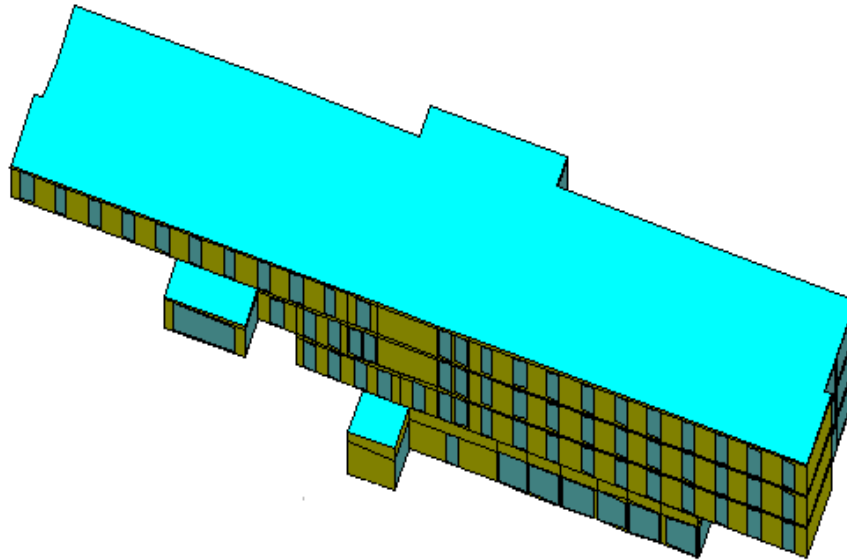
Outubro de 2008



ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Departamento de Engenharia Mecânica



Auditorias Energéticas – Certificação Energética de Edifícios

JOÃO GUILHERME SÁ MARTINS

Licenciado em Engenharia Mecânica

Relatório de Estágio de Natureza Profissional para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica perfil de Energia, Refrigeração e Climatização

Orientador:

Professor Coordenador Doutor Jorge Mendonça e Costa (ISEL/IPL)

Júri:

Presidente: Prof. Coordenador Doutor João Manuel Ferreira Calado (ISEL/IPL)

Vogal: Prof. Catedrático Doutor Eduardo Alberto Baptista Maldonado (FEUP/UP)

Vogal: Prof. Coordenador Doutor Jorge Mendonça e Costa (ISEL/IPL)

Outubro de 2008

Agradecimentos

Durante a elaboração de um projecto é comum encontrar vários obstáculos que são necessários ultrapassar. Em alguns casos esses obstáculos parecem intransponíveis até que alguém nos auxilia e ajuda a seguir em frente. É neste ponto que queria agradecer a todos os que se disponibilizaram a ajudar.

Quero desde já agradecer ao Eng.º Jorge Mendonça e Costa pela coordenação deste trabalho e a sua pronta disponibilidade.

Aos colegas de trabalho da S.P.C.E. deixo aqui um enorme abraço por tudo o que me ensinaram e ajudaram, especialmente ao Eng.º João Matos que se mostrou sempre prestável para resolver qualquer “situação” que acontecesse no software. Quero ainda agradecer ao Eng.º Carlos Nascimento a possibilidade de estagiar na empresa e a sua disponibilidade para esclarecer qualquer dúvida sobre os decretos-lei.

Por último queria agradecer à minha família toda a força e motivação que me deram para concluir esta etapa curricular.

Resumo:

O presente trabalho visa apresentar a correcta aplicação dos novos regulamentos energéticos na construção de novos edifícios. O edifício em análise trata-se de um Grande Edifício de Serviços (GES) e como tal encontra-se no âmbito do Decreto-Lei nº 79 de 4 de Abril de 2006 (RSECE).

Foi efectuado uma análise dos requisitos térmicos do edifício verificando-se que o mesmo cumpre com os requisitos mínimos definidos no Decreto-Lei nº 80 de 4 de Abril de 2006 (RCCTE), tal como definido no RSECE.

Posteriormente efectuou-se uma simulação dinâmica multizona do edifício através do software VisualDOE para efeitos de dimensionamento dos equipamentos de climatização. Esta simulação implicou calibrar o modelo segundo os parâmetros definidos pelo projectista de AVAC e teve como objectivo final estabelecer as potências máximas de aquecimento e de arrefecimento.

Após a revisão do projecto de AVAC, e confirmação que o mesmo cumpre com os parâmetros exigidos no RSECE, foi realizada uma nova simulação multizona com o intuito de classificar o edifício segundo o descrito no Decreto-Lei nº 78 de 4 de Abril de 2006 (SCE).

Para efeitos de registo do edifício na ADENE é obrigatório a existência de um Plano de Manutenção Preventiva (PMP) pelo que foi estabelecido, neste trabalho, quais os pontos essenciais que um PMP deve ter.

Realizou-se, por último, uma nova simulação para determinar se eventuais alterações no projecto poderiam melhorar a classe energética do edifício.

Abstract:

This paper intends to present the correct application of new energy regulations in the construction of new buildings. The building under consideration is a Large Services Building and as such is under the appliance of the Decree-Law n° 79, April 4, 2006 (RSECE).

It was made an analysis of the thermal requirements of the building verifying that it meets the minimum requirements set out in Decree-Law n° 80, April 4, 2006 (RCCTE), as defined in RSECE.

Later was performed a dynamic multizone simulation of the building through the software VisualDOE with the intent of designing the air-conditioning equipment. This simulation involved calibrating the model according to the parameters specified by the HVAC designer and had as final goal the establishment of the maximum heating and cooling power.

After reviewed the HVAC project, and checked that it meets all the parameters required by RSECE, was performed a new multizone simulation with the purpose of classified the building under what is define in de Decree-Law n° 78, April 4, 2006 (SCE).

For the registration of the building in ADENE it's obligatory the existence of a Preventive Maintenance Plan (PMP), so in this paper it was defined the essential points that should have a PMP.

In conclusion, it was made a new simulation to determine whether any changes in the project could improve the energy class of the building.

Índice

0	Introdução	1
0.1	Eficiência Energética	2
0.1.1	<i>Histórico da Eficiência energética</i>	2
0.2	Âmbito do Trabalho	8
1	Revisão da Bibliografia	11
1.1	Legislação em vigor	11
1.1.1	<i>SCE</i>	14
1.1.2	<i>RSECE</i>	17
1.1.3	<i>RCCTE</i>	18
1.1.4	<i>Despacho nº 10250/2008</i>	20
1.2	Aplicabilidade da Legislação ao Projecto	21
1.2.1	<i>Requisitos Exigenciais de Conforto Térmico</i>	23
1.2.2	<i>Requisitos da Qualidade do Ar Interior</i>	25
1.2.3	<i>Requisitos para a concepção das Instalações Mecânicas de Climatização</i>	27
2	Caracterização Arquitectónica do Projecto	30
2.1	Localização e Inserção Urbana/Paisagística	30
2.2	Descrição do Projecto	31
2.3	Natureza e Condições do Terreno	31
2.4	Plantas do Edifício	32
2.5	Apontamentos Perspécticos	34
2.6	Desenhos de Pormenor	38
3	Caracterização Térmica de Edifícios	40
3.1	Necessidades para o Conforto Térmico	40
3.2	Balanço Térmico	41
3.2.1	<i>Processos de Transferência de Calor</i>	41
3.2.2	<i>Parâmetros de Caracterização Térmica</i>	44
3.3	Isolamento Térmico	46
3.3.1	<i>Funcionalidades do Isolamento Térmico</i>	46
3.3.2	<i>Factores influenciadores da Condutividade Térmica</i>	47
3.4	Ventilação	49
3.4.1	<i>Ventilação Mecânica</i>	50
3.4.2	<i>Ventilação Natural</i>	52
3.5	Sombreamento	54
3.6	Inércia Térmica	55
3.7	Pontes Térmicas	59
3.7.1	<i>Pontes Térmicas Planas</i>	59
3.7.2	<i>Pontes Térmicas Lineares</i>	60
3.7.2.1	Elementos em contacto com o terreno	61
3.7.2.2	Ligações entre os elementos da envolvente	62
4	Verificação dos Requisitos Mínimos	65
4.1	Envolvente Opaca	65
4.2	Vãos Envidraçados	67
4.3	Cálculo da Inércia Térmica	68
4.4	Verificação dos Requisitos Mínimos	70

4.4.1	Correcção das Pontes Térmicas Planas.....	70
4.4.2	Verificação do factor solar dos vãos envidraçados	72
4.4.3	Verificação dos coeficientes de transmissão térmica para a envolvente opaca.....	73
5	Caracterização das Instalações Eléctricas.....	74
6	Simulação Dinâmica de Projecto.....	75
6.1	VisualDOE.....	76
6.1.1	Descrição Geral dos módulos do VisualDOE.....	77
6.1.2	Definição da Simulação	78
6.2	Definição do Modelo de Simulação.....	100
6.3	Simulação Dinâmica nas Condições de Projecto.....	102
7	Caracterização das Instalações Técnicas Especiais (AVAC).....	105
7.1	Sistemas de Climatização e Ventilação dos espaços	106
7.2	Grupo Produtor de água refrigerada/quente com recuperação	107
7.3	Sistema Solar	107
7.4	Eficiência de Ventilação	109
8	Simulação Dinâmica Nominal	110
9	Cálculo da Eficiência Energética	113
9.1	Indicador de Eficiência Energética Nominal (IEE _{nominal})	113
9.2	Determinação da Classe de Eficiência Energética do Edifício.....	118
10	Manutenção do Edifício	121
11	Conclusão	123
12	Bibliografia.....	126
	Anexo I – Definições	1
	Anexo II – Caudais mínimos de Ar Novo.....	4
	Anexo III – Valores do Coeficiente τ	5
	Anexo IV – Classes de exposição ao vento.....	6
	Anexo V – Valores convencionais de R_{ph} para edifícios com uso exclusivo de ventilação natural	7
	Anexo VI – Factor solar de alguns tipos de vidro (g_{Lv}).....	8
	Anexo VII – Valores do factor solar de vãos com protecção solar activada a 100% e vidro incolor corrente (g_L)	9
	Anexo VIII – Requisitos Mínimos de Qualidade Térmica da envolvente dos edifícios	10
	Anexo IX – Resistências Térmicas Superficiais.....	11
	Anexo X – Valores de ψ para Pontes Térmicas Lineares em contacto com o terreno	12
	Anexo XI – Valores de ψ para Pontes Térmicas Lineares entre os elementos da Envolvente.....	13
	Anexo XII – Pontes Térmicas Planas.....	25
	Anexo XIII – Pontes Térmicas Planas Corrigidas.....	28
	Anexo XIV – Cargas Internas	31
	Anexo XV – Soluções Construtivas.....	37
	Anexo XVI – Envidraçados	49
	Anexo XVII – Cálculo do Coeficiente τ	50
	Anexo XVIII – Cálculo da Inércia Térmica.....	51
	Anexo XIX – Factor de Forma	52
	Anexo XX – Criação do Ficheiro Climático.....	53
	Anexo XXI – Iluminância	56

Anexo XXII – Perfis de Utilização de Projecto.....	62
Anexo XXIII – Perfis de Utilização Nominal.....	67
Anexo XXIV – Caudais e Zonamento de Projecto	74
Anexo XXV – Caudais e Zonamento Nominal.....	82
Anexo XXVI – Plano de Manutenção Preventiva.....	90
Anexo XXVII – Fichas de Licenciamento	92

Índice de Figuras

Figura 0.1 – <i>Evolução do Consumo de energia Primária em Portugal (Fonte:[2])</i>	1
Figura 0.2 – <i>Fases do processo de certificação energética de um edifício (Fonte: [8])</i>	10
Figura 1.1 – <i>Emissões de gases de efeito de estufa (GEE) e projecções (Fonte: [8])</i>	12
Figura 1.2 – <i>Emissões de gases de efeito de estufa (GEE) por sector (Fonte: [8])</i>	13
Figura 1.3 – <i>Formato de um certificado energético segundo prEN 15217</i>	16
Figura 1.4 – <i>Aplicabilidade da Legislação para um edifício novo</i>	22
Figura 1.5 – <i>Zonas Climáticas de Inverno (Fonte:[6])</i>	23
Figura 1.6 – <i>Zonas Climáticas de Verão (Fonte:[6])</i>	23
Figura 2.1 – <i>Localização da Implantação</i>	32
Figura 2.2 – <i>Planta do piso 0</i>	33
Figura 2.3 – <i>Planta do piso 1</i>	33
Figura 2.4 – <i>Planta do piso 2</i>	33
Figura 2.5 – <i>Planta do piso 3</i>	34
Figura 2.6 – <i>Perspectiva do Edifício na orientação Sudoeste</i>	35
Figura 2.7 – <i>Perspectiva do Edifício na orientação Sudeste</i>	35
Figura 2.8 – <i>Perspectiva do Edifício na orientação Nordeste</i>	36
Figura 2.9 – <i>Perspectiva do Edifício na orientação Sudeste</i>	36
Figura 2.10 – <i>Perspectiva do Edifício na orientação Oeste</i>	37
Figura 2.11 – <i>Pormenor da cobertura</i>	38
Figura 2.12 – <i>Pormenor da Parede exterior</i>	38
Figura 2.13 – <i>Pormenor do Pavimento exterior</i>	39
Figura 3.1 – <i>Transferência de calor por condução (Fonte: [11])</i>	42
Figura 3.2 – <i>Convecção Natural (Fonte: [11])</i>	43
Figura 3.3 – <i>Convecção Forçada (Fonte: [11])</i>	43
Figura 3.4 – <i>Variação do coeficiente apparent thermal conductivity com a densidade (Fonte: ASHRAE Fundamentals Handbook)</i>	48
Figura 3.5 – <i>Variação do coeficiente apparent thermal conductivity em função da temperatura média, à pressão atmosférica (Fonte: ASHRAE Fundamentals Handbook)</i>	49
Figura 3.6 – <i>Valores das taxas de renovação relativas à ventilação natural (Fonte: [6])</i>	51
Figura 3.7 – <i>Valores máximos de M_{si} em função da localização dos elementos de construção (Fonte: [5])</i>	57
Figura 3.8 – <i>Exemplos de valores para a M_{si} em função do posicionamento do isolamento térmico (Fonte: [5])</i>	58
Figura 3.9 – <i>Ponte Térmica Plana de um pilar intermédio</i>	60
Figura 3.10 – <i>Diferentes pontes térmicas em contacto com o terreno (Fonte: [6])</i>	61
Figura 4.1 – <i>Elementos da envolvente de uma fracção autónoma (A) confiante com outra fracção autónoma (B) de um mesmo edifício (Edifício A). (Fonte: [6])</i>	65
Figura 4.2 – <i>Elementos da envolvente de uma fracção autónoma (A) de um edifício A confinante com outra fracção (B) de um edifício vizinho B. (Fonte: [6])</i>	66
Figura 4.3 – <i>Pormenor da Parede Exterior com Pontes Térmicas Planas corrigidas</i>	71
Figura 6.1 – <i>Estrutura do DOE2.1E (Fonte: [10])</i>	76
Figura 6.2 – <i>Introdução de Perfis no VisualDOE (Occupancies)</i>	79
Figura 6.3 – <i>Introdução de Perfis no VisualDOE (Day Schedule)</i>	80

Figura 6.4 – <i>Introdução de Perfis no VisualDOE (Schedule)</i>	81
Figura 6.5 – <i>Introdução de materiais no VisualDOE (Materials)</i>	82
Figura 6.6 – <i>Introdução de materiais no VisualDOE (Constructions)</i>	83
Figura 6.7 – <i>Introdução de materiais no VisualDOE (Calculation Details)</i>	84
Figura 6.8 – <i>Definição do modelo no VisualDOE</i>	85
Figura 6.9 – <i>Visão geral do Graphic Editor do VisualDOE</i>	86
Figura 6.10 – <i>Sub-espço do Graphic Editor (Project)</i>	87
Figura 6.11 – <i>Sub-espço do Graphic Editor (Blocks)</i>	88
Figura 6.12 – <i>Sub-espço do Graphic Editor (Zones)</i>	89
Figura 6.13 – <i>Sub-espço do Graphic Editor (Systems)</i>	90
Figura 6.14 – <i>Seleção do sistema de climatização</i>	91
Figura 6.15 – <i>Definição do ventilador extracção e do free-cooling</i>	92
Figura 6.16 – <i>Definição da bateria de arrefecimento</i>	92
Figura 6.17 – <i>Definição da bateria de aquecimento</i>	93
Figura 6.18 – <i>Definição do sistema centralizado de climatização</i>	93
Figura 6.19 – <i>Definição da Bomba de Calor</i>	94
Figura 6.20 – <i>Definição do Chiller</i>	94
Figura 6.21 – <i>Definição das bombas de circulação</i>	95
Figura 6.22 – <i>Sub-espço do Graphic Editor (Zone Air)</i>	95
Figura 6.23 – <i>Definição do ventilador de extracção</i>	96
Figura 6.24 – <i>Definição dos sombreamentos exteriores</i>	97
Figura 6.25 – <i>Visualização dos sombreamentos exteriores</i>	98
Figura 6.26 – <i>Sub-espço do Graphic Editor</i>	99
Figura 6.27 – <i>Vista em Planta do Piso 0</i>	100
Figura 6.28 – <i>Vista em Planta do Piso 1</i>	100
Figura 6.29 – <i>Vista em Planta do Piso 2</i>	101
Figura 6.30 – <i>Vista em Planta do Piso 3</i>	101
Figura 9.1 – <i>Desagregação do consumo total de energia por tipologia</i>	116
Figura 9.2 – <i>Desagregação dos consumos de energia do Edifício</i>	117

Índice da Tabelas

Tabela 0.1 – Documentos emitidos no âmbito do SCE.....	9
Tabela 1.1 – Entrada em vigor dos D.L. nº78, 79 e 80 de 4 de Abril de 2006.....	16
Tabela 1.2 – Concentrações máximas admissíveis dos poluentes.....	26
Tabela 2.1 – Ocupação segundo Despacho Normativo nº 12/98.....	30
Tabela 2.2 – Dados Quantitativos de Arquitectura.....	32
Tabela 2.3 – Áreas e número de pisos.....	34
Tabela 3.1 – Valores limite de diferença entre os caudais de ventilação natural e mecânica ...	50
Tabela 3.2 – Classes de Inércia Térmica	55
Tabela 3.3 – Influência dos revestimentos superficiais interiores na massa superficial útil	59
Tabela 4.1 – Factor correctivo a utilizar para o cálculo da massa superficial útil.....	69

Tabela 4.2 – Requisitos Mínimos – Coeficientes de Transmissão Térmica das Pontes Térmicas	71
Tabela 4.3 – Requisitos Mínimos – Factores Solares dos Vãos Envidraçados	72
Tabela 4.4 – Coeficientes de Transmissão Térmica dos elementos construtivos.....	73
Tabela 5.1 – Níveis de iluminação em função do tipo de tarefa	74
Tabela 6.1 – Infiltrações	102
Tabela 6.2 – Potências Térmicas dos equipamentos de Climatização	104
Tabela 7.1 – Equipamentos terminais de climatização.....	105
Tabela 7.2 – Resumo dos consumos calculados pelo Solterm	109
Tabela 7.3 – Discriminação do consumo de AQS obtido pelo sistema solar por tipologia	109
Tabela 8.1 – Espaços associados aos padrões de referência.....	110
Tabela 8.2 – Dados para o cálculo do IEE	111
Tabela 8.3 – Infiltrações para a simulação nominal	111
Tabela 8.4 – Consumos das áreas climatizadas.....	112
Tabela 8.5 – Consumos das áreas úteis não climatizadas	112
Tabela 9.1 – Factores de Conversão.....	113
Tabela 9.2 – Factores de conversão da zona climática.....	114
Tabela 9.3 – Separação dos consumos de ventilação entre aquecimento e arrefecimento	115
Tabela 9.4 – Consumos por tipologia.....	116
Tabela 9.5 – Classes Energéticas.....	118
Tabela 9.6 – IEEs de referência.....	119
Tabela 9.7 – IEE nominal.....	119
Tabela 9.8 – Classe Energética.....	120
Tabela 11.1 – Consumos eléctricos dos sistemas de difusão	124
Tabela 11.2 – Classe Energética da nova simulação	125
Tabela 11.3 – Novas Potências Térmicas dos equipamentos de Climatização	125

0 Introdução

A Energia assumiu-se claramente como um dos principais motores do desenvolvimento tanto económico como político. Sendo Portugal um país dependente deste “ouro negro” é de extrema importância estabelecer directrizes que controlem e limitem os consumos energéticos de modo a garantir que as necessidades de energia primária sejam reduzidas, procurando atingir a sustentabilidade energética.

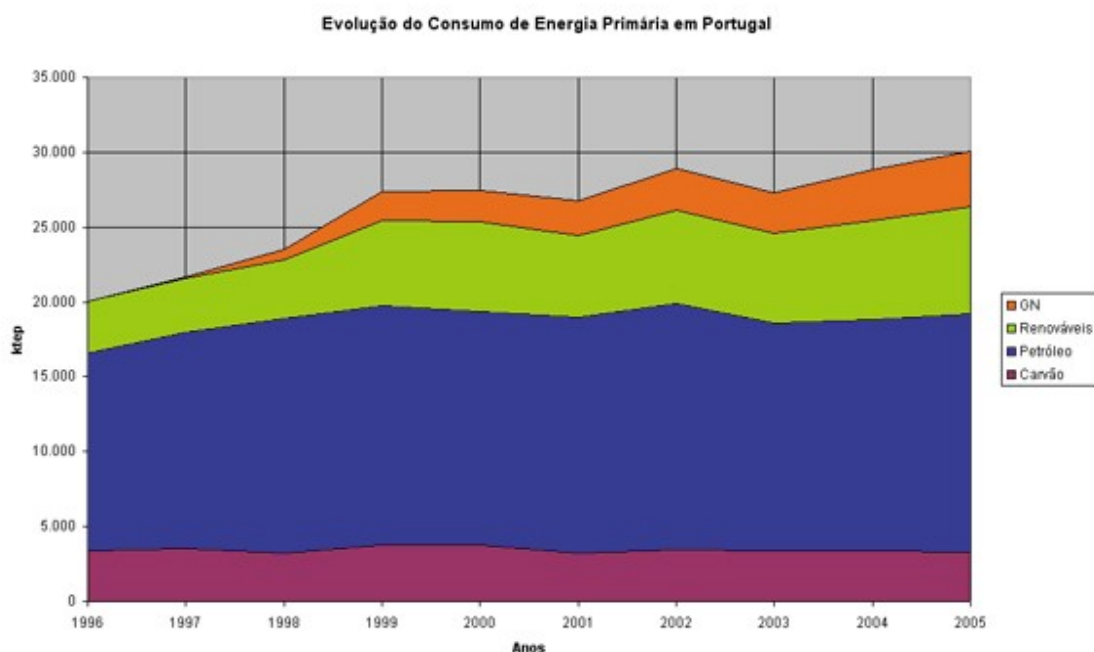


Figura 0.1 – Evolução do Consumo de energia Primária em Portugal (Fonte:[2])

Tendo em conta que as actividades efectuadas no sector energético têm uma enorme relevância no plano ambiental, é possível observar soluções contrárias entre duas facções, as pro-ambientalistas e os produtores. É por isso de extrema importância encontrar um ponto de equilíbrio para que o desenvolvimento económico não se sobreponha ao equilíbrio ambiental.

Foi segundo estes princípios e tendo em consideração a eminente crise de petróleo que o governo estabeleceu o *Programa do XVII Governo Constitucional* [1], segundo o qual são estabelecidos vários objectivos energéticos para a legislatura de 2005 a 2009, sendo um deles a aposta na eficiência energética.

0.1 Eficiência Energética

A eficiência energética é um termo muito usado nos últimos tempos, tanto por políticos como por engenheiros ou mesmo economistas, muito embora este termo não seja sempre associado ao seu significado real. Mas afinal o que é eficiência energética?

Podemos definir eficiência energética como a redução do consumo de energia sem perdas no conforto e na qualidade. Quando se diz que um motor ou uma lâmpada são eficientes, afirmamos que o rendimento é alto e o consumo de energia é baixo.

A eficiência energética é normalmente referida para produtos ou sistemas que sejam projectados para consumir menos energia e consigam um desempenho superior aos já existentes no mercado. Um dos pontos mais importantes para a preocupação com a eficiência energética é a possibilidade de reduzir o consumo de energia de origem fóssil assim como a redução das emissões dos gases de efeito de estufa (GEE) para o meio ambiente.

0.1.1 Histórico da Eficiência energética

A primeira crise do petróleo verificada em 1973 e o conseqüente aumento do preço do crude no mercado internacional revelou-se como o primeiro alerta para os países e a economia mundial. Dado que o desenvolvimento era baseado quase em exclusivo nessa fonte de energia foram verificadas grandes perdas económicas sempre que se verificassem situações de crise no mercado petrolífero. Nesse sentido podemos afirmar, na óptica de Portugal, que ainda hoje somos um país bastante dependente da importação de energia e como tal susceptível às crises e variações económicas que ocorrem no mercado petrolífero. Após esta data surge a preocupação para o consumo de electricidade com origem no crude e as conseqüentes medidas para reduções de consumo, estas associadas às então recentes políticas energéticas dos países desenvolvidos. Algumas das medidas estipuladas foram de grande abrangência como por

exemplo a limitação de velocidade dos transportes rodoviários ou a designação de uma hora de Verão e outra de Inverno.

A redução do consumo de energia tornou-se imprescindível e para atingir esse objectivo foi necessário recorrer à racionalização dos consumos e à supressão dos consumos desnecessários. A suspeita de que o preço da energia não voltaria aos preços anteriores, resultou numa procura de tecnologias menos consumidoras que até então não eram empregadas em virtude do seu custo mais elevado.

O maior consumo de energia era relativo à indústria pelo que foi decidido promover a utilização dessas tecnologias nas empresas através de um subsídio. Em 1 de Abril de 1976 foi criado o primeiro esquema de apoio que subsidiava a fundo perdido a totalidade do custo dos projectos, tendo sido custeados 12 projectos, no montante de 30 milhões de escudos (149 639€).

Para o segundo esquema de apoio, promovido em 1978, o número de projectos abrangidos aumentou para os 38 e o montante do subsídio para 221 000 contos (1 102 343€).

Nos seguintes esquemas de apoio (terceiro, quarto e quinto) implementados até 1984, continuou-se a observar um crescente número de projectos embora o valor do subsídio tenha sido reduzido progressivamente, revelando que estas iniciativas despertaram um interesse crescente no sector industrial. A preocupação das empresas era clara já que observavam um aumento dos custos de produção, então influenciados pela componente energética que passou a ter uma influência crescente no cálculo do custo final dos produtos fabricados, contribuindo para que os industriais verificassem uma perda de competitividade.

Do balanço final da vigência destes 5 esquemas de apoio resultou o apoio a projectos desenvolvidos por 273 empresas, ao qual correspondeu um investimento de 8,3 milhões de contos (41 400 225 €), que foi subsidiado em 3 milhões de contos (14 063 937€) a que

correspondeu uma economia real a preços de venda ao público de 19 milhões de contos (94 771 600€) e a preços CIF* de 16 milhões de contos (79 807 664 €).

Os projectos apoiados pelos 5 esquemas referidos distribuíram-se pelas seguintes áreas:

- Economia de Energia – 135 projectos;
- Produção de electricidade a partir de biomassa – 116 projectos;
- Produção de electricidade a partir de biogás – 12 projectos;
- Substituição de fontes de energia fóssil por energia solar – 13 projectos;
- Produção de electricidade com centrais mini-hídricas – 2 projectos;
- Produção de electricidade com aproveitamento de resíduos não diferenciados – 1 projecto.

É nesta altura criado um projecto chamado “Energy Bus” que tinha como objectivo a implementação de medidas de conservação e eficiência energética nas empresas. Este consistia em enviar uma equipa de técnicos para diferentes pontos do país para realizar auditorias energéticas gratuitas às PME's que tal o solicitassem. Após a realização da auditoria era entregue à empresa um relatório onde era detalhado quais os pontos que poderiam ser melhorados. Entre 1987 e 1991 foram elaborados 231 diagnósticos que permitiram concluir que as medidas implementadas possibilitaram às empresas uma redução de 15% do consumo global.

Em Agosto de 1986 é criado o “Sistema de Estímulos à Utilização Racional de Energia e ao Desenvolvimento de Novas Formas de Energia” (SEURE) que tinha como propósito apoiar as instalações industriais que tivessem como objectivo a realização de projectos nas áreas da economia energia. Entre estes projectos eram incluídos qualquer um que procurasse o aproveitamento de recursos energéticos renováveis ou mesmo recorrendo à cogeração.

Em simultâneo é publicado o Regulamento de Gestão do Consumo de Energia, criado pelo Decreto-Lei nº58/82, de 26 de Fevereiro, e regulamentado pela Portaria 359/82, de 7 de Abril,

* O preço CIF representa o valor pago ao exportador pelo importador. A expressão abreviada vem do inglês e é formada das iniciais de cost, insurance e freight (custo, seguro e transporte de mercadorias), com que é indicado que o preço da mercadoria inclui, além do custo, o transporte até ao destino e o seguro.

que visava qualquer empresa ou instalação consumidora de energia dos sectores industriais e serviços.

Pela mesma altura sai um regulamento específico para o sector dos Transportes, assim aparece o Regulamento de Gestão do Consumo de Energia para o Sector dos Transportes, através da Portaria nº 228/90, de 27 de Março.

A aplicação destes regulamentos nas empresas dos respectivos sectores, tinha como principal objectivo incitar as empresas e instalações com grandes consumos de energia a iniciarem planos de gestão de energia, que visariam a execução de auditorias energéticas assim como a elaboração e posterior cumprimento de um plano de racionalização do consumo de energia, que teria de ser aprovado pela Direcção-Geral de Energia (DGE), aí seriam depois definidas as metas de redução de consumo adequadas segundo os consumos específicos de referência por produto que foram determinados pela DGE, de modo a obter uma diminuição progressiva da intensidade energética dos produtos e serviços produzidos.

Com o objectivo de alargar a outras áreas a utilização racional de energia foi criado, em 1990, o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios – RCCTE, o qual veio proporcionar a primeira base para o melhoramento das condições de conforto térmico das habitações e edifícios sem que para tal se observassem aumentos do consumo de energia. Através este regulamento passa a ser regularizado a integração da energia solar nas edificações, antecipando uma arquitectura e jogando com as técnicas construtivas para fazer um aproveitamento da energia de modo a proporcionar melhores condições de conforto. De modo a regular as técnicas inerentes aos novos processos de aproveitamento de energia é introduzido, em 1998, o Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios – RSECE, o qual passa a regulamentar a instalação de sistemas de climatização em edifícios.

Em 1988 entrou em vigor um novo programa – Sistema de Incentivos à Utilização Racional de Energia (SIURE) que decorreu até 1993 em articulação com os programas VALOREN e PEDIP, no âmbito do 1º Quadro Comunitário de Apoio (QCA).

Seguiu-se o Programa Energia, financiado pela Intervenção Operacional Energia do 2º QCA, que durou entre 1994 e 1999. Dos 5 domínios de intervenção deste Programa, 3 dirigiram-se especificamente à Utilização Racional de Energia (URE), abrangendo a

actividade social e produtiva, os transportes e os edifícios. Pretendia-se assim contribuir para a redução da dependência externa do nosso sistema energético através do incentivo à conservação e eficiência energética em todos os sectores de actividade, visando a diminuição da intensidade energética do país.

Em 2001 foi criada a Medida de Apoio ao Aproveitamento do Potencial Energético e Racionalização de Consumos – MAPE, que no contexto do Programa E4 (Eficiência Energética e Energias Endógenas) alterado pelo governo em 2002, levou a um ajustamento daquela medida de molde a clarificar e precisar as condições de apoio a projectos em áreas com especial relevância para a sustentabilidade ambiental da política energética, como são a produção de água quente por energia solar térmica, a reabilitação de edifícios e dos respectivos sistemas de climatização e a construção de novos edifícios energeticamente eficientes e a optimização energética e ambiental de instalações e equipamentos destinados aos serviços públicos municipais.

Com o objectivo da racionalização da energia foi aprovado a etiquetagem de equipamentos de ar condicionado de modo a definir a qualidade dos mesmos no que se refere à sua eficiência energética. Os electrodomésticos, tais como frigoríficos, máquina de lavar roupa ou mesmos equipamentos electrónicos como televisões ou sistemas HI-FI foram abrangidos por esta etiquetagem.

Apesar da implementação dos regulamentos, RCCTE e RSECE e do desenvolvimento dos equipamentos electrónicos, tornando-os mais eficientes e como tal com menor consumo de energia que há 10 anos atrás, a necessidade de energia no sector residencial nunca deixou de crescer devido à constante melhoria de vida da população e ao seu maior grau de exigência para o conforto.

De modo a reduzir esse mesmo aumento do consumo de energia foi aplicada uma medida, a Iniciativa Pública “Eficiência Energética nos Edifícios” que serviria para rever antigos regulamentos assim como transpor para a legislação nacional a Normativa Comunitária 2002/91/CE, segundo a qual é imposto a criação de um sistema de Certificação Energética

(SCE) que posteriormente originou um pacote legislativo direccionado para os edificios e que entrou em vigor em 2006.

Do mesmo modo que a etiquetagem serve para informar os consumidores para a eficiência energética dos produtos, este sistema permitirá informar os utilizadores sobre as necessidades de energia dos edificios proporcionando assim uma escolha mais racional.

0.2 Âmbito do Trabalho

O mercado no sector da construção está a sofrer uma profunda reformulação devido aos desafios impostos pela aplicação dos novos regulamentos à construção. É claro que em Portugal nunca existiu uma preocupação muito grande em elaborar projectos que evidenciassem um esforço por reduzir os consumos inerentes aos edifícios (tais como a iluminação no projecto de Instalações Eléctricas ou o projecto de AVAC) ou mesmo uma melhoria nos materiais de construção utilizados. Tal situação deixou de ser viável já que o novo regulamento assegura que todos os novos edifícios devem respeitar, sempre que aplicáveis, os Decretos-Lei nº 78, 79 e 80, de 4 de Abril de 2006, e como tal é necessário efectuar edificações com a qualidade definida pelos mesmos, sob pena do incumprimento destes originar a impossibilidade de utilização dos edifícios.

Como já tinha sido referido, tanto no sector de edifícios de serviços como no sector residencial, um dos principais desafios é o aumento das exigências de conforto no interior dos edifícios, o que leva a um aumento na potência dos equipamentos de climatização (sistemas de AVAC) o que posteriormente resulta num aumento do consumo eléctrico ou dos combustíveis fósseis. Como é claro este aumento constante do consumo de energia não é suportável, sendo necessário interferir de modo a reduzi-lo. A arquitectura bioclimática[†] assim como a utilização de melhores soluções construtivas na elaboração dos projectos serão pontos muito importantes para reduzir as necessidades de arrefecimento e aquecimento, isto mantendo as condições interiores de conforto.

Este relatório tem como finalidade efectuar a certificação energética de um Grande Edifício de Serviços (GES) já que estes representam um sector onde os consumos de energia são muito significativos.

O processo de certificação energética de um edifício consiste na verificação, através de um estudo energético do cumprimento de diferentes requisitos que visam garantir as

[†] Arquitectura Bioclimática – consiste no desenho dos edifícios tendo em conta as condições climáticas, utilizando os recursos disponíveis na natureza (sol, vegetação, chuva, vento) para minimizar os impactos ambientais e reduzir o consumo energético.

exigências de conforto térmico (seja ele de aquecimento e/ou de arrefecimento) e de ventilação para garantir que a qualidade do ar interior, bem como as necessidades de água quente sanitária, possam vir a ser satisfeitas sem dispêndio excessivo de energia.

Será elaborado um estudo para a certificação energética de um edifício real desde a sua fase de projecto até à emissão da **Declaração de Conformidade Regulamentar (DCR)**. A DCR funciona como um “pré-certificado” e é emitido para o processo de licenciamento de edificação, no qual o perito qualificado regista os resultados da sua análise dos elementos de projecto disponíveis nessa fase. O **Certificado Energético e da Qualidade do Ar Interior (CE)** só surge e é necessário em contexto de pedido de licença de utilização do imóvel. Na prática corresponde a uma actualização do conteúdo da DCR com base nas evidências recolhidas pelo perito nas visitas que realizou ao edifício durante a sua construção e no final da mesma.

Tabela 0.1 – Documentos emitidos no âmbito do SCE

	Documento	Descrição
DCR	Declaração de Conformidade Regulamentar	Documento comprovativo da situação da conformidade do projecto do edifício perante o regulamento aplicável. Deve ser entregue no processo de pedido de licença de construção.
CE	Certificado Energético e da Qualidade do Ar Interior	Documento comprovativo da situação de conformidade da construção do edifício perante o regulamento aplicável. Deve ser entregue no processo de pedido de licença de utilização.

A figura seguinte ilustra os aspectos processuais decorrentes da certificação energética de edifícios:

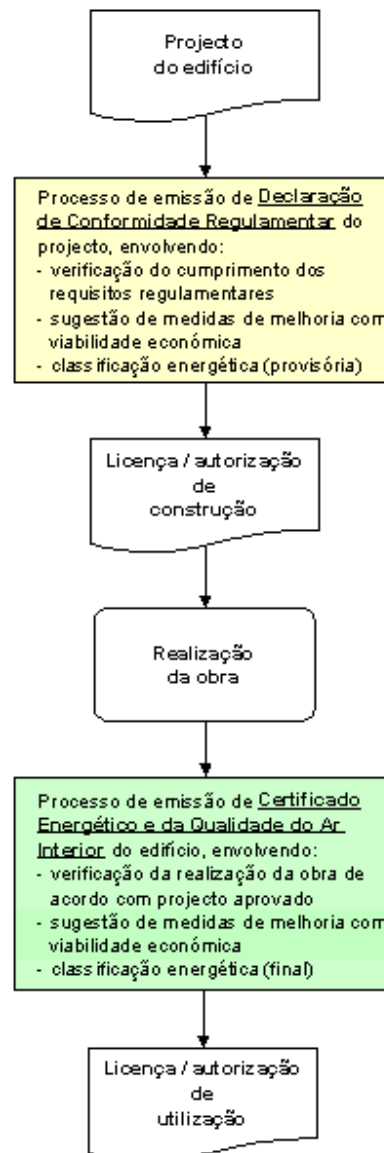


Figura 0.2 – Fases do processo de certificação energética de um edifício (Fonte: [8])

1 Revisão da Bibliografia

Neste capítulo será abordada a legislação que define todo o conceito de certificação energética de edifícios. Inicialmente serão apresentados os Decretos-Lei e normativas que limitam as construções actuais em Portugal, sendo depois efectuada uma análise da aplicabilidade da legislação ao caso estudado.

1.1 *Legislação em vigor*

Em Portugal verificou-se na última década um aumento significativo da taxa de crescimento de consumos de energia no sector dos edifícios. Para os edifícios de habitação e para o período compreendido entre 1990 e 2000, registou-se um crescimento médio anual dos consumos de energia de 3,7 %. Quanto aos edifícios de serviços, verificou-se para o mesmo período uma taxa de crescimento média anual igual a 7,1%.

Em termos do Balanço Energético Nacional, o consumo de energia no sector dos edifícios representa cerca de 21% do consumo final total do país (residencial com 12% e os serviços com 9%), com um consumo de 3,5 Mtep (milhões de toneladas equivalente de petróleo).

Embora no nosso país os consumos dedicados ao conforto não sejam ainda tão significativos em termos de balanço global como na UE, onde representam mais de 40% do consumo energético, as exigências relativas ao conforto térmico são cada vez maiores, pelo que o recurso a sistemas de climatização se tem generalizado. Para além do crescimento da penetração do AVAC, com uma média de mais de 120.000 novas unidades de ar condicionado instaladas anualmente, a falta de exigências sobre ventilação, a geral má qualidade da envolvente dos edifícios, e a inexistência, na maior parte dos casos, de planos de manutenção das instalações, acentuou cada vez mais a necessidade de tornar o RSECE mais exigente para reduzir o crescimento descontrolado dos consumos. Importa ainda referir os compromissos assumidos internacionalmente quanto à redução das emissões de gases de efeito de estufa aquando da assinatura do Protocolo de Quioto.

O gráfico da Figura 1.1 representa a concentração de emissões de gases de efeito de estufa (GEE) para Portugal para o período compreendido entre 1990 e 2005, bem como as projecções até 2010.

O gráfico da Figura 1.2 diz respeito às emissões sectoriais de GEE em Portugal, salienta-se que, este gráfico está coerente com os Inventários submetidos em 2006 e com PNAC 2006, que contêm os dados mais actualizados. A responsabilidade de emissões relativas a electricidade é citada apenas no sector respectivo (produção de electricidade e/ou calor).

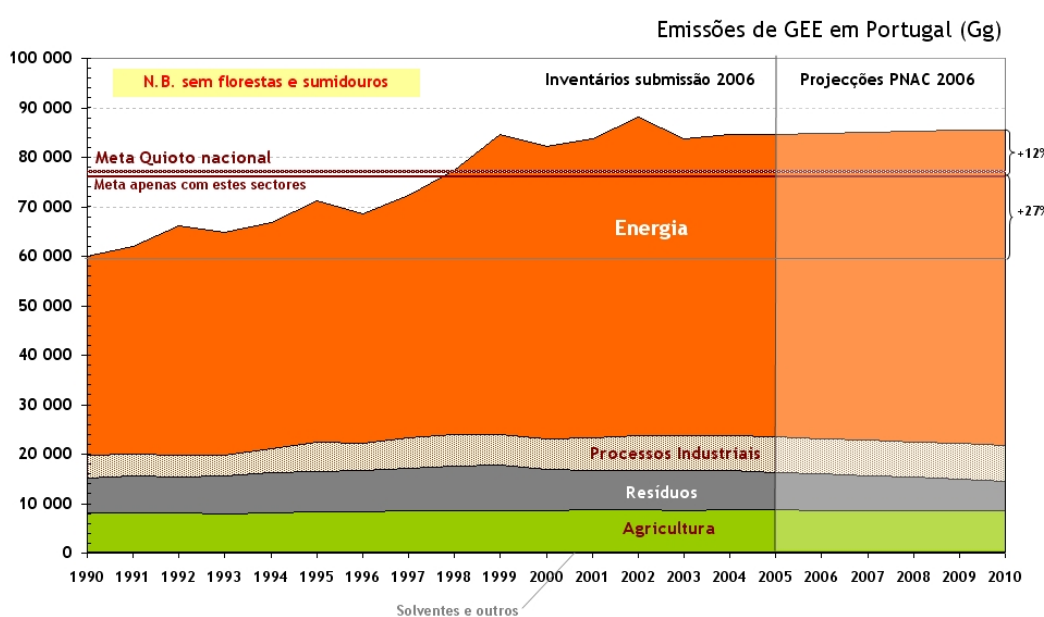
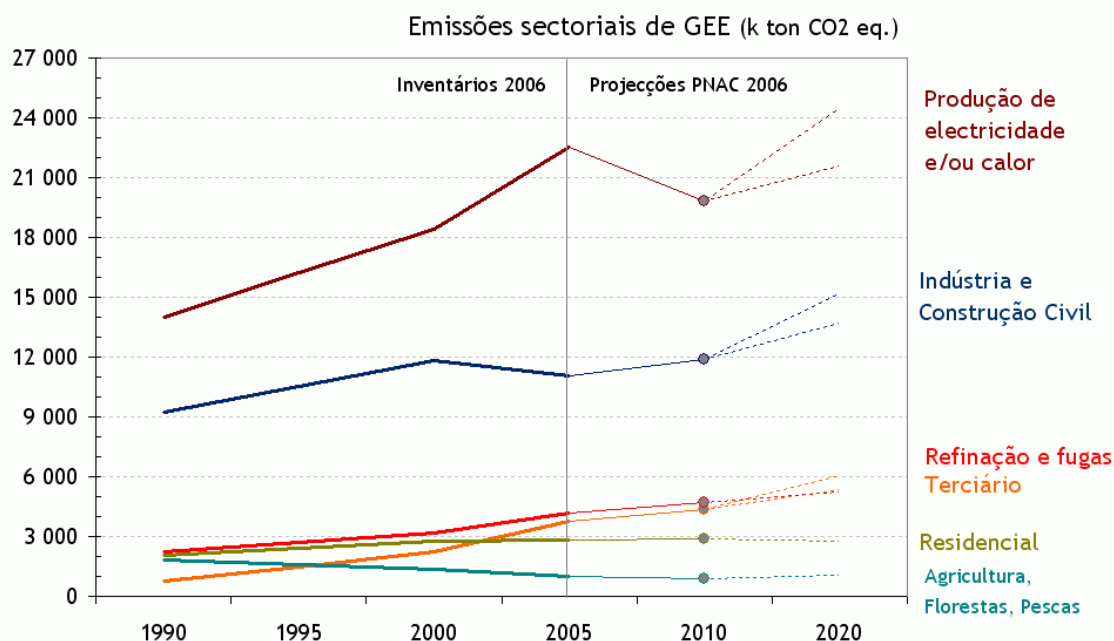


Figura 1.1 – Emissões de gases de efeito de estufa (GEE) e projecções (Fonte: [8])



N.B. A responsabilidade das emissões relativas à produção de electricidade para a Rede fica só no respectivo sector

Figura 1.2 – Emissões de gases de efeito de estufa (GEE) por sector (Fonte: [8])

Uma das medidas que se deverá tomar consiste em promover edifícios menos consumidores de energia de forma a mitigar as emissões de CO₂ neste sector.

É neste contexto que surge a iniciativa da União Europeia relativa à formulação de uma Normativa sobre o Desempenho Energética nos Edifícios (2002/91/CE), publicada em 4 de Janeiro de 2003 e que deveria ser transposta por todos os Estados-Membros até 4 de Janeiro de 2006. Esta Directiva estabelece princípios orientadores em matéria de enquadramento geral para uma metodologia de cálculo do desempenho energético integrado dos edifícios, impõe a aplicação de requisitos mínimos para o comportamento energético dos novos edifícios e dos edifícios existentes que sejam sujeitos a obras de renovação importantes, definidas como sendo aquelas em que o valor da intervenção seja superior a 25 % do valor de referência para construção do edifício novo (sem terreno), bem como a inspecção regular de caldeiras e de instalações de ar condicionado com potência superior aos valores definidos no RSECE.

A Directiva sobre o Desempenho Energético dos Edifícios determina ainda a introdução dos mecanismos conducentes à Certificação Energética nos Edifícios, a qual deverá abranger todos os edifícios a construir ou aquando da venda ou aluguer de edifícios residenciais ou de

serviços já existentes. Nos grandes edifícios de serviços, a Certificação Energética deverá ser levada a cabo periodicamente.

1.1.1 SCE

O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE), instituído pelo Decreto-Lei n.º 78 de 4 de Abril de 2006, tem por finalidade assegurar as condições de eficiência energética, a utilização de sistemas de energias renováveis e, ainda, a qualidade do ar interior dos edifícios. Para esse efeito, no âmbito do sistema é verificado o cumprimento dos requisitos regulamentares aplicáveis e certificado o desempenho energético e a qualidade do ar interior nos edifícios. Se aplicável, são identificadas as medidas correctivas ou de melhoria de desempenho dos edifícios e respectivos sistemas energéticos. Citando o *2º artigo do Decreto-Lei nº 78 de 4 de Abril de 2006*: “...SCE, tem como finalidade:

- a) *Assegurar a aplicação regulamentar, nomeadamente no que respeita às condições de eficiência energética, à utilização de sistemas de energias renováveis e, ainda, às condições de garantia da qualidade do ar interior, de acordo com as exigências e disposições contidas no Regulamento das Características de Comportamento Térmico de Edifícios (RCCTE) e no Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios (RSECE);*
- b) *Certificar o desempenho energético e a qualidade do ar interior nos edifícios;*
- c) *Identificar as medidas correctivas ou de melhoria de desempenho aplicáveis aos edifícios e respectivos sistemas energéticos, nomeadamente caldeiras e equipamentos de ar condicionado, quer no que respeita ao desempenho energético, quer no que respeita à qualidade do ar interior.”*

O sistema, numa primeira fase, aplica-se apenas aos edifícios de maiores dimensões, passando gradualmente a aplicar-se à quase totalidade dos edifícios, compreendendo não apenas os novos, mas também os existentes.

A entidade gestora do sistema de certificação energética é a Agência para a Energia (ADENE), que assegura o regular funcionamento do mesmo. O processo de certificação

energética, propriamente dito, será conduzido por peritos qualificados que constam de uma bolsa, criada pela ADENE, e permanentemente acessível a partir do sítio da Internet deste organismo. A fiscalização da actividade dos peritos no SCE compete à ADENE, sendo competentes para o sancionamento das condutas violadoras do mesmo a Direcção-Geral de Energia e Geologia e a Inspeção-Geral do Ambiente e do Ordenamento do Território.

O normativo técnico para a aplicação do sistema de certificação energética e da qualidade do ar interior para os GES consta do Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios (RSECE), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 79 de 4 de Abril de 2006 e do Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 80 de 4 de Abril 2006, diplomas que entraram em vigor em 3 de Julho de 2006, pelo que são já, do pleno conhecimento dos seus destinatários e aplicáveis à totalidade dos edifícios.

Tabela 1.1 – Entrada em vigor dos D.L. nº78, 79 e 80 de 4 de Abril de 2006

Data relevante	Referência	Aspectos/alterações a considerar
A partir de 3 de Julho de 2006	Entrada em vigor dos regulamentos revistos	Todos os projectos de especialidades devem ser apresentados nas entidades licenciadoras de acordo com os respectivos regulamentos revistos (D.L. 79/2006 e 80/2006 de 4 de Abril)
1ª Fase: a partir de 1 de Julho de 2007 2ª Fase: a partir de 1 de Julho de 2008	Entrada em vigor do SCE	Processos de licenciamento ou autorização devem incluir uma DCR (no caso de edificação) ou CE (no caso de utilização) por fogo/fracção autónoma do edifício. Aplicação faseada de acordo com o calendário estabelecido na Portaria nº 461 de 5 de Junho de 2007

A aplicação do SCE terá também uma componente comercial pois ao tornar obrigatório a afixação de um certificado energético para os edifícios, os utentes ficarão imediatamente informados de qual é o desempenho energético do edifício.

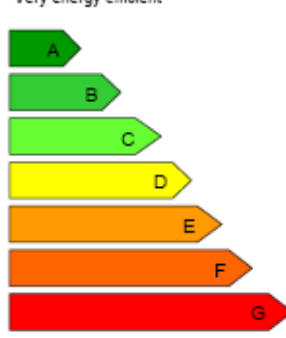
Building Energy Performance		As built
Space to make reference to the certification scheme used		Asset rating
<p>Very energy efficient</p>  <p>Not energy efficient</p>		C
Name of the Indicator used Unit		calculated
		130
Space to include additional information on building energy use		

Figura 1.3 – Formato de um certificado energético segundo prEN 15217

1.1.2 RSECE

O Decreto-Lei nº 79 de Abril de 2006, normalmente abreviado como RSECE, tem como objectivo estabelecer regras para o dimensionamento e instalação dos sistemas energéticos de climatização. O primeiro documento legislativo que estabelecia critérios para a selecção de sistemas foi o Decreto-Lei nº 152/92 de 29 de Julho, designado de “Regulamento da Qualidade dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios”, RQSECE. Sofreu uma revisão de modo a compatibilizá-lo com a comunidade europeia, originando o Decreto-Lei nº 118/98 de 7 de Maio.

O RSECE veio implementar limitações para a potência dos equipamentos instalados tanto em edifícios como em zonas independentes, sempre que a potência térmica nominal de aquecimento ou arrefecimento fossem superiores a 25 kW ou a soma das potências fosse superior a 40 kW. São também impostas medidas de racionalização energética tais como a recuperação de energia, *free cooling*, eficiência mínima dos equipamentos, etc. Os procedimentos para ensaio e recepção dos equipamentos também são definidos neste decreto-lei assim como a manutenção necessária durante o seu funcionamento.

Ao limitar o valor das potências máximas dos equipamentos procurava-se limitar os sistemas às necessidades reais de modo a evitar o sobredimensionamento dos sistemas instalados, o qual era prática corrente e tinha como consequências o aumento dos custos inicial das instalações, bem como dos custos de manutenção e de operação. Verificou-se, no entanto, que o RSECE não era aplicado com muita eficácia já que este não era exigido no licenciamento, como tal os projectistas não tinham obrigação de adoptá-lo e não se tornou num requisito.

Nos últimos anos verificou-se, em Portugal, um aumento significativo dos consumos de energia no sector dos edifícios.

O RSECE sofreu uma revisão com um quádruplo objectivo:

1. Definir as condições de conforto térmico e de higiene que devem ser requeridas (requisitos exigenciais) nos diferentes espaços dos edifícios, em consonância com as respectivas funções;

2. Melhorar a eficiência energética global dos edifícios, não só nos consumos para climatização mas em todos os tipos de consumos de energia que neles têm lugar, promovendo a sua limitação efectiva para padrões aceitáveis, quer nos edifícios existentes, quer nos edifícios a construir ou nas grandes intervenções de reabilitação de edifícios existentes;
3. Impor regras de eficiência aos sistemas de climatização que permitam melhorar o seu desempenho energético efectivo e garantir os meios para a manutenção de uma boa qualidade do ar interior, quer a nível do projecto, quer a nível da sua instalação, quer durante o seu funcionamento, através de uma manutenção adequada;
4. Monitorizar com regularidade as práticas da manutenção dos sistemas de climatização como condição da eficiência energética e da qualidade do ar interior dos edifícios.

O RSECE estabelece regras relativas aos sistemas de climatização e aos consumos de energia em certos edifícios (novos edifícios e/ou grandes edifícios existentes de serviços). Fixa também as condições de manutenção dos sistemas de climatização, os requisitos para a concepção das instalações mecânicas de climatização e os requisitos dos edifícios em termos dos consumos de energia e da qualidade do ar interior.

1.1.3 RCCTE

A primeira versão do RCCTE, Decreto-Lei 40/90 de 6 de Fevereiro, serviu como primeiro passo para o aperfeiçoamento dos projectos de construção executados em Portugal. Embora este regulamento fosse pouco exigente no que se refere aos aspectos térmicos/energéticos no projecto, tinha como principal objectivo permitir o conforto térmico com redução das necessidades energéticas. São introduzidos pela primeira vez requisitos mínimos para a envolvente tais como:

- Limite máximo para os Coeficientes de Transmissão Térmica (U) de modo a minimizar as condensações interiores;
- Imposição de Sombreamentos mínimos para evitar sobreaquecimentos significativos na época quente (Verão).

Apesar de ser pouco exigente o RCCTE introduziu o recurso do isolamento térmico na construção, hoje em dia usado quase sistematicamente. A quando da sua elaboração o RCCTE foi deliberadamente pensado para introduzir uma exigência reduzida, de modo a educar as pessoas (nomeadamente os projectistas) para as preocupações térmicas no projecto, para depois ser revisto 5 anos após a sua introdução. Devido à burocracia legislativa e aos baixos preços que o petróleo apresentava nos mercados internacionais nessa altura, nunca foram criadas as condições para efectuar a revisão programada. Dado à constante evolução do mercado começou-se a constatar que os próprios construtores já usavam mais isolamento térmico do que o exigido pelo próprio RCCTE, demonstrando que o mesmo já estava ultrapassado.

Já a nova versão do RCCTE, o Decreto-Lei 80 de 4 de Abril de 2006, assenta no pressuposto que parte significativa dos edifícios já possuem meios de promoção das condições ambientais nos espaços interiores, quer no Inverno como no Verão. Contudo neste caso não é possível falar em consumos padrão, nomeadamente no sector residencial, já que a existência de equipamentos ou mesmo de sistemas instalados não significa o seu uso permanente, tendo em conta a tradicional moderação que o conforto doméstico favorece. Tais valores apenas podem ser meras referências estatísticas.

Assim o RCCTE estabelece as regras a observar no projecto de todos os edifícios de habitação e dos edifícios de serviços sem sistemas de climatização centralizados, de modo a que as exigências de conforto térmico bem como as necessidades da água quentes sanitárias, possam ser satisfeitas sem dispêndio excessivo de energia. Este regulamento visa ainda minimizar as situações patológicas nos elementos de construção, com potencial impacto negativo na durabilidade dos mesmos e na qualidade do ar interior.

São ainda fixadas as condições ambientais de referência para o cálculo dos consumos energéticos nominais segundo padrões típicos admitidos como os médios prováveis, quer em termos de temperatura ambiente como em termos de ventilação para a renovação do ar e garantia de uma qualidade de ar interior aceitável, a qual tem vindo a degradar-se devido à maior capacidade estanque das envolventes e ao uso de novos materiais e tecnologias na construção que libertam importantes poluentes.

Este regulamento alarga assim as suas exigências ao definir claramente objectivos de provisão de taxas de renovação de ar adequadas que os projectistas são obrigados a cumprir.

1.1.4 Despacho nº 10250/2008

O despacho nº 10250 emitido em Diário da República a 8 de Abril de 2008 vem definir o **Modelo dos Certificados de Desempenho Energético e da Qualidade do Ar Interior**, definindo qual o formato e a informação a inserir nos certificados que terão de ser emitidos. Neste despacho são definidas as metodologias de cálculo dos intervalos das classes energéticas para o valor de IEE[‡] (RSECE). São também actualizados os valores de referência do parâmetro S (parâmetro utilizado na metodologia de cálculo dos referidos intervalos).

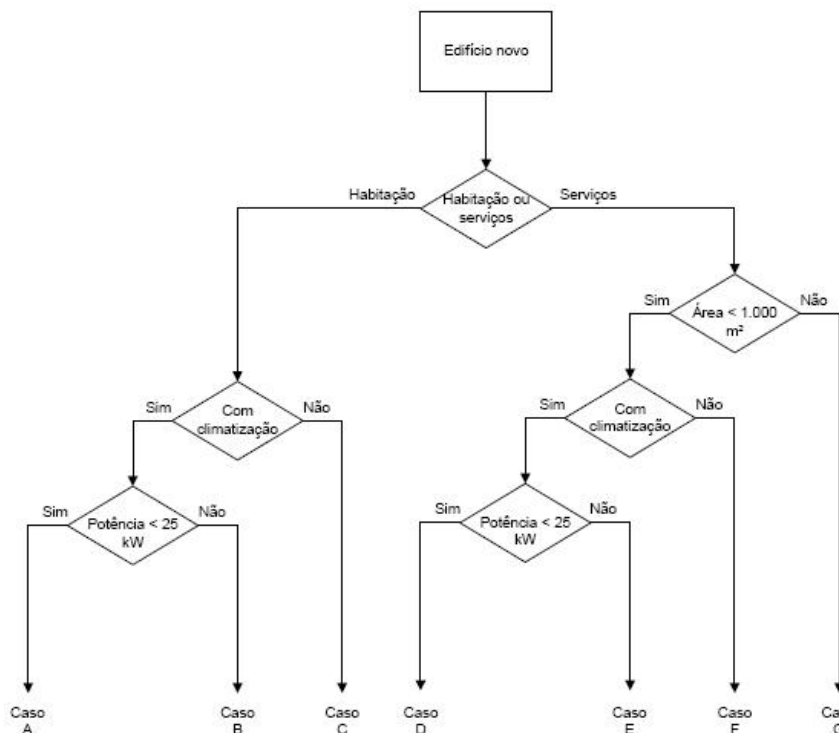
[‡] Indicador de Eficiência Energética (IEE) – “A caracterização energética de um edifício ou fracção é feita através de um indicador de consumo específico, expresso em unidades de energia final ou primária por m² de área útil por ano” (definição retirada do artigo 3º do RSECE).

1.2 Aplicabilidade da Legislação ao Projecto

Para se efectuar a certificação energética de um edifício é necessário enquadrar o edifício à legislação que lhe é aplicável. Para esse efeito é necessário recorrer ao *artigo 27º do RSECE* no qual estão definidos os parâmetros que limitam o tipo de edifício. Assim temos que o RSECE aplica-se a:

- Pequenos edifícios de serviços e edifícios de habitação com sistemas de climatização e com potência instalada superior a 25 kW (novos, grandes reabilitações e existentes);
- Grandes edifícios de serviços (novos, grandes reabilitações e existentes) com área útil superior a 1000 m², ou no caso de edifícios do tipo centros comerciais, supermercados, hipermercados e piscinas aquecidas cobertas, com área superior a 500 m²;
- Novos sistemas de climatização com mais de 25 kW de potência instalada em qualquer tipologia de edifícios (novos, grandes reabilitações e existentes).

Entende-se por grandes reabilitações as intervenções de remodelação ou de alteração na envolvente cujo custo seja superior a 25% do valor do edifício, sendo este último calculado com um valor de referência C_{ref} por metro quadrado definido anualmente por portaria conjunta ministerial.



	Caso A	Caso B	Caso C	Caso D	Caso E	Caso F	Caso G
Regulamento aplicável							
RCCTE	X	X	X	X		X	
RSECE		X			X		X
Tipos de edifício indicado na DCR ou no CE							
Edifício de habitação sem climatização	X		X				
Edifício de habitação com climatização		X					
Pequeno edifício de serviços sem climatização				X		X	
Pequeno edifício de serviços com climatização					X		
Grande edifício de serviços							X

Figura 1.4 – Aplicabilidade da Legislação para um edifício novo

1.2.1 Requisitos Exigenciais de Conforto Térmico

O projecto no qual este relatório se enquadra é o de **Grande Edifício de Serviços (GES)** dado que a sua área útil é claramente superior a 1000 m². Para este caso terão de ser consideradas todas as limitações impostas pelo RSECE assim como respeitar os requisitos mínimos definidos no anexo IX do RCCTE (revistos no ponto 4 deste documento).

O primeiro ponto a ser definido é a localização da construção dado que o RCCTE divide o País em três zonas climáticas tanto para Inverno como para Verão.

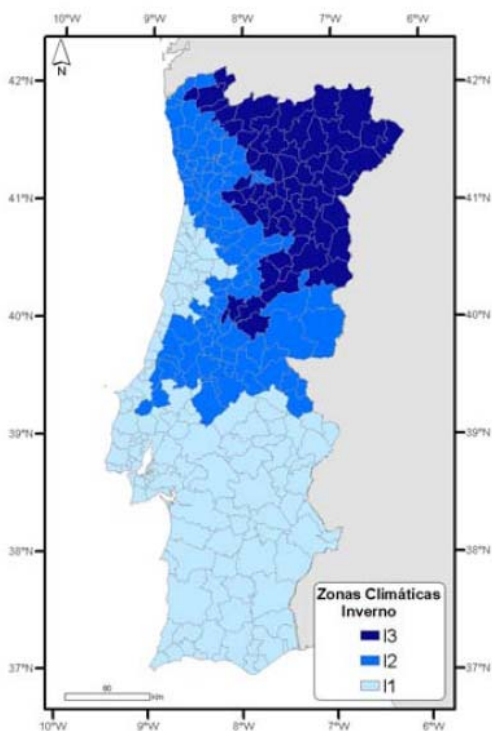


Figura 1.5 – Zonas Climáticas de Inverno
(Fonte:[6])

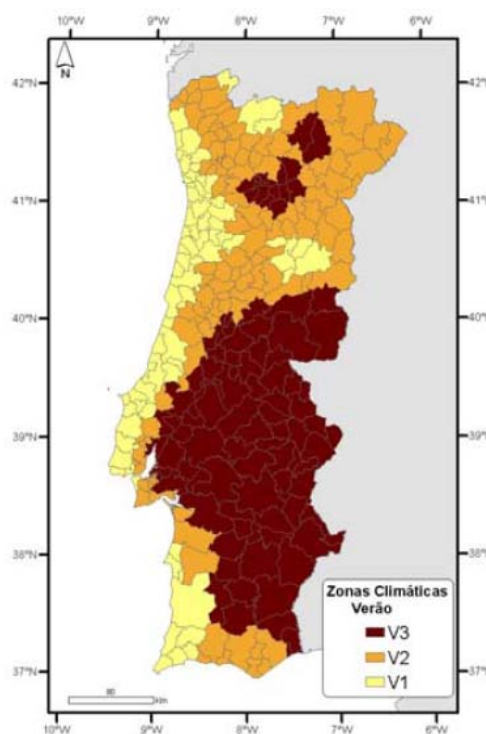


Figura 1.6 – Zonas Climáticas de Verão
(Fonte:[6])

Como é possível observar pelas Figuras 1.5 e 1.6, qualquer novo edifício a construir será inserido nas diferentes zonas climáticas de Inverno e de Verão e terá as conseqüentes necessidades dependendo do concelho onde esteja inserido. Esta classificação é feita em três níveis sendo que o clima mais ameno será representado por 1 (precedendo da letra I ou V

conforme seja Inverno ou Verão). No novo RCCTE foi previsto a influência da proximidade do mar (zona litoral) assim como a divisão das zonas de Verão em região Norte e Sul[§], ou a influência da altitude dos locais a edificar, podendo ser alterada a sua classificação (passando um local I1 para I2, por exemplo). No *Anexo III do RCCTE* estão definidas todas as alterações a fazer devido aos parâmetros mencionados, estão também aí definidos os dados climáticos de referência para cada concelho do País. No *artigo 14º do RCCTE* está estipulado os novos valores para as condições de conforto interior passando para 20°C para a estação de aquecimento (Inverno) e 25°C e 50% de humidade relativa para a estação de arrefecimento. A taxa de renovação de ar é de 0,6 renovações por hora e o consumo de águas quentes sanitárias (AQS) é de 40 litros de água quente (a 60°C) por pessoa e por dia.

No caso das limitações do RSECE temos em primeiro lugar a recomendação de não exceder os 0,2 m/s para a velocidade do ar interior, sendo que este valor deve ser medido na zona de ocupação normal das pessoas, ou seja, se o local for um escritório a velocidade do ar interior insuflado não deve exceder os 0,2 m/s ao nível da zona de trabalho (altura a que fica a pessoa sentada) enquanto se estivermos na presença de um local onde se verifique que as pessoas trabalham de pé, o valor de 0,2 m/s não deve ser ultrapassado para a altura média das pessoas.

[§] A região Sul abrange toda a área a sul do rio Tejo e ainda os seguintes concelhos dos distritos de Lisboa e Santarém: Lisboa, Oeiras, Cascais, Amadora, Loures, Odivelas, Vila Franca de Xira, Azambuja, Cartaxo e Santarém.

1.2.2 Requisitos da Qualidade do Ar Interior

A Qualidade do Ar Interior (QAI) é um factor determinante para a saúde e bem-estar da população. Na sociedade moderna as pessoas passam a maior parte do tempo em recintos fechados como a casa, trabalho, escola, etc. A exposição a agentes perigosos no ar interior pode desencadear uma diversidade de efeitos adversos, como as reacções alérgicas, irritações cutâneas ou dores de cabeça. Os efeitos de uma QAI deficitária resultam em sintomas não especificados, ocorrendo de forma singular ou em grupos. Os sintomas normalmente são os seguintes:

- Dores de cabeça, fadiga e dificuldade respiratória;
- Congestão nasal, tosse e espirros;
- Irritação da pele, olhos, garganta e nariz;
- Náuseas.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) desenvolveu duas definições que servem para caracterizar os edifícios com dificuldades neste sector, que são:

Síndrome de Edifício Doente (SED) – Quando aproximadamente 30% da população do edifício reporta os sintomas supracitados e que desaparecem após o abandono do mesmo;

Doenças Relacionadas com o Edifício (DRE) – Caso de patologias diagnosticadas por médicos, como por exemplo, doença dos Legionários.

De modo a evitar o desenvolvimento das patologias referidas é imprescindível que todos os novos edifícios possuam um sistema de climatização que garanta a QAI. Assim para um edifício novo, a garantia da Qualidade do Ar Interior (QAI) é assegurada pela existência de um caudal suficiente de renovação de ar que cumpra o exigido no *segundo ponto do artigo 4º do RSECE*. Este ponto define dois parâmetros de extrema importância para a QAI, os valores mínimos de renovação de ar dos espaços e os valores máximos de concentração de poluentes. No *artigo 29º do RSECE* são apresentados os requisitos de qualidade de ar que fazem referência a vários parâmetros que devem ser considerados, passando a referir em seguida os que têm aplicabilidade no projecto em questão. Para os locais correntes com ventilação

mecânica, sem fontes de contaminação específicas, o *Anexo VI do RSECE* estipula os caudais mínimos de ar novo que devem ser garantidos nos novos edifícios (ver Anexo II). Os valores apresentados nessa tabela devem ser considerados indicativos do valor mínimo, sendo claro que qualquer projectista experiente pode aumentar esse valor sempre que o considerar pertinente. Os valores de caudal mínimo de ar novo poderão ser acrescidos até um 50% sempre que nos edifícios sejam empregadas substâncias consideradas ecologicamente não limpas, de modo a garantir as concentrações máximas admissíveis dos poluentes descritos na Tabela 1.2.

Tabela 1.2 – Concentrações máximas admissíveis dos poluentes

POLUENTES	
Parâmetros	Concentração Máxima Admissível
Partículas em Suspensão no Ar (Pm10)	0,15 mg/m ³
Dióxido de Carbono	1800 mg/m ³
Monóxido de Carbono	12,5 mg/m ³
Formaldeído	0,1 mg/m ³
Ozono	0,2 mg/m ³
Compostos Orgânicos Voláteis Totais	0,6 mg/m ³
Microrganismos – Bactérias	500 UFC/m ³
Microrganismos – Fungos	500 UFC/m ³
Legionella ^{**}	100 UFC/l
Radão ^{††}	400 Bq/m ³

Os espaços destinados a fumadores, sempre que tenham na sua proximidade espaços onde não seja permitido fumar, devem ser colocados em depressão e devem ter pelo menos 60 m³/h.ocupante de renovação de ar novo.

^{**} No caso de edifícios com sistemas de climatização em que haja produção de aerossóis, torres de arrefecimento, humidificadores por água líquida ou sistemas de água quente para chuveiros com temperatura de armazenamento inferior a 60°C.

^{††} No caso de regiões graníticas do norte do país – Distritos de Braga, Vila Real, Porto, Viseu, Guarda e Castelo Branco.

1.2.3 Requisitos para a concepção das Instalações Mecânicas de Climatização

Os sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC) têm um papel determinante não só no conforto das pessoas como na QAI do local climatizado. Devido à sua importância foram considerados, no Decreto-Lei nº 79 (RSECE), vários cenários que um projectista se possa confrontar na elaboração do seu projecto. Na *primeira alínea do artigo 1º do RSECE* é descrito as condições a observar nos novos sistemas de climatização, nomeadamente:

- Os requisitos em termos de conforto térmico e de qualidade do ar interior e os requisitos mínimos de renovação e tratamento de ar que devem ser assegurados em condições de eficiência energética, mediante a selecção adequada de equipamentos e sua organização em sistemas;
- Os requisitos em termos de concepção, da instalação e do estabelecimento das condições de manutenção a que devem obedecer os sistemas de climatização, para garantia de qualidade e segurança durante o funcionamento normal;
- A observância dos princípios da utilização racional da energia e da utilização de materiais e tecnologias adequadas em todos os sistemas energéticos do edifício, na óptica da sustentabilidade ambiental.

No capítulo V do RSECE são definidos os requisitos para as instalações de climatização. No artigo 13º do RSECE é definido que as potências de aquecimento ou arrefecimento não podem exceder em mais de 40% o valor calculado em projecto. Embora este valor seja limitativo é admitido a utilização de equipamento no escalão imediatamente superior à obtida na simulação de projecto, segundo o ponto 4 do mesmo artigo. A limitação dos 40% sofre ainda outra variação já que, se for escolhido um equipamento que permita arrefecimento e aquecimento (por exemplo bomba de calor) é permitido que uma das potências supere o valor acrescido dos 40%.

No *artigo 14º do RSECE* são contemplados todos os requisitos de eficiência energética no projecto de novos sistemas de climatização. Em seguida serão apresentados os pontos desse artigo que têm aplicabilidade no projecto em questão:

- No Ponto 1 desse artigo é definida a obrigatoriedade da utilização de um sistema de climatização centralizado sempre que a potência de climatização supere 4Pm (Pm=25 kW segundo o *ponto 5 do artigo 27º do RSECE*), aplicando-se as restrições da EN378-1;
- O Ponto 3 define a obrigatoriedade do recurso a sistemas de climatização que usem fontes renováveis (no ponto 2 do artigo 32º é apresentada a lista de sistemas renováveis), a menos que seja demonstrada a sua inviabilidade económica;
- O Ponto 6 define que a potência eléctrica de aquecimento por efeito de Joule não pode superar 5% da potência térmica de aquecimento até 25kW, a menos que seja demonstrado a não viabilidade económica de sistemas alternativos;
- No Ponto 7 é definido que para equipamento de arrefecimento é permitido a instalação de um sistema de reaquecimento terminal sempre que a potência não supere os 10% da potência de arrefecimento instalada;
- É estipulado no Ponto 8 que as unidades individuais de climatização apenas são permitidas em locais com condições especiais, se não ultrapassarem os 12kW ou houver dificuldades técnicas fortes e justificáveis;
- Segundo o Ponto 9 é obrigatório o recurso a recuperação de energia ou recuperação de calor (eficiência mínima de 50%) sempre que a potência de rejeição seja superior a 80kW, excepto que seja demonstrada a sua inviabilidade económica;
- O Ponto 11 estipula que os sistemas de climatização têm necessariamente de dispor de meios de registo do consumo próprio de energia;
- No Ponto 13 é estabelecido que a eficiência nominal dos equipamentos de aquecimento e arrefecimento não pode ser inferior ao exigido na legislação nacional;
- No Ponto 14 é definida a obrigatoriedade do recurso à repartição de potência de aquecimento segundo o *Anexo II do RSECE*, a menos que seja demonstrada a sua não viabilidade económica;

- Segundo o Ponto 15 todos os equipamentos de climatização com uma potência eléctrica superior a 12 kW ou potência térmica superior a 100 kW têm de dispor de registo individual;
- No Ponto 16 é estabelecido que os motores de todos os elementos propulsores dos fluidos de transporte devem ter classificação mínima EFF2, e devem ser seleccionados de modo que o seu rendimento seja máximo nas condições de funcionamento nominais;
- No Ponto 17 é decretado que todas as redes de transporte de fluidos e respectivos acessórios devem ser termicamente isolados, e ter barreira contra vapor no caso das tubagens de água quente, sendo as espessuras de isolamento definidas no *Anexo III do RSECE*.

No artigo 15º do RSECE é delimitado a obrigatoriedade da adopção de sistemas de regulação e controlo, sendo necessário garantir segundo o ponto 1, pelo menos, as funções:

- Limitação da temperatura de conforto, mínima e máxima;
- Regulação das potências de aquecimento e arrefecimento às necessidades do edifício;
- Possibilidade de fecho ou redução da climatização em período de não ocupação

No Ponto 2 deste artigo é imposto que o sistema de regulação e controlo deve permitir a integração num sistema de gestão técnica de energia, o qual poderá sobrepor-se ao 1º se as condições assim o exigirem.

O artigo 16º define a obrigação de monitorização e gestão de energia se o sistema for superior a 25 kW, reportando depois para o Ponto 6 do artigo 27º do RSECE para definição das potências para as quais são obrigatórios os sistemas de monitorização e gestão de energia.

Assim temos os limites seguintes:

- Sistema de monitorização a partir de uma potência instalada de 4Pm;
- Sistema de gestão de energia a partir de uma potência instalada de 8Pm;
- Sistema de gestão de energia com possibilidade de optimização centralizada da parametrização a partir de uma potência instalada de 10Pm.

2 Caracterização Arquitectónica do Projecto

Neste capítulo será efectuada uma descrição do projecto a construir descrevendo as suas características mais significativas.

O projecto em questão será o de um moderno Lar de Idosos que apresentará todos os itens necessários para oferecer aos seus utentes as melhores condições de conforto. O projecto arquitectónico teve em consideração a legislação em vigor para lar de Idosos, nomeadamente o **Despacho Normativo nº 12 de 25 de Fevereiro de 1998**.

Segundo este despacho normativo é possível calcular qual a ocupação permanente do edifício, sendo apresentados os valores na Tabela 2.1:

Tabela 2.1 – Ocupação segundo Despacho Normativo nº 12/98

Utentes	60
Animador Social	1
Enfermeiros	3
Ajudantes de Lar	12
Encarregado de serviços domésticos	1
Cozinheiro	1
Ajudantes de cozinheiro	3
Empregado Auxiliar	4
TOTAL	85

2.1 *Localização e Inserção Urbana/Paisagística*

O presente projecto será construído em Pampilhosa da Serra, vila portuguesa pertencente ao Distrito de Coimbra.

O local de implantação do edifício reúne boas condições de exposição solar, está afastado de qualquer fonte de poluição e possui aptidão para aplicar qualquer tipo de solução construtiva (aplicação de Arquitectura Bioclimática) sem que estas se traduzam em impactos ambientais negativos.

2.2 Descrição do Projecto

O projecto consiste na construção de um edifício novo de serviços (Lar de Idosos) com capacidade para 60 utentes. O edifício em questão desenvolve-se em 4 pisos.

No piso 0 (rés do chão) encontra-se o acesso principal que nos conduz ao átrio (inclui espaços destinados à recepção, espera e estar). Será neste piso que estará concentrada a área de direcção e serviços administrativos (gabinetes do director e administrativo assim como a sala de reuniões) e a área de saúde (gabinete médico). São ainda observados espaços como a sala de pessoal, instalações sanitárias para o público, zona de culto e respectivos acessos aos pisos superiores. Neste piso estará também concentrada a área de lavandaria.

No piso 1 encontram-se os primeiros quartos, sendo contabilizados 10 quartos com os respectivos apoios. Será neste piso que se concentrará a área de alimentação (cozinha e copa para confecção de refeições, armazéns de alimentos e zona para servir as refeições). Existe um acesso automóvel neste piso para cargas e descargas junto da área de serviço

O piso 2 contempla um segundo núcleo de 10 quartos com os diversos apoios, tal como no piso inferior. Este piso possui uma área complementar para servir refeições, a qual tem ligação directa com a cozinha do piso inferior. Existe uma área de convívio e de actividades e foi inserido neste piso toda uma zona de *fitness*. Foi inserido nesta zona um ginásio, piscina, solário e ainda um espaço para fisioterapia.

Para o último piso (piso 3) foram inseridos dois núcleos de 10 quartos com os respectivos apoios, sala de convívio e de actividades e uma biblioteca/espaço multimédia.

2.3 Natureza e Condições do Terreno

O terreno apresenta uma configuração irregular sendo notório o acentuado declive no sentido sudoeste/nordeste. Devido a este declive é possível observar uma grande variação de área entre os vários pisos



Figura 2.1 – Localização da Implantação

Tabela 2.2 – Dados Quantitativos de Arquitectura

Área de Propriedade	12391,9 m ²
Área de Construção	5085,0 m ²
Volumetria	16493,5 m ³
Área de Implantação	1745,0 m ²
Cércea	10 m
Nº de Pisos	4
Nº de Pisos acima da cota de soleira	4
Função	Edifício de Serviços

2.4 Plantas do Edifício

O edifício a construir apresenta-se como uma construção atípica, notabilizando-se pelo desenvolvimento dos pisos segundo a encosta na qual está inserido. Por esta razão observa-se uma variação no tamanho dos pisos sendo o piso 0 o mais pequeno e o último piso (piso 3) apresente uma dimensão de praticamente o dobro do primeiro.



Figura 2.2 – Planta do piso 0

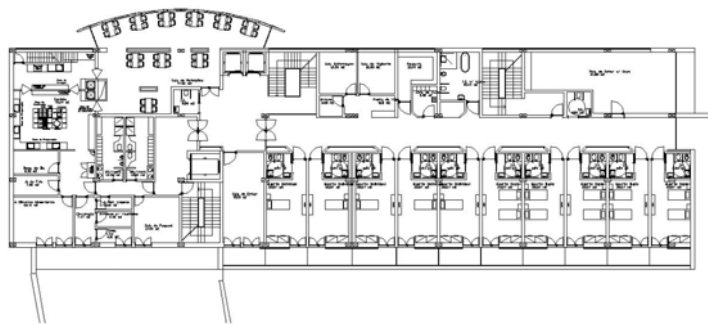


Figura 2.3 – Planta do piso 1

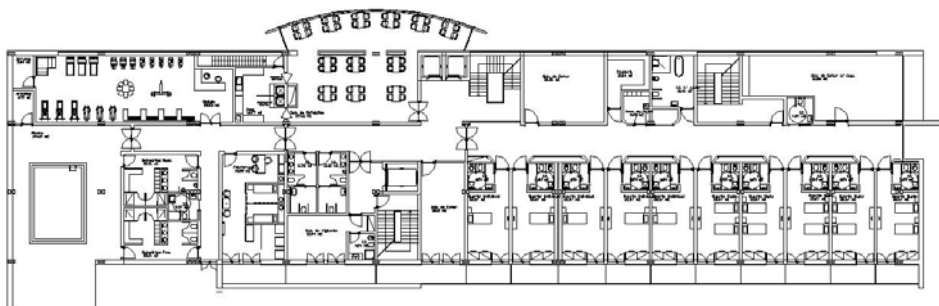


Figura 2.4 – Planta do piso 2

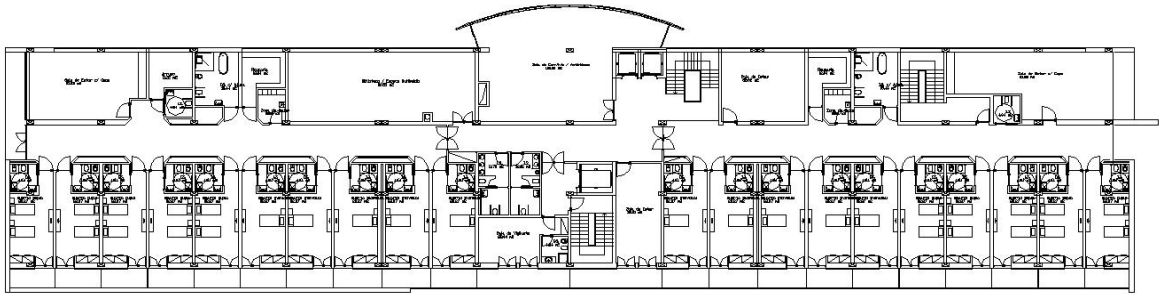


Figura 2.5 – Planta do piso 3

Após a análise cuidada das plantas do edifício, foram contabilizadas todas as áreas úteis e definidos quais os espaços climatizados e não climatizados, assim como os espaços úteis e não úteis. O resumo do cálculo das áreas está apresentado na Tabela 2.3:

Tabela 2.3 – Áreas e número de pisos

Área de construção [m²]	5085
Área total [m²]	4376
Área útil [m²]	4346
Área climatizada [m²]	3940
N.º de pisos	4

2.5 Apontamentos Perspécticos

Neste ponto são apresentadas várias perspectivas do edifício virtual, através das quais é possível observar vários pormenores que não eram perceptíveis nos desenhos em 2D. Esta visualização tornou-se muito importante para a elaboração da simulação energética do edifício através do VisualDOE mas também para definir toda a envolvente opaca.



Figura 2.6 – Perspectiva do Edifício na orientação Sudoeste



Figura 2.7 – Perspectiva do Edifício na orientação Sudeste



Figura 2.8 – Perspectiva do Edifício na orientação Nordeste



Figura 2.9 – Perspectiva do Edifício na orientação Sudeste



Figura 2.10 – Perspectiva do Edifício na orientação Oeste

2.6 Desenhos de Pormenor

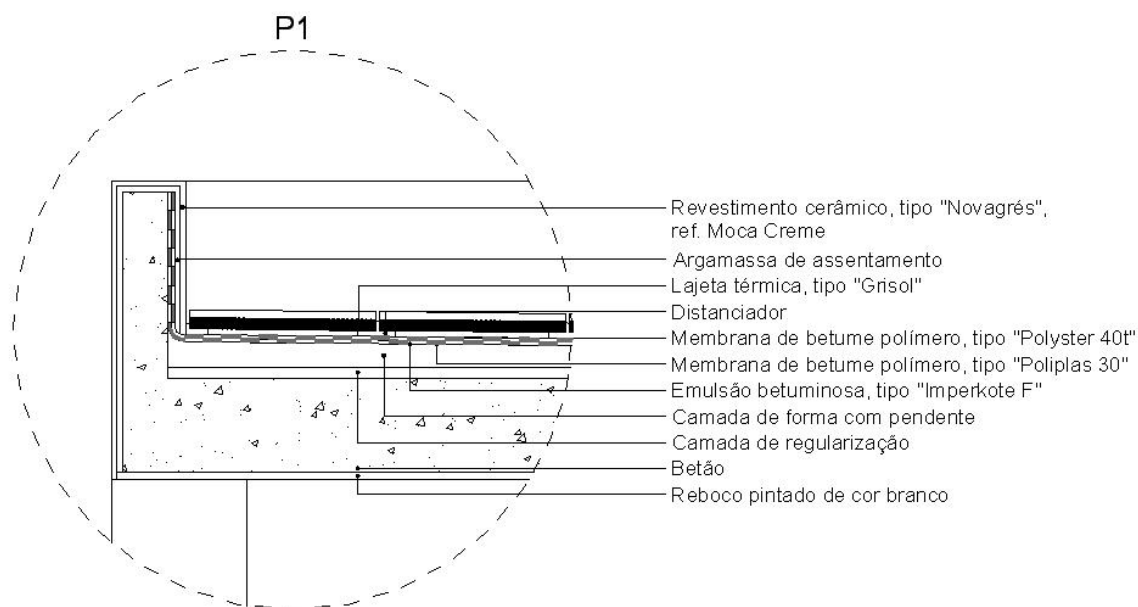


Figura 2.11 – Pormenor da cobertura

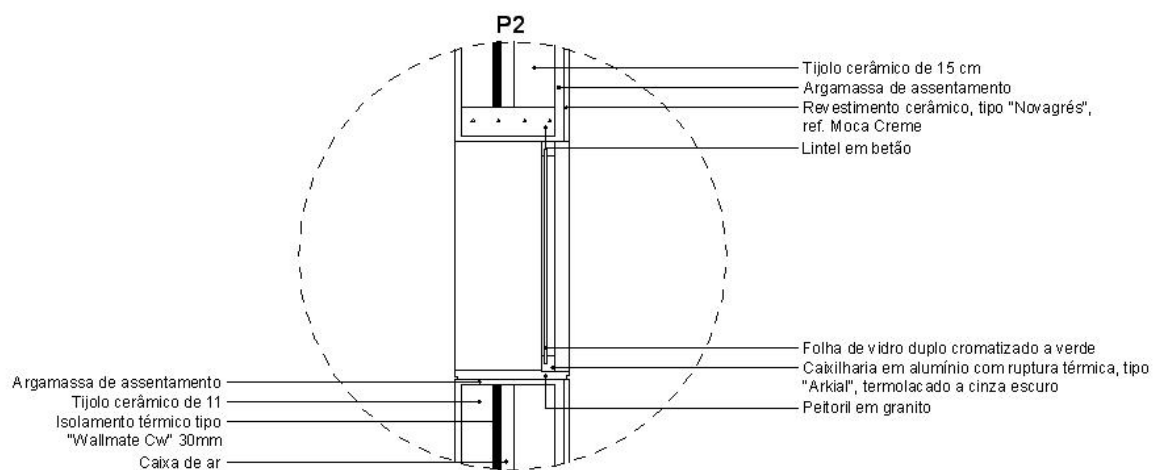


Figura 2.12 – Pormenor da Parede exterior

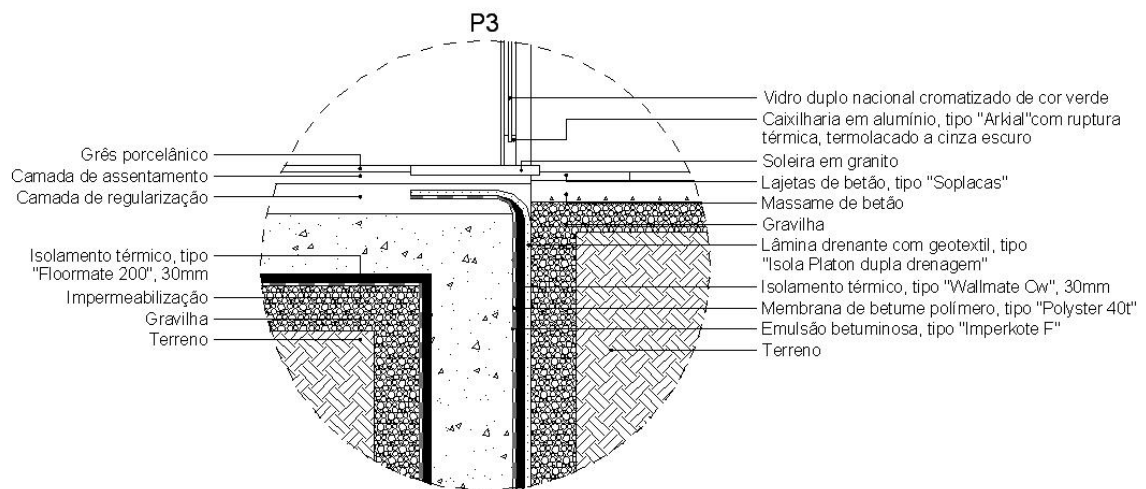


Figura 2.13 – Pormenor do Pavimento exterior

3 Caracterização Térmica de Edifícios

Neste capítulo será abordada toda a temática inerente à térmica do edifício. Tendo em consideração o edifício em questão, serão abordados todos os parâmetros contemplados na legislação em vigor de modo a garantir que este é regulamentar. Para tal efeito, terá de ser efectuado um estudo pormenorizado de todos os requisitos definidos no anexo IX do RCCTE de modo a garantir que o projecto está em conformidade, caso contrário este terá de ser corrigido de modo a que cumpra com o regulamento.

3.1 Necessidades para o Conforto Térmico

O conforto térmico^{††} é um conceito essencial no que toca à climatização pois o objectivo de qualquer sistema de climatização não é outro do que o de promover condições térmicas e de qualidade do ar interior aceitáveis para o ser humano. Dado que o conforto térmico é definido não só por parâmetros quantificáveis tais como a temperatura e humidade do ar, velocidade de insuflação do ar, mas também pela pessoa que o sente, torna-se muito delicado conseguir atingir um conforto térmico perfeito visto que existem uma série de condições que podem afectar a própria pessoa tais como o estado de espírito ou a sua condição clínica. É devido a estes factores que se verifica uma grande variedade de preferências de conforto das pessoas.

Por estas mesmas razões é que foram definidas normas que permitam calcular as condições térmicas do ambiente para a ocupação humana. A norma referida é a EN ISO 7730 (revista em 2005 e em vigor desde então) com o título: “*Ergonomics of the thermal environment. Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV (Predicted Mean Vote) and PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) indices and local thermal comfort criteria*” tendo ainda a norma EN ISO 7726 denominada “*Ergonomics of the thermal environment. Instruments for measuring physical quantities*”. A primeira norma referida obriga à verificação (medição) dos parâmetros térmicos por ela

^{††} Definição de Conforto Térmico segundo EN ISO 7730: “*That condition of mind which expresses satisfaction with the thermal environment.*”

estabelecidos, a norma EN ISO 7726 define as grandezas e equipamentos a empregar para o efeito.

3.2 Balanço Térmico

O balanço térmico é uma análise segundo a qual é possível contabilizar as trocas de calor que se dão num determinado espaço. A envolvente opaca de um edifício consiste num conjunto de elementos que limitam o exterior do interior de um edifício. Os elementos que constituem a envolvente são, normalmente, os que possuem uma construção consistente tais como paredes, pavimentos, coberturas, janelas ou portas. Assim, para o cálculo do balanço térmico é necessário ter em conta com os diferentes tipos de transmissão térmica.

3.2.1 Processos de Transferência de Calor

O calor pode ser definido como a energia térmica transferida entre dois corpos, que estão a temperaturas diferentes. Em termos termodinâmicos podemos afirmar que o calor não depende de nenhum estado mas sim do caminho que percorre para evoluir de um estado inicial até um estado final. A transmissão de calor pode ocorrer segundo três mecanismos:

- Condução;
- Convecção;
- Radiação.

A transferência de calor poderá caracterizar-se também pela ocorrência, em simultâneo, de mais do que um dos processos acima referidos.

1. Condução

É um processo de transferência de calor segundo o qual a energia térmica é transferida de um ponto para o outro através da interacção dos átomos (ou moléculas) da matéria. Existe condução em sólidos, líquidos e gases sendo que nos líquidos e sólidos, não condutores eléctricos, a condução térmica dá-se devido às oscilações longitudinais da estrutura enquanto nos gases é devido à colisão elástica das moléculas. Para sólidos condutores (por ex. metais) a

condução é feita devido ao movimento de electrões livres tal como na condução eléctrica. O fluxo de calor tem o sentido da temperatura mais quente para a temperatura mais fria.

Nos edifícios verifica-se que o processo de transferência de calor que mais impacto tem é a condução e esta é calculada pela seguinte equação (Equação 3.1):

Equação 3.1

$$\dot{Q}_{\text{Condução}} = \lambda \times A \frac{(T_1 - T_2)}{X} = \lambda \times A \frac{dT}{dx}$$

- λ – condutividade térmica [W/m°C];
- A – área da secção ou elemento [m²];
- dT – diferença de temperatura entre dois pontos [°C];
- dx – distância entre pontos [m];
- dT/dx – gradiente de temperatura [°C/m].

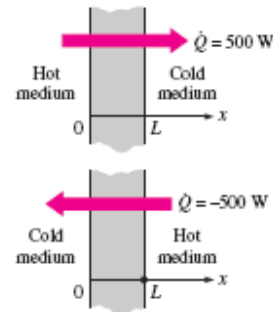


Figura 3.1 – Transferência de calor por condução
(Fonte: [11])

A constante λ representa a condutividade térmica dos materiais e mede a capacidade do material para conduzir o calor.

2. Convecção

É o processo de transferência de calor através do qual um sólido e um fluido trocam energia. A convecção envolve a combinação dos efeitos da condução e do movimento de fluido. O calor transferido por convecção é calculado segundo a Equação 3.2:

Equação 3.2

$$\dot{Q}_{\text{Convecção}} = h \times A(T_s - T_f)$$

- T_f – temperatura do fluido [°C]
- T_s – temperatura do sólido [°C]
- A – área da superfície do sólido [m²]
- h – coeficiente de transferência de calor por convecção [W/m²°C].

Podemos observar dois tipos distintos de convecção, sendo estes a convecção natural e a convecção forçada.

Convecção Natural

O movimento do fluido adjacente à superfície de um sólido é causado por forças induzidas pela mudança da densidade do fluido, devido às diferenças de temperatura entre o sólido e o fluido. Quando um elemento quente (digamos por exemplo uma chapa de metal) é deixado a arrefecer ao ar, as partículas do ar adjacente à face da placa vão aquecer decrescendo a sua densidade e em consequência mover-se em sentido ascendente.

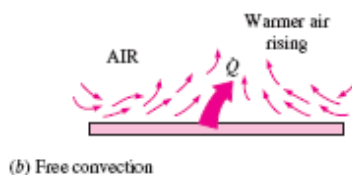


Figura 3.2 – Convecção Natural (Fonte: [11])

Convecção Forçada

A convecção forçada implica a acção externa de um elemento (uma ventoinha, por exemplo) que vai acelerar o caudal de fluido que está em contacto com a superfície do sólido. O movimento rápido das partículas sobre a superfície do sólido vai permitir maximizar o gradiente de temperatura, o que vai proporcionar um aumento na taxa de calor trocado.

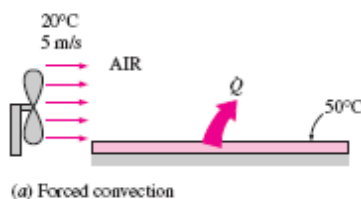


Figura 3.3 – Convecção Forçada (Fonte: [11])

3. Radiação

A radiação é a energia térmica emitida pelos corpos na forma de ondas electromagnéticas. Todos os corpos que possuam uma temperatura acima do zero absoluto (0 °K) emitem energia

térmica. Dado que estas ondas viajam através do vácuo, não é necessário qualquer tipo de meio para se dar a transferência de calor através da radiação. Um claro exemplo da radiação é a energia térmica proveniente do sol, a qual atinge a Terra através da radiação. A energia radiante emitida por um corpo é depois parte dela absorvida por uma superfície opaca e reflectida a restante.

A radiação é um mecanismo de transmissão de calor que tem base na transferência de energia por ondas electromagnéticas. A taxa máxima de radiação que é possível emitir por uma superfície é calculada pela Equação 3.3:

Equação 3.3

$$\dot{Q}_{\max} = \sigma \times A(T_s^4 - T_e^4)$$

σ – constante de Stefan-Boltzmann de valor $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$;

A – área da superfície [m^2];

T_s – temperatura da superfície;

T_e – temperatura ambiente.

3.2.2 Parâmetros de Caracterização Térmica

O coeficiente de transmissão térmica superficial (U), é a quantidade de calor por unidade de tempo que atravessa uma superfície de área unitária desse elemento da envolvente por unidade de diferença de temperatura entre os ambientes que ele separa, e o seu método de cálculo é definido no anexo VII do RCCTE, sendo o resultado da Equação 3.4:

Equação 3.4

$$U = \frac{1}{R_{SI} + \sum_j R_j + R_{SE}}$$

onde

R_j – resistência térmica da camada j [$\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$];

R_{SI} , R_{SE} – resistências térmicas superficiais interior e exterior, respectivamente [$m^2 \cdot ^\circ C/W$]^{§§};

O cálculo do valor U de um elemento da envolvente depende de vários factores, nomeadamente, se é um elemento construído por camadas homogéneas ou heterogéneas, se inclui ou não a presença de espaços de ar e do grau de ventilação desses espaços de ar.

Para o cálculo dos valores de U dos elementos opacos da envolvente devem utilizar-se os métodos preconizados nas normas europeias EN ISO 6946 e EN ISO 13789.

Estão definidos no anexo VII os limites máximos admissíveis para os coeficientes de transmissão térmica (U).

A publicação do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), *Coefficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios* (comumente denominada por ITE 50), apresenta os valores da condutividade térmica dos materiais correntes de construção e das resistências térmicas das camadas não homogéneas mais utilizadas. No ITE 50 indicam-se ainda os valores do coeficiente de transmissão térmica, U, das soluções mais comuns em Portugal de paredes, pavimentos, coberturas e envidraçados de edifícios.

De acordo com o RCCTE, quando exista um espaço não-útil (não climatizado) a separar um espaço aquecido interior do ambiente exterior, o cálculo das trocas térmicas reporta-se obrigatoriamente ao elemento construtivo que separa os espaços útil e não-útil. A contabilização do coeficiente de transmissão térmica, nestes casos, é efectuada segundo o mesmo procedimento apresentado anteriormente (Equação 3.4), com a particularidade de se considerar as resistências superficiais exteriores iguais aos interiores ($R_{SE} = R_{SI}$) pelo que na equação são introduzidas duas resistências superficiais interiores em vez de uma resistência interior e outra exterior.

A temperatura dos espaços não-aquecidos, θ_a , apresenta um valor intermédio entre as temperaturas interior (θ_i) e exterior (θ_{atm}), que pode ser representado pela Equação 3.5:

Equação 3.5 – Temperatura do local não aquecido

^{§§} Os valores das resistências térmicas superficiais em função da posição do elemento construtivo e do sentido do fluxo de calor estão definidos no anexo VIII deste documento.

$$\theta_a = \theta_{atm} + (1 - \tau) \times (\theta_i - \theta_{atm})$$

onde o valor de τ é dado por:

Equação 3.6 – Cálculo do τ

$$\tau = \frac{\theta_i - \theta_a}{\theta_i - \theta_{atm}}$$

Devido a esta variação de temperatura, as perdas térmicas através dos elementos da envolvente interior e dos principais espaços não-aquecidos (nomeadamente, circulações comuns, espaços comerciais, armazéns, garagens, varandas e marquises fechadas, desvão não-habitados sob coberturas inclinadas), são afectadas pelo coeficiente τ , o qual está definido na *Tabela IV.1 do RCCTE*. Os valores de τ apresentados na tabela (ver Anexo III) dependem de dois factores preponderantes:

- a relação A_i/A_u entre as áreas do elemento que separa o espaço útil interior do espaço não-útil (A_i) e do elemento que separa o espaço não-útil do ambiente exterior (A_u);
- o grau de renovação de ar do local não-útil (espaço não-aquecido).

3.3 Isolamento Térmico

O isolamento térmico é um parâmetro fundamental para assegurar o conforto térmico de um edifício, durante todo o ano mas preferencialmente no Inverno. O isolante térmico tem uma vasta gama de vantagens desde o auxílio à manutenção do conforto térmico, na redução de custos de equipamentos de aquecimento/arrefecimento, consumos de energia e conservação das construções.

3.3.1 Funcionalidades do Isolamento Térmico

Segundo as recomendações da ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*), o isolamento térmico são materiais ou conjunto de materiais que

aplicados correctamente retardam e diminuem o fluxo de calor por condução, convecção e radiação. Assim, os isolamentos térmicos, podem ser empregues nas seguintes funções:

- Conservação de energia através da redução de perda ou ganho de energia em equipamentos e estruturas;
- Controlo da temperatura superficial de equipamento e estruturas para protecção e conforto;
- Ajuda a controlar a temperatura de processos químicos, equipamentos e estruturas;
- Previne a condensação de vapor em superfícies com uma temperatura inferior ao ponto de orvalho;
- Reduz a flutuação de temperatura de espaços onde não seja possível aquecer nem arrefecer e reduz a variação de temperatura em espaços climatizados;
- Fornece protecção contra incêndios.

3.3.2 Factores influenciadores da Condutividade Térmica

O desempenho térmico de qualquer isolante é influenciado por uma variedade de factores físicos, ambientais ou mesmo a idade do mesmo, e todos estes factores são passíveis de alterar a capacidade do isolante térmico.

A condutividade térmica é uma propriedade atribuída a um material considerado homogéneo, tal como a madeira, tijolo ou pedra. A maioria dos isolantes térmicos, e outros materiais empregados na construção civil, são porosos e derivam de uma combinação de materiais com interstícios. Por esta razão nas directrizes da ASHRAE, somos confrontados com o termo “apparent thermal conductivity”, o qual descreve as propriedades do fluxo de calor da maioria de materiais. Este novo valor de condutividade considerado apresenta variações físicas, por exemplo de densidade, diâmetro das partículas, etc. No que se refere a variações ambientais podemos destacar a temperatura média ou gradiente de temperatura, infiltrações de ar, direcção do fluxo de calor, etc. É por tanto necessário ter em consideração que alguns materiais isolantes que são normalmente utilizados na construção podem ter variações quanto ao seu valor de condutividade térmica. As figuras seguintes ilustram algumas das alterações que são visíveis nos materiais. A figura 3.4 ilustra uma variação de foro físico, a

variação da condutividade térmica dos materiais mais usados em construção, em função da sua massa volúmica. Na figura 3.5 é possível observar que, normalmente, a condutividade térmica dos materiais aumenta com o aumento da temperatura.

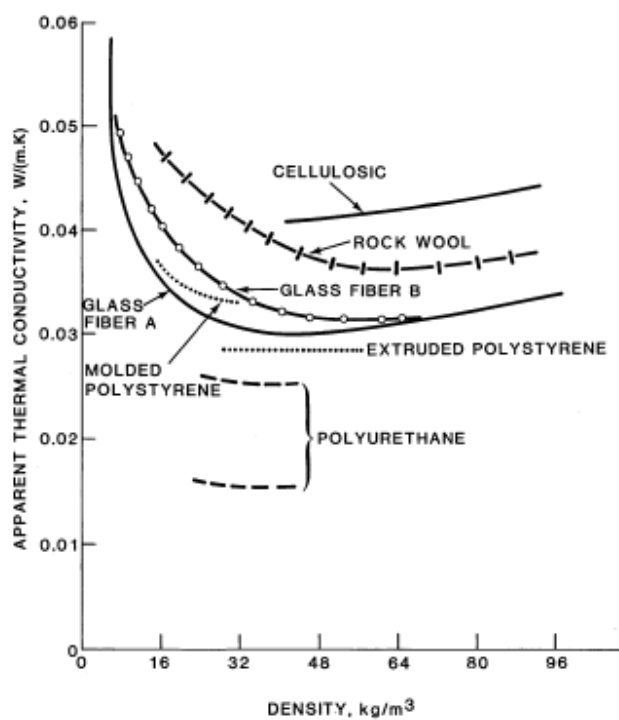


Figura 3.4 – Variação do coeficiente *apparent thermal conductivity* com a densidade (Fonte: ASHRAE *Fundamentals Handbook*)

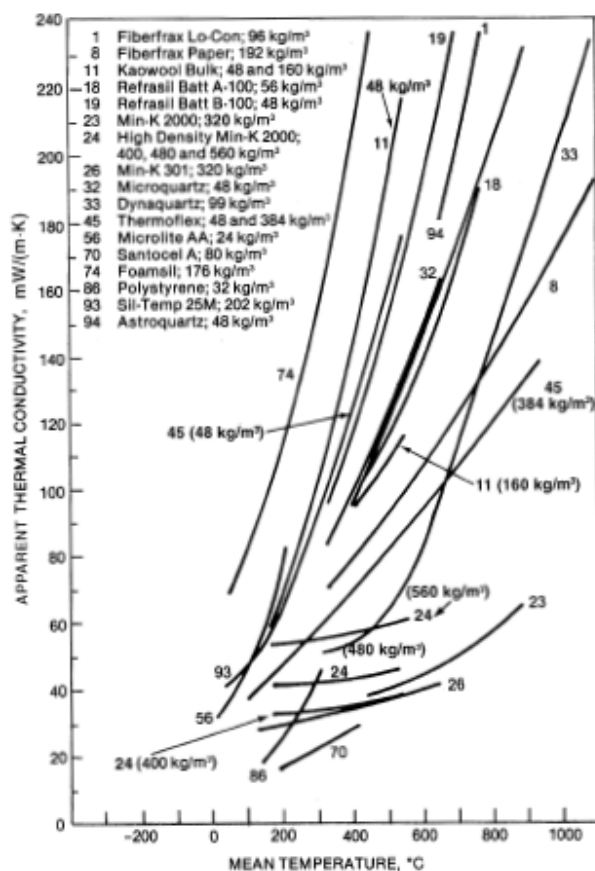


Figura 3.5 – Variação do coeficiente *apparent thermal conductivity* em função da temperatura média, à pressão atmosférica (Fonte: ASHRAE Fundamentals Handbook)

3.4 Ventilação

A ventilação pode ser compreendida como a entrada intencional de ar, do ambiente exterior para o edifício, através de mecanismos próprios para o efeito (ex: grelhas). Quando se verifica entrada de ar no edifício não intencional é denominada por infiltração.

A preocupação sobre a ventilação nos edifícios tem crescido devido sobretudo à QAI. O aumento das normas de isolamento e critérios de construção mais apertados originam uma redução das renovações de ar natural, o que proporciona um maior risco do aparecimento de condensações (com maior preponderância no sector residencial). É por esta razão que o RCCTE impõe, no cálculo, uma taxa de renovação mínima de $0,6 R_{ph}$ (renovações por hora), independentemente do tipo de ventilação utilizada.

A ventilação pode ainda afectar significativamente o consumo de energia de um edifício, pelo que a escolha do tipo de ventilação a utilizar no edifício tem um carácter determinante na eficiência energética. Assim a ventilação pode ser classificada em natural e mecânica.

3.4.1 Ventilação Mecânica

A ventilação mecânica ocorre pela acção de meios mecânicos, nomeadamente ventiladores. A opção da ventilação mecânica não elimina a presença de ventilação natural^{***}, continuando a estar presente em maior ou menor grau, dependendo da diferença entre os caudais insuflados e extraídos mecanicamente. A Tabela 3.1 resume o escrito no *ponto 3.2.2 do anexo IV do RCCTE*, onde são apresentados os valores limites inferiores segundo os quais é permitido desprezar a ventilação natural.

Tabela 3.1 – Valores limite de diferença entre os caudais de ventilação natural e mecânica

Diferença de caudais (R_{ph})	Classe de exposição
0,1	Exp. 1
0,25	Exp. 2
0,5	Exp. 3 e 4

Nota: A classe de exposição está definida no Anexo IV de este documento.

Se o valor da diferença de caudais de ventilação for inferior aos limites apresentados, a taxa de renovação horária tem de ser calculada pela fórmula apresentada no mesmo ponto do RCCTE.

Equação 3.7 – Taxa de renovação horária

$$R_{ph} = \frac{\dot{V}_f}{V} + \frac{\dot{V}_x}{V}$$

\dot{V}_f – caudal devido à ventilação mecânica [m^3/h]

\dot{V}_x – caudal devido à ventilação natural [m^3/h]

^{***} De modo a evitar esta situação, os projectistas de AVAC certificam-se que os sistemas de ventilação mecânica são dimensionados para colocar o edifício em sobrepressão ou depressão adequada.

V – volume útil interior da fracção autónoma [m^3]

O caudal devido à ventilação mecânica pode tomar os seguintes valores:

- O maior dos valores correspondentes ao caudal insuflado ou extraído, no caso de sistemas mecânicos de caudal constante;
- O maior dos valores médios diários dos caudais insuflado e extraído, no caso de sistemas mecânicos de caudal variável.

O caudal devido à ventilação natural toma os valores apresentados na Figura 3.6, em função da classe de exposição do edifício e do desequilíbrio entre os caudais insuflados e extraídos mecanicamente.

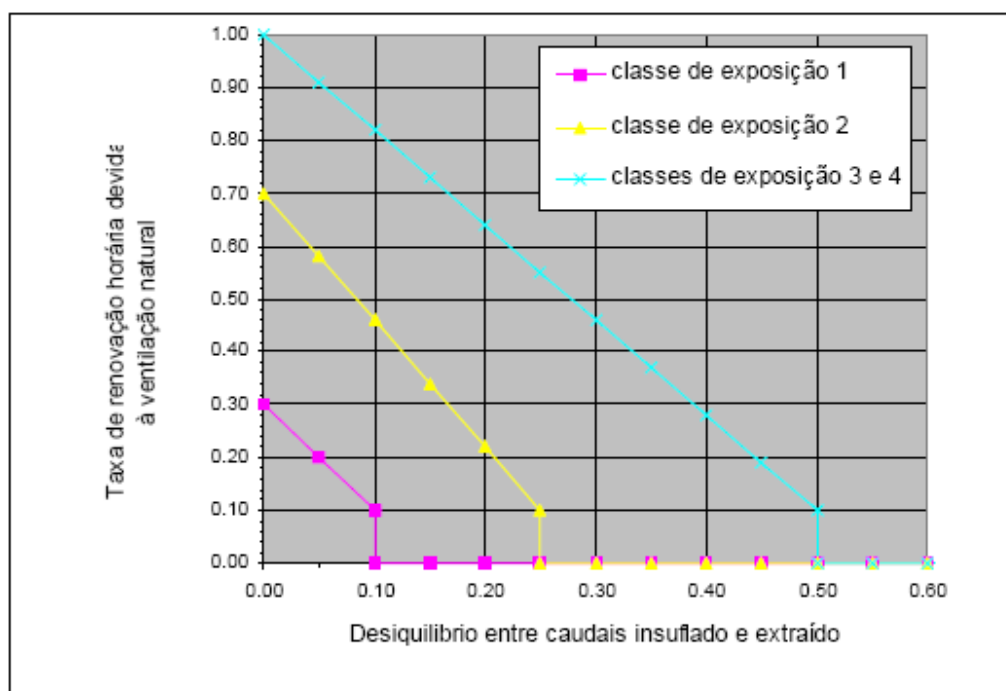


Figura 3.6 – Valores das taxas de renovação relativas à ventilação natural (Fonte: [6])

3.4.2 Ventilação Natural

A ventilação natural contribui para a optimização do conforto ambiental e da qualidade do ar interior das habitações.

A ventilação dos espaços acontece, por consequência, de dois processos espontâneos, nos quais o movimento do ar resulta do seu impulso natural para manter o equilíbrio entre temperatura e pressão: Este efeito é tanto mais eficiente, quanto maior for a diferença das temperaturas. Para um arrefecimento passivo eficiente deve, portanto, aproveitar-se as amplitudes térmicas diárias, por exemplo, durante a noite e durante o início da manhã, privilegiando os períodos mais frescos do dia e da noite. No nosso clima, a ventilação natural conjugada com uma adequada inércia térmica, permite que, nos espaços interiores, sejam minimizados os ganhos excessivos e os extremos de calor. A inércia térmica garante a estabilidade térmica interior ao longo de todo o ano. A ventilação natural permite a redução imediata de extremos de temperatura em situações onde a inércia térmica não é, por si só, suficiente para “varrer” os espaços com o ar que vem de fora, preferivelmente de uma zona que está à sombra, ou durante a noite. O comportamento do ar e da ventilação é, por vezes, difícil de controlar por parte dos utilizadores, podendo ocorrer situações de movimentação de ar menos confortáveis. No entanto, há algumas regras que são de fácil entendimento e aplicação:

- O ar mais quente é mais leve do que o ar mais frio – as actividades humanas e os aparelhos domésticos produzem calor, sendo normal o efeito ascendente do ar mais quente, dentro do espaço;
- O ar usado e que transporta as toxinas está, normalmente, mais quente e sobe;
- Pelo impulso natural de se equilibrar e de se estabilizar, o ar movimenta-se sempre do local onde é mais pesado (mais fresco) para o local onde é mais leve (mais quente);
- Quando o ar que foi aquecido pelas actividades humanas no interior de uma habitação atinge uma superfície mais fria (como acontece no Inverno para o caso das áreas envidraçadas), ele arrefece e, tornando-se mais pesado, cria uma corrente

de ar descendente junto dessa superfície (efeito de transmissão de calor por convecção);

- Sempre que o ar se encontra numa zona à sombra, arrefece, porque os materiais que estão à sua volta irradiam menos calor;
- Sempre que o ar está em contacto com água em movimento tende a baixar a sua temperatura. O efeito evaporativo da passagem do estado líquido para o estado gasoso aumenta a quantidade de vapor de água presente na atmosfera envolvente, retirando energia do ar e, por consequência, baixando a sua temperatura;
- Em espaços que têm um pé-direito baixo, o ar estratifica-se consoante a sua temperatura, podendo manter zonas de ar usado estagnado;
- Em espaços mais altos, idealmente com duplo pé-direito, o ar cria circuitos de convecção natural e dilui as toxinas que transporta através do movimento com que atravessa os espaços abertos;
- A pressão do vento sobre a fachada exposta e (negativa) sobre a fachada oposta gera uma ventilação natural dos espaços, atravessando frinchas, janelas e portas.

Para que a ventilação natural seja aplicável é necessário prever esta situação logo na altura da construção, pois devem ser contemplados dispositivos e características construtivas apropriados para garantir o limite de R_{ph} imposto no RCCTE. Segundo a legislação para ser considerada apenas a ventilação natural, não pode existir qualquer tipo de mecanismos de insuflação e/ou extracção de ar, inclusive extracção das casas de banho. Note-se que a existência de um exaustor na cozinha é permitida dado que é considerado que o mesmo apenas funciona esporadicamente e por períodos de curta duração.

A ventilação natural é maioritariamente induzida pelo efeito do vento, razão pela qual o valor das R_{ph} é definido no RCCTE segundo a classe de exposição do edifício. Assim podemos observar duas situações para a determinação do valor das R_{ph} , na primeira o edifício cumpre a Norma Portuguesa NP 1037-1 (o que deve ser demonstrado inequivocamente pelo Projectista), caso contrário deve ser consultado o valor na tabela do Anexo V e verificados os parâmetros nela definidos.

3.5 Sombreamento

A energia solar é captada pelos envidraçados do edifício contribuindo para, no Inverno, reduzir as necessidades de aquecimento e, no Verão, para aumentar as necessidades de arrefecimento. A energia captada depende da intensidade da radiação solar incidente no envidraçado, da área e do factor solar dos envidraçados. Os ganhos pelos envidraçados, dependendo da localização geográfica, podem representar um acréscimo de energia significativo pelo que o factor de sombreamento definido no regulamento (RCCTE) revela-se muito importante para a redução de consumos e aumento da eficiência energética do edifício.

Em termos de regulamento, este considera a boa utilização dos dispositivos de protecção solar móveis, devendo estar totalmente abertos no Inverno (de modo a maximizar os ganhos) e com uma utilização de 70% dos dispositivos de protecção solar activos no Verão (minimizar os ganhos). O sombreamento dos vãos envidraçados é determinado pelos factores de sombreamento definidos no RCCTE, sendo os seguintes:

F_h – *factor de sombreamento do horizonte*, traduz a percentagem da área do envidraçado que não é sombreada por obstruções longínquas exteriores ao edifício (outros edifícios ou construções, relevo, etc.) ou por outros elementos (corpos e outros volumes) do próprio edifício;

F_o – *factor de sombreamento por elementos horizontais adjacentes (ou sobrepostos) ao vão envidraçado*, traduz a percentagem da área do envidraçado que não é sombreada por palas, varandas ou outros elementos exteriores horizontais (ou, eventualmente, inclinados em relação ao plano horizontal), fixos ou móveis (toldos, por exemplo);

F_f – *factor de sombreamento por elementos verticais adjacentes (ou sobrepostos) ao vão envidraçado*, traduz a percentagem da área do envidraçado que não é sombreada por palas, outros elementos exteriores verticais (ou, eventualmente, inclinados em relação ao plano vertical), fixos ou móveis (portadas exteriores abertas, por exemplo), adjacentes ou sobrepostos ao vão envidraçado;^{†††}

^{†††} No RCCTE é denominado por **factor de obstrução (F_s)** ao produto dos factores anteriormente mencionados ($F_h \cdot F_o \cdot F_f$).

F_g – *fracção envidraçada*, traduz a redução da transmissão da energia solar associada à existência da caixilharia (opaca), sendo dada pela relação entre a área envidraçada (vidro) e a área total do vão envidraçado;

F_w – *factor de correcção da selectividade angular do tipo de envidraçado utilizado*, traduz a redução dos ganhos solares causada pela variação das propriedades de transmissão da radiação solar directa através do vidro com o respectivo ângulo de incidência;

g_{\perp} - *factor solar do vão envidraçado*, traduz a relação entre a energia solar transmitida para o interior através do vão envidraçado e a radiação solar incidente na direcção normal a esse vão.

Para efeitos do presente projecto, e dado que o mesmo é um grande edifício de serviços, não são calculados os valores dos factores mencionados anteriormente com a excepção do factor solar do vão envidraçado, já que a aplicação do RSECE não o obriga. No entanto o sombreamento definido para o edifício foi considerado na elaboração das simulações dinâmicas de modo a representar o melhor possível a situação real, sendo a sua inclusão no programa de cálculo apresentada no anexo XX deste documento.

3.6 Inércia Térmica

A inércia térmica de um edifício é a sua capacidade de contrariar as variações de temperatura no seu interior devido à sua capacidade de acumular calor nos seus elementos de construção. A velocidade de absorção e a quantidade de calor absorvida determina a inércia térmica dum edifício. A inércia térmica influi sobre o comportamento do edifício tanto de Inverno ao determinar a capacidade de utilização dos ganhos solares, como de Verão ao influenciar a capacidade do edifício absorver os picos de temperatura. Para efeitos do regulamento foram definidas 3 classes de inércia térmica: forte, média e fraca. Na Tabela 3.2 estão indicados os limites das três classes.

Tabela 3.2 – Classes de Inércia Térmica

Classe de Inércia	Massa superficial útil por metro quadrado da área útil de pavimento, I_t [kg/m ²]
Fraca	$I_t < 150$
Média	$150 \leq I_t \leq 400$
Forte	$I_t > 400$

A massa superficial útil por unidade de área útil de pavimento, I_t , é calculada a partir da seguinte equação:

Equação 3.8 – Determinação da Inércia Térmica

$$I_t = \frac{\sum M_{si} S_i r_i}{A_p}$$

em que:

M_{si} – massa superficial útil do elemento i [kg/m^2]

S_i – área da superfície interna do elemento i [m^2]

A_p – área útil de pavimento [m^2]

r_i – Factor de correcção (toma os valores 0,5 e 0,75 dependendo da resistência térmica do isolamento)

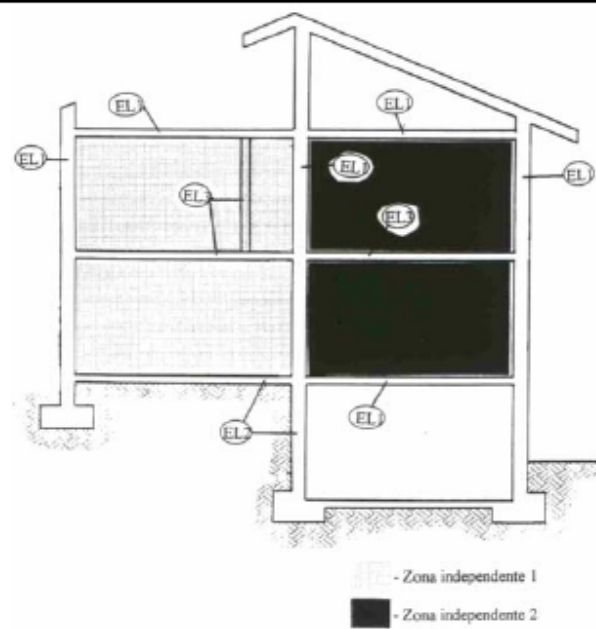
Tal como referido no manual do RCCTE, “a massa superficial útil, M_{si} , de cada elemento de construção exterior (envolvente exterior) ou interior à fracção autónoma depende da massa total por unidade de área do elemento (m_i) e, ainda dos seguintes aspectos:

- Da sua localização no edifício (em contacto com o ambiente exterior, com espaços não-úteis, com outras fracções autónomas ou com o terreno assim como no interior da fracção autónoma);
- Da sua própria massa superficial e da sua constituição, nomeadamente do posicionamento de uma eventual solução de isolamento térmico (interior, exterior ou intermédia);
- Das características térmicas do respectivo revestimento superficial.” (Maldonado, 2007)

Segundo os aspectos supra apresentados, o regulamento (RCCTE) define o cálculo da inércia térmica assim como o cálculo da massa superficial no *ponto 2 do anexo VII*. Nas figuras seguintes serão dispostos os valores máximos de M_{si} para os casos genéricos de localização dos elementos de construção no edifício, sendo estes:

- Elementos em contacto com ambiente exterior, outras fracções autónomas ou espaços não-úteis (EL1);

- Elementos em contacto com o solo (EL2);
- Elementos de compartimentação interior da fracção autónoma em estudo (EL3).

Localização dos elementos de construção no edifício	Valores máximos de M_{si} (kg/m ²) a considerar no cálculo de I_t	
	Com Isolamento ^(*)	Sem Isolamento
 <p> EL1 - Elemento da envolvente exterior, em contacto com outra fracção autónoma ou com espaços não úteis. EL2 - Elementos em contacto com o solo. EL3 - Elementos de compartimentação interior da fracção autónoma em estudo (paredes e pavimentos interiores). </p> <p> - Zona independente 1 - Zona independente 2 </p>	$M_{si} = m_i$ $M_{si} \leq 150$	$M_{si} = m_t/2$ $M_{si} \leq 150$
	$M_{si} = m_i$ $M_{si} \leq 150$	$M_{si} = 150$
		$M_{si} = m_t$ $M_{si} \leq 300$

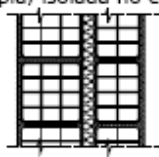
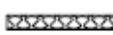
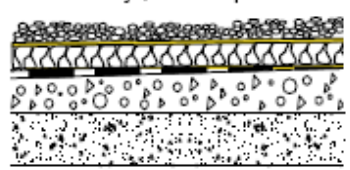

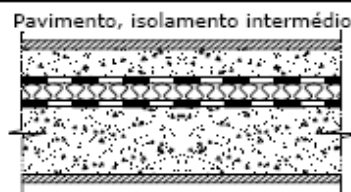
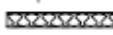


m_i – massa do elemento da envolvente situada do lado interior do isolamento térmico;
 m_t – massa total do elemento da envolvente;
 (*) material de condutibilidade térmica inferior a 0,065 W/m.°C, com espessura tal que conduza a uma resistência térmica superior a 0,30 m².°C/W, de acordo com o Anexo VII do RCCTE, Capítulo 2.1.

Figura 3.7 – Valores máximos de M_{si} em função da localização dos elementos de construção (Fonte: [5])

A localização (interior, exterior ou intermédia) de uma solução de isolamento térmico condiciona a contabilização da massa superficial dos elementos de construção, tal como se pode observar na Figura 3.8.

Para efeitos de cálculo da inércia térmica, sempre que os elementos possuam isolamento térmico considera-se apenas a massa situada do lado interior do isolamento térmico.

Note-se que os valores apresentados na Figura 3.8 não têm em consideração a existência e influência das características dos revestimentos superficiais apresentados na Tabela 3.3.

Elemento da envolvente	Constituição e posicionamento de uma eventual solução de isolamento térmico	M_{si} (kg/m ²)	
		Com Isolamento (1)	Sem Isolamento
Paredes duplas exteriores ou em contacto com o solo	Parede dupla, isolada no espaço de ar   – Isolante térmico	$M_{si} = m_{pi}$ e $M_{si} \leq 150$	$M_{si} = m_t/2$ e $M_t \leq 150$
		Coberturas   – Isolante térmico	$M_{si} = m_t$ e $M_{si} \leq 150$
Pavimentos	Pavimento, isolamento intermédio   – Isolante térmico	$M_{si} = m_t$ e $M_{si} \leq 150$	$M_{si} = m_t/2$ e $M_{si} \leq 150$
Paredes de separação entre fracções autónomas (sem isolamento)			$M_{si} = m_t/2$ e $M_{si} \leq 150$
Paredes e pavimentos interiores à fracção autónoma			$M_{si} = m_t$ e $M_{si} \leq 300$

- 1 - Nas soluções com isolamento térmico, os valores de m_t correspondem apenas à massa do elemento localizada **do isolante térmico para o interior**.
- 2 - Independentemente da satisfação dos requisitos regulamentares, as coberturas devem ser sempre isoladas termicamente, devendo o isolante térmico ser aplicado do lado exterior.

m_{pi} - massa do pano interior de uma parede dupla (do isolamento para o interior).
 m_t - massa total do elemento da envolvente (do isolamento para o interior);

Figura 3.8 – Exemplos de valores para a M_{si} em função do posicionamento do isolamento térmico (Fonte: [5])

Tabela 3.3 – Influência dos revestimentos superficiais interiores na massa superficial útil

Elemento construtivo	Resistência térmica (R) do revestimento superficial [m ² .°C/W]	Valor efectivo a adoptar para a massa superficial útil (M _{si})
Elemento das envolventes exteriores	R ≤ 0,14	M _{si}
	0,14 < R ≤ 0,30	0,50·M _{si}
	R > 0,30	0
Elemento de compartimentação interior (parede ou pavimento interior) da fracção autónoma	R > 0,14 uma das faces do elemento	0,75·M _{si}
	R > 0,14 ambas as faces do elemento	0,50·M _{si}

3.7 Pontes Térmicas

As pontes térmicas são situações anómalas onde se verificam perdas de calor lineares unitárias (por grau Celsius de diferença de temperatura entre os ambientes exterior e interior). Dado que os fluxos de calor percorrem o caminho de menor resistência térmica, as pontes térmicas contribuem para um mau desempenho energético.

Estas podem ser distinguidas em duas situações distintas, pontes térmicas planas e pontes térmicas lineares.

3.7.1 Pontes Térmicas Planas

O RCCTE impõe limites para o valor de U (coeficiente de transmissão térmica superficial) de heterogeneidades opacas inseridas na zona corrente da envolvente, tais como pilares, vigas e caixas de estore.

O valor de U destas heterogeneidades – *pontes térmicas planas* –, calculado de forma unidimensional na direcção normal à envolvente, tem de satisfazer às duas condições seguintes:

- Não pode ser superior ao dobro do valor de U adoptado no projecto para a zona corrente dos elementos em que estão inseridos (paredes, pavimentos ou coberturas);
- Tem de ser igual ou inferior aos coeficientes de transmissão máximos admissíveis definidos no *Anexo IX do RCCTE* (ver anexo VIII deste documento).

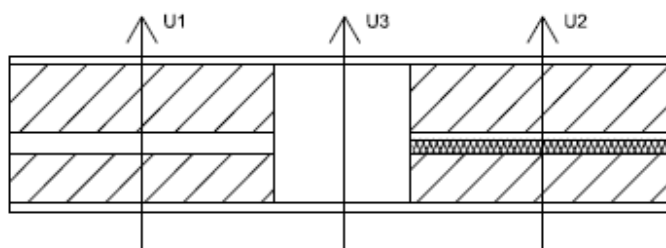


Figura 3.9 – Ponte Térmica Plana de um pilar intermédio

$$U_3 \leq 2 \times U_1$$

$$U_3 \leq 2 \times U_2$$

$$U_3 \leq U_{\max}$$

O cálculo dos valores de U destas *pontes térmicas planas* é efectuado do mesmo modo que o indicado para os coeficientes de transmissão térmica da zona corrente da envolvente.

Adoptam-se os mesmos procedimentos e valores convencionais relevantes para as resistências térmicas superficiais, e de eventuais espaços de ar, sentidos de fluxo de calor, etc.

3.7.2 Pontes Térmicas Lineares

As pontes térmicas lineares são singularidades da envolvente onde os fluxos térmicos, por uma questão de simplificação, são representados por uma perda térmica por unidade de comprimento.

Para efeitos do RCCTE, as perdas térmicas lineares contabilizadas são perdas bidimensionais assimiladas a uma perda linear representada pelo Coeficiente de Transmissão Térmica Linear (ψ – W/m.°C). No regulamento são apenas quantificadas as perdas mais significativas sendo estas as seguintes:

- Pavimento e paredes em contacto com o terreno;

- Devido a ligações entre elementos da envolvente.

De acordo com o RCCTE apenas são consideradas as perdas térmicas lineares que ocorrem durante a estação de aquecimento (Inverno).

3.7.2.1 Elementos em contacto com o terreno

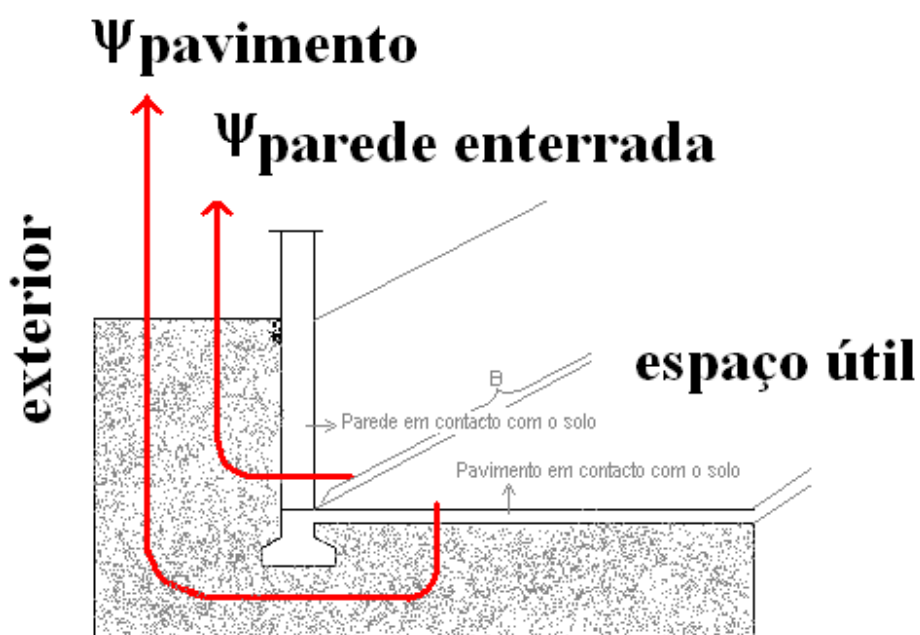


Figura 3.10 – *Diferentes pontes térmicas em contacto com o terreno (Fonte: [6])*

Na figura anterior é possível observar as duas variantes das pontes térmicas lineares em contacto com o terreno, que são: pavimento em contacto com o terreno e parede em contacto com o terreno. Note-se que as perdas térmicas lineares não se contabilizam para as seguintes situações:

- Espaços não-úteis;
- Paredes interiores separando dois espaços úteis ou um espaço útil e um espaço não-útil (local não aquecido), desde que $\tau < 0,7$.

O coeficiente de transmissão térmica linear, para este casos, é em função da diferença de nível (Z) entre a face superior do pavimento e a cota do terreno exterior. Este parâmetro Z toma valores negativos sempre que a cota do pavimento for inferior à do terreno exterior e positivos caso contrário.

No anexo X deste documento são apresentadas as tabelas com os valores do coeficiente de transmissão térmica linear.

3.7.2.2 Ligações entre os elementos da envolvente

As pontes térmicas lineares que se podem encontrar estão classificadas nas seguintes configurações:

- A. Ligação da fachada com os pavimentos térreos:
 - Ai – isolamento pelo interior;
 - Ae – isolamento pelo exterior;
 - Ar – isolamento repartido ou isolamento na caixa-de-ar de paredes duplas;
- B. Ligação da fachada com pavimentos sobre locais não aquecidos ou exteriores:
 - Bi – isolamento pelo interior;
 - Be – isolamento pelo exterior;
 - Br – isolamento repartido ou isolante na caixa-de-ar de paredes duplas;
- C. Ligação da fachada com pavimentos intermédios:
 - Ci – isolamento pelo interior;
 - Ce – isolamento pelo exterior;
 - Cr – isolamento repartido ou isolante na caixa-de-ar de paredes duplas;
- D. Ligação da fachada com cobertura inclinada ou terraço:
 - Di – isolamento pelo interior;
 - De – isolamento pelo exterior;
 - Dr – isolamento repartido ou isolamento na caixa-de-ar de paredes duplas;

- E. Ligação da fachada com a varanda:
- Ei – isolamento pelo interior;
 - Ee – isolamento pelo exterior;
 - Er – isolamento repartido ou isolante na caixa-de-ar de paredes duplas;
- F. Ligação entre duas paredes verticais:
- Fi – isolamento pelo interior;
 - Fe – isolamento pelo exterior;
 - Fr – isolamento repartido ou isolante na caixa-de-ar de paredes duplas;
- G. Ligação da fachada com a caixa de estore:
- Gi – isolamento pelo interior;
 - Ge – isolamento pelo exterior;
 - Gr – isolamento repartido ou isolante na caixa-de-ar de paredes duplas;
- H. Ligação da fachada com padieira, ombreira e peitoril:
- Hi – isolamento pelo interior;
 - He – isolamento pelo exterior;
 - Hr – isolamento repartido ou isolante na caixa-de-ar de paredes duplas.

Caso sejam encontradas situações de ponte térmica linear que não estejam contempladas nas configurações apresentadas, o regulamento indica que se deve considerar um valor convencional de $0,5 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ para o coeficiente de transmissão térmica linear (ψ)^{***}.

O coeficiente de transmissão térmica linear assume o valor zero para as situações seguintes:

- Paredes interiores (divisórias) intersectando a cobertura, as paredes exteriores e os pavimentos, quer sobre o exterior quer sobre espaços não-úteis (locais não aquecidos);

^{***} Caso a configuração não esteja definida e não se pretenda utilizar o valor convencional definido no regulamento, deve-se proceder ao cálculo efectivo da situação anómala através da norma EN ISO 14683 e EN ISO 10211.

- Paredes interiores separando um espaço útil de um espaço não-útil adjacente (local não aquecido), se $\tau \leq 0,7$.

As definições das pontes térmicas segundo o regulamento (RCCTE) estão no anexo XI.

4 Verificação dos Requisitos Mínimos

4.1 Envolvente Opaca

O novo regulamento apresenta imposições quanto aos requisitos mínimos de qualidade térmica dos elementos da envolvente dos edifícios. Estas imposições reflectem-se em limitações dos valores do coeficiente de transmissão térmica superficial (U) dos elementos da envolvente opaca e no factor solar dos vãos envidraçados (g_{\perp}).

Tal como referido no capítulo anterior, os coeficientes de transmissão térmica são diferenciados consoante a zona climática de Inverno e o tipo de elemento^{§§§} da envolvente em zona corrente (paredes, coberturas, pavimentos sobre o exterior ou sobre alguns locais não aquecidos). É por isso necessário situar o edifício na sua zona climática correspondente, neste caso e tal como referido no capítulo 2 o projecto é referente ao concelho de Pampilhosa da Serra, localidade que corresponde à **zona climática I3, V3 Norte** segundo o *anexo III do RCCTE* e que se situa a uma altitude de 440 metros.

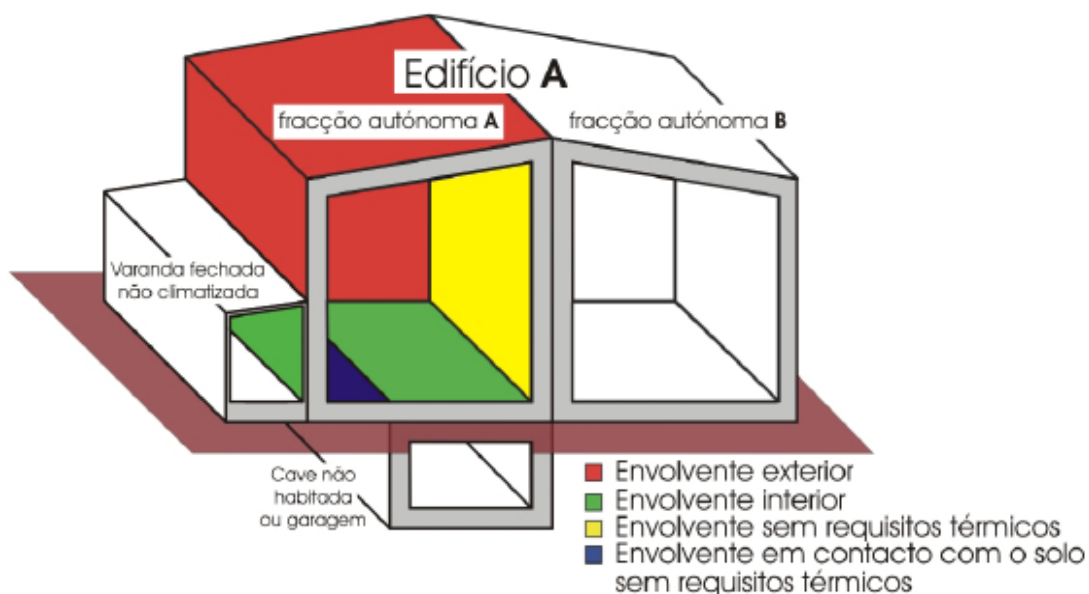


Figura 4.1 – Elementos da envolvente de uma fracção autónoma (A) confiante com outra fracção autónoma (B) de um mesmo edifício (Edifício A). (Fonte: [6])

^{§§§} As exigências não se aplicam a paredes ou pavimentos em contacto com o terreno. De modo idêntico, também não se aplicam a elementos que separam espaços não-úteis do ambiente exterior.

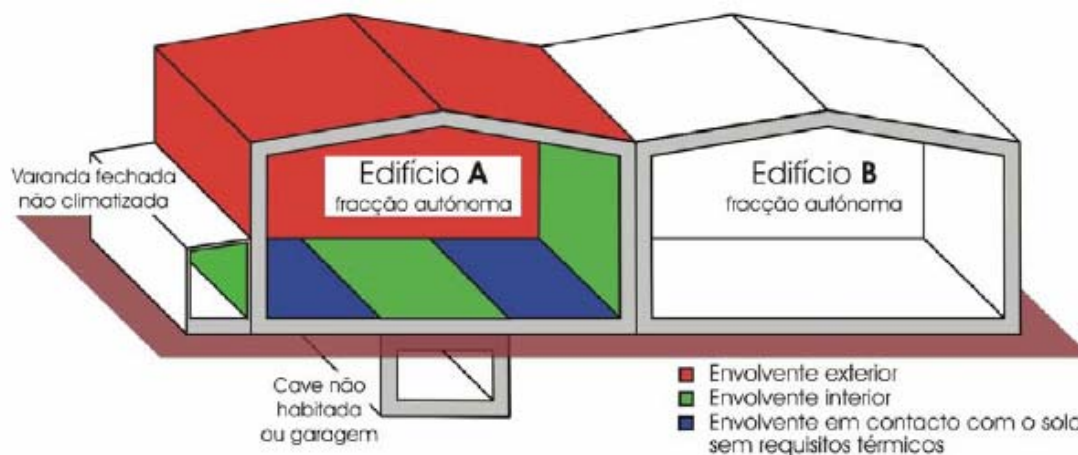


Figura 4.2 – Elementos da envolvente de uma fracção autónoma (A) de um edifício A confinante com outra fracção (B) de um edifício vizinho B. (Fonte: [6])

Os requisitos térmicos relativamente à envolvente interior são, normalmente, menos exigentes que os da envolvente exterior uma vez que as trocas térmicas entre o espaço útil e o espaço não-útil são geralmente inferiores às que se observariam com o exterior pois a temperatura do ar nos espaços não-úteis toma usualmente valores intermédios entre a temperatura da zona útil e a temperatura do ar exterior, sendo por isso utilizado o parâmetro τ para quantificar essa diferença. Este parâmetro representa um diferencial de temperaturas e é definido por:

Equação 4.1

$$\tau = \frac{\theta_i - \theta_a}{\theta_i - \theta_{atm}}$$

em que

θ_i – temperatura interior do ar (°C);

θ_a – temperatura do local não aquecido (°C);

θ_{atm} – temperatura ambiente exterior (°C).

Dada a dificuldade em determinar o valor de θ_a com precisão, admite-se que τ pode tomar os valores convencionais apresentados no anexo III deste documento.

Note-se que sempre que se verifique um valor de τ superior a 0,7, esse elemento passa a ter requisitos de envolvente exterior e como tal tem de cumprir os limites impostos pelo regulamento.

4.2 Vãos Envidraçados

Os requisitos regulamentares para os vãos envidraçados são expressos em termos do factor solar dos vãos envidraçados horizontais e verticais (g_{\perp}), ou seja, o quociente entre a energia solar transmitida através de um vão envidraçado com o respectivo dispositivo de protecção solar (100% activo) e a energia solar nele incidente. Estes requisitos são impostos para todos os vãos envidraçados, à excepção dos orientados a Norte (entre Noroeste e Nordeste), e com uma área total superior a 5% da área útil de pavimento do espaço que servem.

De notar que para o limite de 5% referido conta a soma de todos os envidraçados presentes no espaço (excepto os virados a norte), de modo a evitar o uso abusivo de conjuntos de pequenos envidraçados que somados entre si acabem por ter um impacto equivalente ao de um grande envidraçado.

Os valores limite impostos para o factor solar dos vãos envidraçados**** com dispositivos de protecção solar 100% activos, são expressos em função da zona climática de Verão e da inércia térmica do edifício.

Os vãos envidraçados contemplados para este projecto são constituídos por:

- caixilharia em alumínio com corte térmico, de cor cinza escuro e vidro duplo;
- vidro duplo, cromatizado a cor verde.

A determinação do factor solar do vão envidraçado com a protecção solar activada a 100% é determinada através do *Quadro V.4 do RCCTE*, onde estão definidos vãos envidraçados com os dispositivos de protecção solar mais habituais nos quais são utilizados vidros incolores correntes. Neste caso observa-se a aplicação de vidros especiais diferentes

**** Ver anexo VIII deste documento.

dos incolores pelo que o factor solar dos vãos envidraçados será determinado segundo a Equação 4.2, prevista no regulamento para vidros duplos:

Equação 4.2 – Cálculo do factor solar dos vãos envidraçados

$$g_{\perp} = \frac{g_{\perp}' \cdot g_{\perp v}}{0,75}$$

em que:

g_{\perp} - factor solar do vão envidraçado;

g_{\perp}' – factor solar do vão envidraçado com protecção solar e vidro incolor;

$g_{\perp v}$ – factor solar do envidraçado.

Enquanto na época de aquecimento (Inverno) interessa promover os ganhos de radiação, razão pela qual é considerado a abertura de qualquer tipo de protecção solar para os envidraçados de modo a promover os ganhos internos por radiação, para a época de arrefecimento (Verão) é importante restringir esses mesmos ganhos. Assim no cálculo do factor solar é considerado que todos os dispositivos de protecção solar móveis estão totalmente abertos sempre que estivermos na época de aquecimento e para a época de arrefecimento o factor solar dos vãos envidraçados deve ser igual à soma de 30% do factor solar do vidro mais 70% do factor solar do vão envidraçado com protecção solar móvel actuada.

4.3 Cálculo da Inércia Térmica

A inércia térmica desempenha um papel muito importante no cálculo dos requisitos mínimos já que através da qualidade da térmica do edifício são definidos diferentes valores para os requisitos mínimos apresentados no RCCTE. O presente edifício apresenta uma **Inércia Térmica Média** e o cálculo da mesma está apresentado no anexo XVIII deste documento.

A massa superficial útil é influenciada pelos revestimentos superficiais pelo que são apresentados na Tabela 4.1. Os elementos Cobertura, Pavimento de compartimentação 1 e 2 apresentam valores de 0.5 e 0.75 pois apresentam um espaço de ar (tecto falso).

Tabela 4.1 – Factor correctivo a utilizar para o cálculo da massa superficial útil

Zonas Correntes	r
Parede Exterior Norte	1.00
Parede Exterior Este	1.00
Parede Exterior Sul	1.00
Parede Exterior Oeste	1.00
Cobertura	0.50
Pavimento em contacto com o terreno	1.00
Pavimento de compartimentação interna 1	0.75
Pavimento de compartimentação interna 2	0.75
Pavimento exterior	1.00
Pavimento em contacto c/ esp. não útil 1	1.00
Pavimento em contacto c/ esp. não útil 2	1.00
Parede em contacto com o terreno	1.00
Parede de compartimentação interna 1	1.00
Parede de compartimentação interna 2	1.00
Parede interior 1	1.00
Parede interior 2	1.00
Parede interior 3	1.00
Pontes Planas	r
Ponte Térmica Plana - Pilares - Norte	0.50
Ponte Térmica Plana - Pilares - Este	0.50
Ponte Térmica Plana - Pilares - Sul	0.50
Ponte Térmica Plana - Pilares - Oeste	0.50
Ponte Térmica Plana - Peitoril - Norte	1.00
Ponte Térmica Plana - Peitoril - Este	1.00
Ponte Térmica Plana - Peitoril - Sul	1.00
Ponte Térmica Plana - Peitoril - Oeste	1.00
Ponte Térmica Plana - Padieira - Norte	1.00
Ponte Térmica Plana - Padieira - Este	1.00
Ponte Térmica Plana - Padieira - Sul	1.00
Ponte Térmica Plana - Padieira - Oeste	1.00

4.4 Verificação dos Requisitos Mínimos

Segundo a metodologia de cálculo descrita anteriormente foi efectuada a verificação dos limites impostos no regulamento. De referir que os valores dos diversos parâmetros (por ex.: massa volúmica, condutividade térmica, etc.) necessários foram retirados da publicação do LNEC, ITE50. A verificação é efectuada a todos os elementos limitadores e que estão abrangidos pelos limites máximos definidos. Assim foram verificados todos elementos da envolvente exterior, pontes térmicas planas e lineares^{††††} e vãos envidraçados.

Os cálculos efectuados estão apresentados nas tabelas do anexo XV, sendo de referir que foram encontradas algumas inconformidades na arquitectura, tais como a ponte térmica plana do peitoril e padieira dos envidraçados e a ponte térmica plana dos pilares. O cálculo discriminado de estas três pontes térmicas está evidenciado no anexo XII.

4.4.1 Correção das Pontes Térmicas Planas

Tal como definido na Figura 2.12 é possível observar os desenhos de pormenor das pontes térmicas planas, peitoril e padieira. Tanto para o caso da padieira como para o peitoril vamos obter um coeficiente de transmissão térmica superior ao limite máximo definido nos requisitos, o que implica imediatamente a correção das heterogeneidades.

A resolução deste problema implica encontrar uma solução construtiva que não só apresente um U inferior ao valor limite imposto mas esse valor de U deve ser inferior ao dobro do U dos elementos homólogos, neste caso a parede exterior. Dado que a parede exterior apresenta um coeficiente bastante baixo ($U=0,533 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$) o dobro do seu valor é inferior ao limite máximo admissível pelo que o valor limitativo para a nova solução construtiva será o $U=1,066 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.

^{††††} Apenas as pontes térmicas lineares que apresentem um τ superior a 0,7 são verificadas pois apenas estas têm requisitos de envolvente exterior.

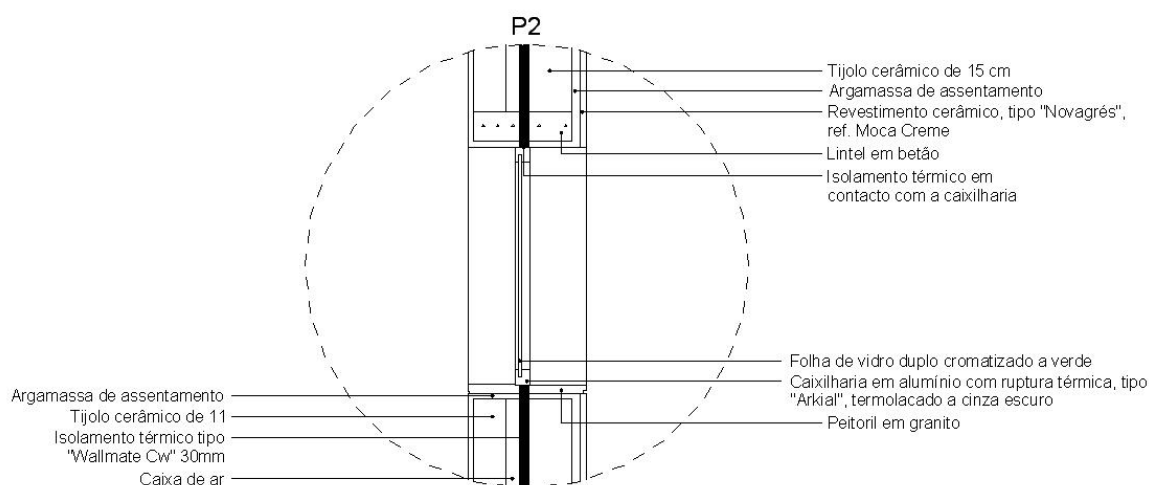


Figura 4.3 – Pormenor da Parede Exterior com Pontes Térmicas Planas corrigidas

Na Figura 4.3 é apresentado a correcção das inconformidades detectadas, nomeadamente a ponte térmica da padieira e do peitoril. A solução construtiva encontrada para resolver a situação foi a inserção de isolamento nas duas situações e o deslocamento do envidraçado. Para o caso da padieira foi prolongado o isolamento partindo o lintel de betão. No caso do peitoril foi partida a pedra de granito prolongando assim o isolamento, tanto neste caso como no caso da padieira existiu um cuidado de colocar o isolamento alinhado (complanar) com a caixilharia do envidraçado. Para a situação dos pilares foi introduzido isolamento de modo a corrigir o problema.

Os valores do coeficiente de transmissão térmica corrigido das pontes térmicas planas estão apresentados no anexo XIII.

Tabela 4.2 – Requisitos Mínimos – Coeficientes de Transmissão Térmica das Pontes Térmicas

Ponte Térmica Plana	U [W/m ² °C]	U corrigido [W/m ² °C]	U máximo admissível [W/m ² °C]	2 x U da parede homóloga [W/m ² °C]
Peitoril	3,20	0,90	1,45	1,066
Pilares	2,63	0,84		
Padieira	2,57	0,84		

4.4.2 Verificação do factor solar dos vãos envidraçados

Os vãos envidraçados estão sujeitos a valores limitativos pois tornou-se evidente que os ganhos internos devido à radiação solar eram muito significativos, tanto mais quanto mais quente for a zona climática. É por isso que os factores solares máximos apresentados no *anexo IX do RCCTE* dependem não só da inércia térmica do edifício mas também da zona climática de Verão onde o edifício está inserido.

Para a verificação do factor solar dos vãos envidraçados foi necessário recorrer ao ITE50 para determinar o coeficiente de transmissão térmica dos vãos envidraçados, pois tal informação não foi fornecida. Assim foram adoptadas medidas simplificadoras que vão traduzir uma situação mais desfavorável do que a existente. Foi escolhido o vão envidraçado que mais se assemelhava à descrição do vidro entre os ensaiados pelo LNEC e apresentados no ITE50.

No caso deste projecto específico observam-se duas situações distintas para os vãos envidraçados. Para o piso térreo (piso 0) e envidraçados orientados a Este e Oeste, foi considerado que os envidraçados apenas possuem cortinas escuras, tal como definido nos desenhos de arquitectura, enquanto para os restantes pisos considerou-se os envidraçados com lamelas de protecção definidos no projecto. Os valores dos factores solares são retirados da *Tabela IV.4 e do Quadro V.4 definidos no RCCTE*. Essas mesmas tabelas estão reproduzidas nos anexos VI e VII deste documento.

Os valores dos factores solares dos vãos envidraçados estão calculados no anexo XVI deste documento. Note-se que estes valores cumprem os requisitos mínimos estabelecidos pelo regulamento tal como se observa na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Requisitos Mínimos – Factores Solares dos Vãos Envidraçados

Vãos Envidraçados	Factor solar Verão	Factor solar máx. admissível
Vertical Exterior c/ Cortinas Escuras	0,44	0,50
Vertical Exterior c/ Lamelas de protecção	0,072	

4.4.3 Verificação dos coeficientes de transmissão térmica para a envolvente opaca

O cálculo discriminado de cada elemento construtivo está definido no anexo XV, sendo possível observar na tabela seguinte a verificação do cumprimento dos coeficientes de transmissão térmica (U).

Tabela 4.4 – Coeficientes de Transmissão Térmica dos elementos construtivos

	U [W/m ² .°C]	U _{máx.} [W/m ² .°C]
Pavimentos Exteriores	0,87	0,90
Cobertura	0,54	0,90
Paredes Exteriores	0,53	1,45
Paredes em contacto com espaço não útil 1	1,78	1,90
Paredes em contacto com espaço não útil 2	1,23	1,90
Paredes em contacto com espaço não útil 3	0,83	1,90

5 Caracterização das Instalações Eléctricas^{****}

Para os casos de grandes edifícios de serviços, classificação na qual se insere este Lar, tendem a possuir grandes cargas internas. Assim sendo um projectista de AVAC tende a sobredimensionar as potências dos equipamentos de modo a obter alguma segurança que o sistema dimensionado conseguirá retirar essas cargas no período de arrefecimento. É por esta razão que o projecto das instalações eléctricas deve ser efectuado com todo o rigor de modo a garantir o menor valor de cargas internas associadas à iluminação.

Dado que a iluminação do edifício é introduzida no software de simulação energética em densidades foi necessário contabilizar todas as luminárias e lâmpadas inerentes a cada espaço (considerando o valor em watts definido no projecto), dividindo depois o montante total de watts pela área útil do espaço.

De modo a assegurar que os utentes teriam uma iluminação adequada e suficiente foi calculado o correspondente valor de iluminação (em lux) de cada espaço. Em seguida é apresentado um quadro com diferentes valores de intensidade de iluminação para vários tipos de trabalhos, de acordo com a Norma ISO 8995-1. No anexo XX são apresentados os valores da iluminância para os diferentes espaços.

Tabela 5.1 – Níveis de iluminação em função do tipo de tarefa

Categoria	Definição	Exemplos	Iluminação (lux)
I Tarefas muito finas	Trabalho visual muito preciso, demorado e com grande detalhe	Desenho rigoroso; relojoaria; electrónica; etc.	Acima dos 2000
II Tarefas finas	Trabalho visual contínuo e preciso	Desenho técnico; técnico de prótese.	1000 a 2000
III Tarefas normais	Observação contínua; detalhes finos-médios	Leitura e escrita; salas de aula; bancadas de trabalho; laboratórios; costura.	500 a 1000
IV Tarefas grosseiras	Tarefas visuais simples e variadas	Salas de aula; quartos.	250 a 500
V Sem tarefas	Iluminação geral onde não se realizem actividades	Salas de estar; corredores; ginásios; casas de banho.	100 a 250

^{****} De referir que para efeitos deste projecto e da sua certificação energética, apenas serão referidos os pontos que de facto tenham relevância embora seja claro que qualquer projecto de instalações eléctricas implica muitos mais pontos do que os referidos.

6 Simulação Dinâmica de Projecto

As simulações multizona efectuadas neste trabalho foram executadas no software de cálculo VisualDOE. O VisualDOE é uma interface visual do DOE2.1E que é, por sua vez, um dos mais potentes programas informáticos para a análise energética de edifícios e foi criado pelo *Department of Energy* (DOE) dos Estados Unidos.

O programa tem capacidade de previsão da utilização horária da energia total desagregada, por utilização e fonte de energia, e ainda o respectivo custo, com base na informação climática horária, descrição do edifício, equipamentos AVAC e tarifários energéticos. Para além da análise energética permite ainda, o dimensionamento dos principais equipamentos nos circuitos primário e de distribuição.

A metodologia seguida no seu desenvolvimento teve em conta todos os parâmetros que influenciam o consumo de energia num edifício: forma geométrica, propriedades térmicas dos materiais, dimensão e orientação das paredes, pavimentos, coberturas, janelas e portas. Conta ainda com efeitos transientes de transmissão de calor, sombreamentos, perfis de ocupação, períodos de iluminação, operação de equipamentos, condições ambiente e controlo de temperatura e humidade. O consumo de energia final vem afectado pela operação dos sistemas primários e secundários dos sistemas AVAC e pelo tipo e eficiência de conversão das formas de energia final utilizadas.

O DOE permite simular o cálculo, hora a hora, do comportamento do edifício para as condições atmosféricas locais e para períodos de simulação a definir pelo utilizador. A introdução de dados realiza-se através de uma linguagem especial de terminologia inglesa associada a edifícios, BDL (*Building Description Language*). O programa foi concebido com base no sistema de unidades inglesas mas permite introdução de dados e obtenção de resultados no sistema internacional (SI).

FLUXOGRAMA DO DOE2.1E

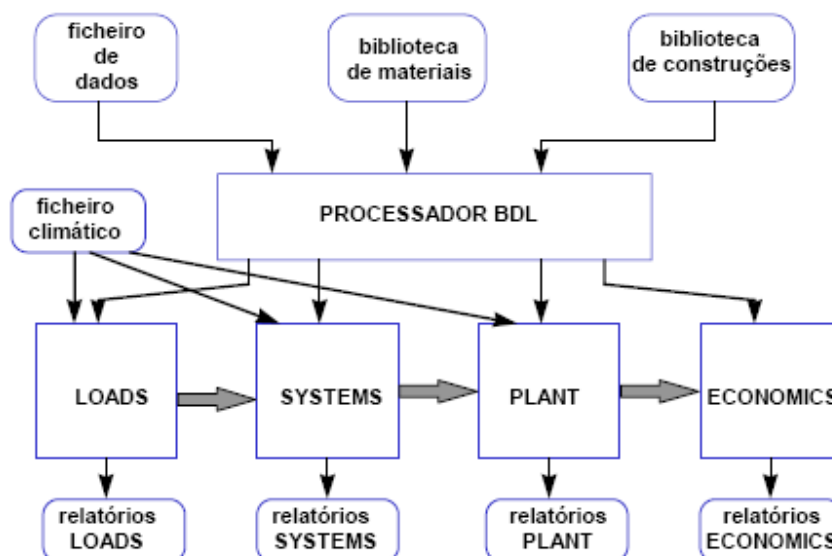


Figura 6.1 – Estrutura do DOE2.1E (Fonte: [10])

6.1 VisualDOE

Tal como foi referido anteriormente o VisualDOE é uma interface gráfica que permite de uma forma intuitiva a introdução dos dados do edifício, com realce especial para a definição geométrica do edifício e perfis anuais de operação e ocupação. Tendo em conta a Figura 6.1, o VisualDOE cria o ficheiro de dados, gere as bibliotecas de materiais e construções, gere a simulação energética, selecciona algumas componentes dos relatórios de simulação, visualiza graficamente algumas das utilizações de energia quer de forma integrada quer pela evolução horária.

Este programa permite a fácil introdução de dados no DOE sendo neste momento considerado que cerca de 80% dos dados podem ser inseridos através do VisualDOE sendo os restantes (se necessários) inseridos directamente no ficheiro de *input* do DOE. O VisualDOE possui bibliotecas em acréscimo ao DOE, como sejam: características de equipamento, perfis tipo para a definição dos ganhos internos e utilização do edifício, elementos construtivos da envolvente incluindo envidraçados e formas tipo de edifícios ou partes de edifícios.

6.1.1 Descrição Geral dos módulos do VisualDOE

Serão descritos em seguida os módulos que foram mais utilizados no VisualDOE:



Graphic Editor – trata-se do editor básico do edifício onde podem ser criadas até 20 alternativas diferentes do primeiro caso. O editor usa o conceito de blocos que podem ser sobrepostos de modo a formar formas geométricas complexas, sendo possível importar formas poligonais criadas em Autocad. É neste módulo que são inseridas as características gerais do projecto, as características térmicas, as fachadas incluindo os envidraçados e dispositivos de sombreamento, as características dos vários sistemas de climatização locais e as características da central térmica (grupos de frio, bancos de gelo, caldeiras e unidades de cogeração).



Schedule Maker – neste módulo são definidos os padrões de utilização, nomeadamente ocupação, iluminação, equipamentos, temperaturas interiores pretendidas, infiltrações, regime de ar novo e período de funcionamento dos ventiladores. Estes perfis são introduzidos em forma de gráfico para as 24 horas diárias podendo-se ter em conta o dia da semana. É possível ainda definir os feriados nacionais.



Constructions Builder – Neste módulo são definidos os tipos de paredes, coberturas, pavimentos, paredes interiores, segundo uma sequência de camadas de diferentes materiais. Ao criarmos uma parede é possível observar logo o seu correspondente valor de coeficiente de transmissão de calor. Note-se que os cálculos para os elementos exteriores não contabilizam a convecção exterior, sendo posteriormente realizados na simulação de acordo com os valores da velocidade do vento para o local.

O ficheiro climático foi criado para a localização do projecto (Pampilhosa da Serra) e a sua criação está definida no anexo XIX deste documento. A geração dos dados climáticos foi efectuada utilizando os dados climáticos do SOLTERM. Dado que os valores do SOLTERM não incluem essa informação foi adoptado e inserido um valor de velocidade constante de 4,64 m/s no ficheiro climático, já que o VisualDOE necessita de essa informação para considerar um coeficiente de convecção exterior de 25 W/m²K segundo a metodologia de cálculo definida no RCCTE.

6.1.2 Definição da Simulação

Criação de um perfil

A criação dos perfis de projecto a utilizar na simulação de projecto teve em consideração o tipo de zona a que se destinava e a sua variação horária diária foi definida segundo o que o projectista considerou mais correcto. Assim será aqui demonstrado como se faz a introdução de um perfil no VisualDOE sendo o processo idêntico para os diferentes perfis, de projecto e nominais, definidos nos anexos XXI e XXII.

Os perfis são inseridos no módulo “*Schedule Maker*”, e para o caso será considerado o perfil “PR_Auditorio”. Como se pode observar na figura o perfil é definido pela ocupação (*People*), Iluminação (*Lights*) e Equipamento (*Equipment*).

Neste ponto pode-se definir também outros pontos como por exemplo as infiltrações (*Infiltration*), as AQS (*Domestic Hot Water*), os ventiladores (*Fans*) as temperaturas de aquecimento e arrefecimento e o ar novo (*Outside Air*). Para as situações onde sejam observados horários de ON e OFF, isto implica que é uma situação de ter ou não ter, como é o caso das infiltrações. O perfil ON traduz os 100% durante todos os dias da semana e o OFF a situação idêntica mas para os 0%. Para as temperaturas também têm de ser criados perfis parecidos com os ON/OFF, com a particularidade de não serem 100 ou 0% mas por terem o valor de temperatura correspondente com o seu nome. O ponto “*PIU Temperature*” corresponde à temperatura do sistema, neste caso *Power Induction Unit*.

É possível introduzir alguns valores nesta janela tais como temperaturas de aquecimento e arrefecimento (estes valores devem traduzir os valores definidos no projecto de AVAC), a densidade de ocupação, iluminação e equipamentos. Embora estes três últimos valores possam ser inseridos aqui não é a situação mais recomendável pois este mesmo perfil pode ser utilizado para vários projectos e as densidades inseridas não seriam as mesmas, pelo que estes valores são colocados quando forem associados os perfis às diferentes zonas do edifício.

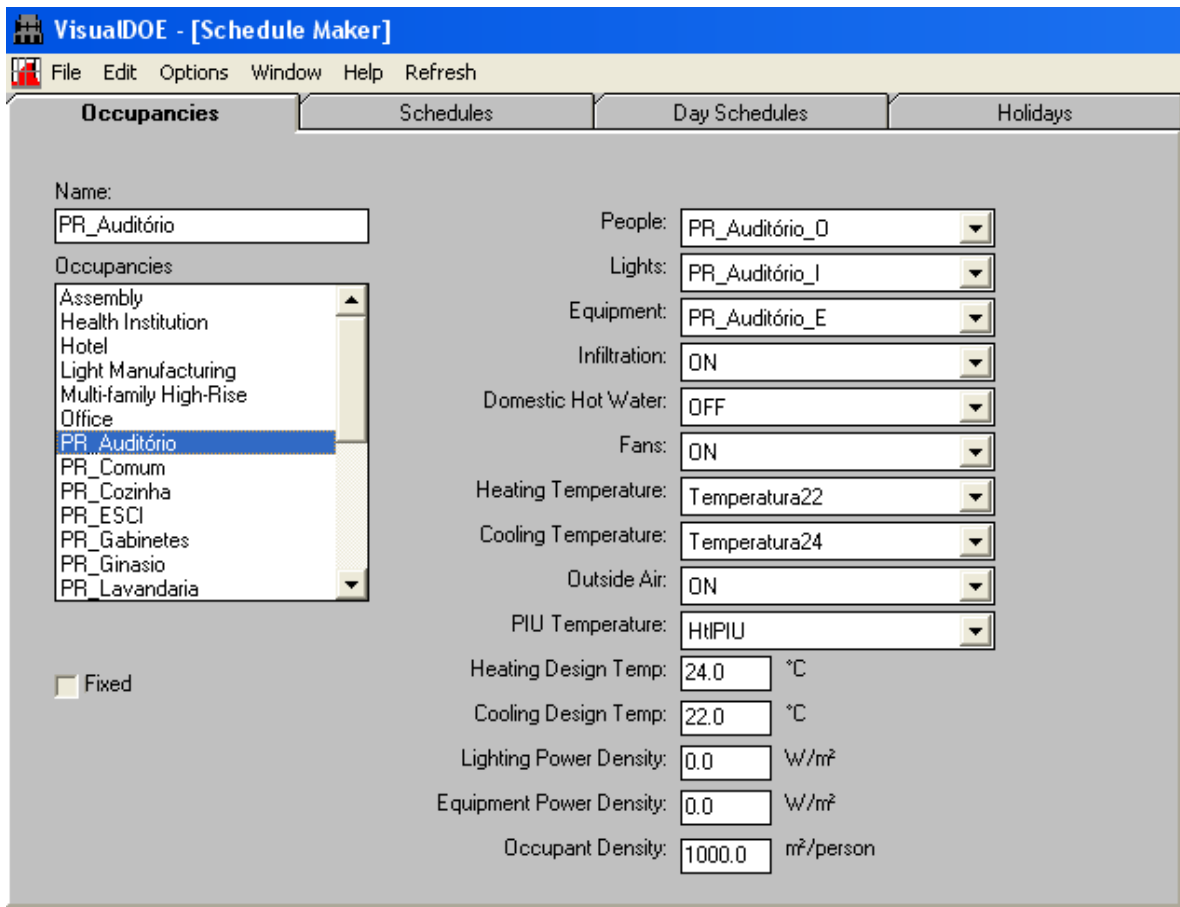


Figura 6.2 – Introdução de Perfis no VisualDOE (Occupancies)

Para que os respectivos horários estejam disponíveis para serem escolhidos, por exemplo PR_Auditório_O, é necessário criar estes horários. Pelo que a ordem correcta será começar por criar um horário diário na janela “*Day Schedule*”, depois associar esse horário diário à semana na janela “*Schedule*” e por último, após ter construído o horário semanal (por ex. PR_Auditório_O), criar um perfil e associar os diferentes horários semanais ao perfil criado na janela “*Occupancies*”.

Assim, e usando como exemplo o horário “PR_Auditório_O”, começamos por definir na janela “*Day Schedule*” um novo horário, pelo que é necessário ir à barra de ferramentas e na opção *Edit* escolher *add new*, de modo a criar um novo horário. Em seguida será definido o tipo de horário, “*Type*”, (para este caso será *fraction* mas podemos ter outras opções como ON/OFF, *Temperatures* ou *Time Periods*). Depois é distribuído pelo dia, a carga segundo uma

metodologia percentual (correspondendo aos 100% o máximo, neste caso como estamos a criar um horário de ocupação corresponderá à ocupação máxima).

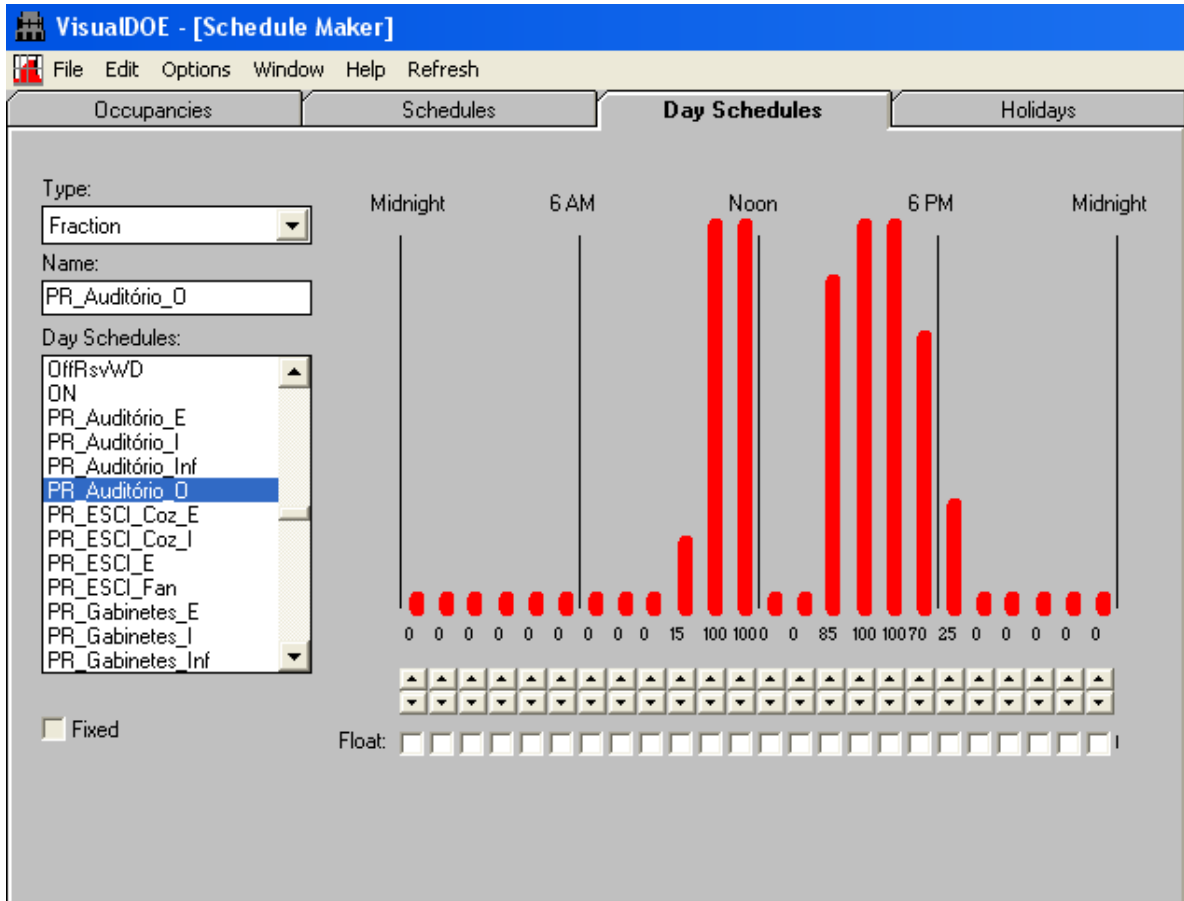


Figura 6.3 – Introdução de Perfis no VisualDOE (Day Schedule)

Na janela “Schedule” é criado um novo horário semanal (*edit/add new*) e após ter definido o tipo de horário (*Fraction*) é necessário definir os dias. Neste caso este horário irá repetir-se durante a semana toda mas seria possível inserir vários horários diferentes para todos os dias da semana ou agrupá-los em diferentes grupos (por ex. dias de semana e fim-de-semana). É ainda possível inserir diferentes épocas (*edit/seasons/add new*), situação bastante vantajosa para definir certos horários como por exemplo a ocupação de uma escola, uma época pode reflectir as férias de verão e outra a escola em regime normal.

Para o caso em questão a situação é a mais simples, tal como é possível observar na figura. Para associar o horário diário criado a este semanal será necessário procurar na

listagem apresentada no canto inferior esquerdo da figura o horário diário criado (quando seleccionado este é exibido no quadro imediatamente superior à listagem) e depois arrastar esse horário para o quadro ao lado.

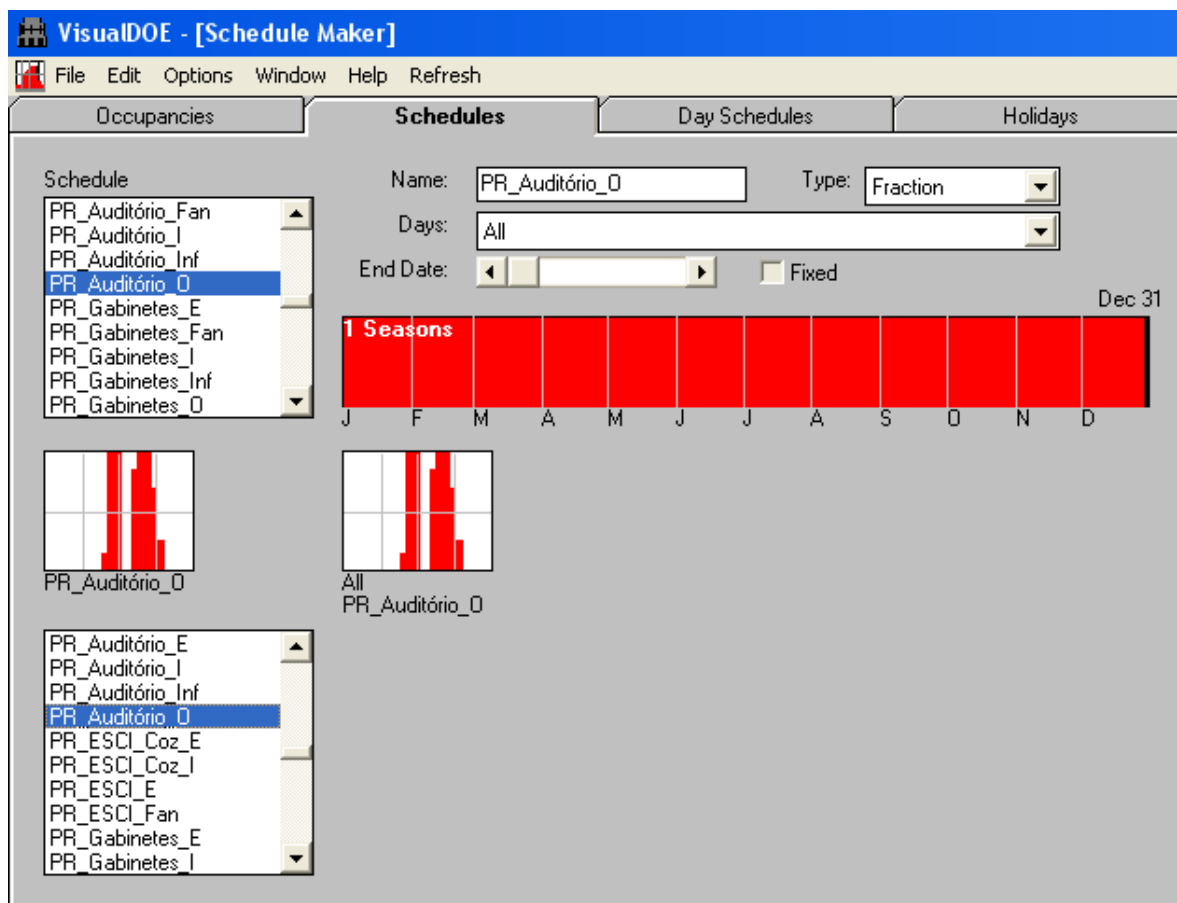


Figura 6.4 – Introdução de Perfis no VisualDOE (Schedule)

Após concluir com a definição do horário semanal apenas resta associar este horário com o correspondente perfil na janela “Occupancies”.

Criação de elementos de construção

Os elementos de construção estão, normalmente, definidos na altura da execução da simulação de projecto pelo que apenas será necessário reproduzir esses mesmos elementos no VisualDOE. Seguindo o mesmo critério tomado para a criação dos perfis, será demonstrada a metodologia para a inserção de uma parede sendo que os restantes elementos serão inseridos da mesma forma. Como exemplo demonstrativo será inserida a Parede Exterior.

Para efectuar-se a introdução dos elementos será necessário recorrermos ao módulo “*Constructions Editor*”. Neste módulo é possível observar-se três diferentes janelas que são: *Constructions*, *Calculation Details* e *Materials*. De modo a ser possível construir a parede em questão será necessário definir os materiais que compõem a parede. Para esse efeito teremos de introduzir os materiais um a um na janela *Materials*.

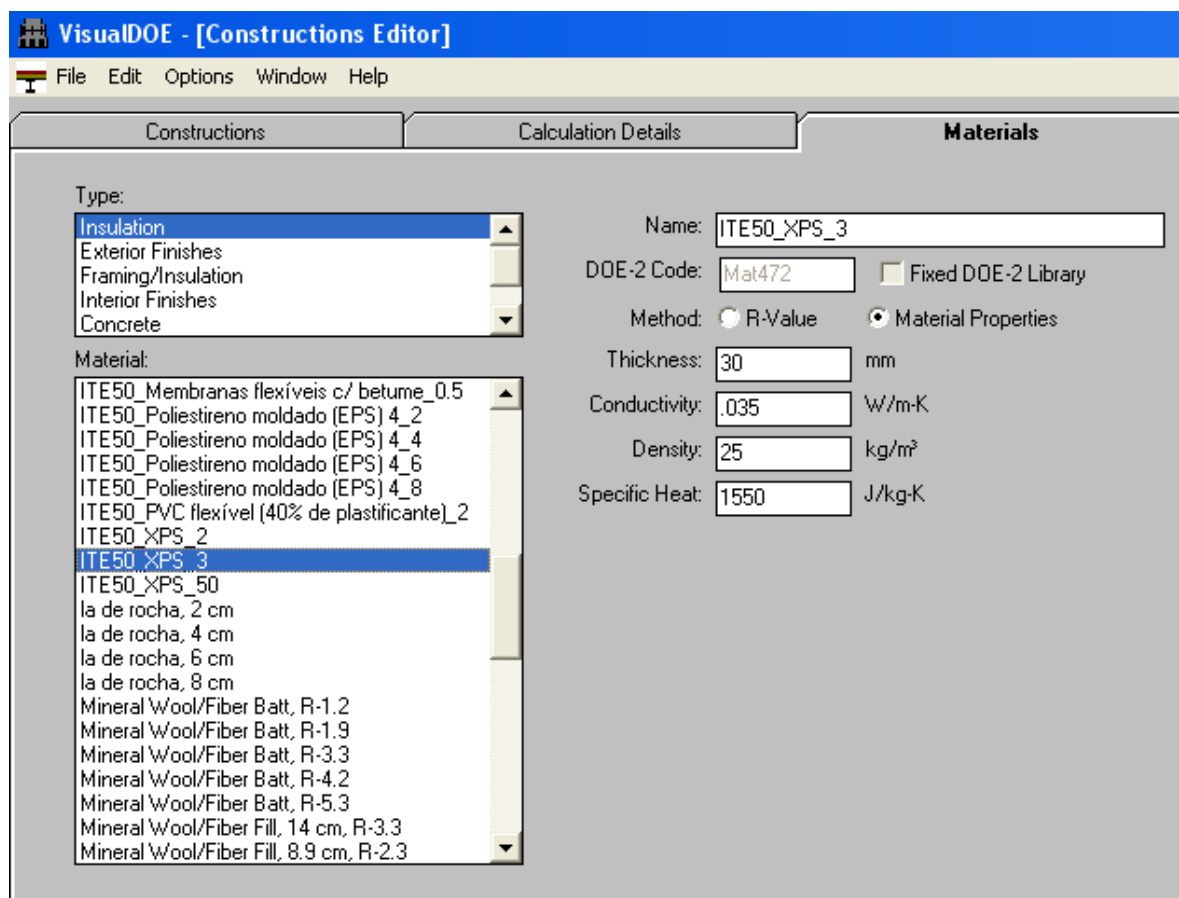


Figura 6.5 – Introdução de materiais no VisualDOE (*Materials*)

Na janela *Materials* será necessário definir qual o tipo de material que vai ser introduzido, para este exemplo considerou-se a introdução de um isolante de poliestireno extrudado (XPS). É adicionado um novo material através da barra de ferramentas (*Edit/add new*) e em seguida será necessário inserir as características do material, nomeadamente: espessura, condutividade térmica, massa volúmica e o calor específico. Note-se que a introdução das características do material pode ser efectuada por outro método, seleccionando a opção *R-Value* no *Method* é possível introduzir apenas a Resistência Térmica R ($m^2 \cdot ^\circ C/W$).

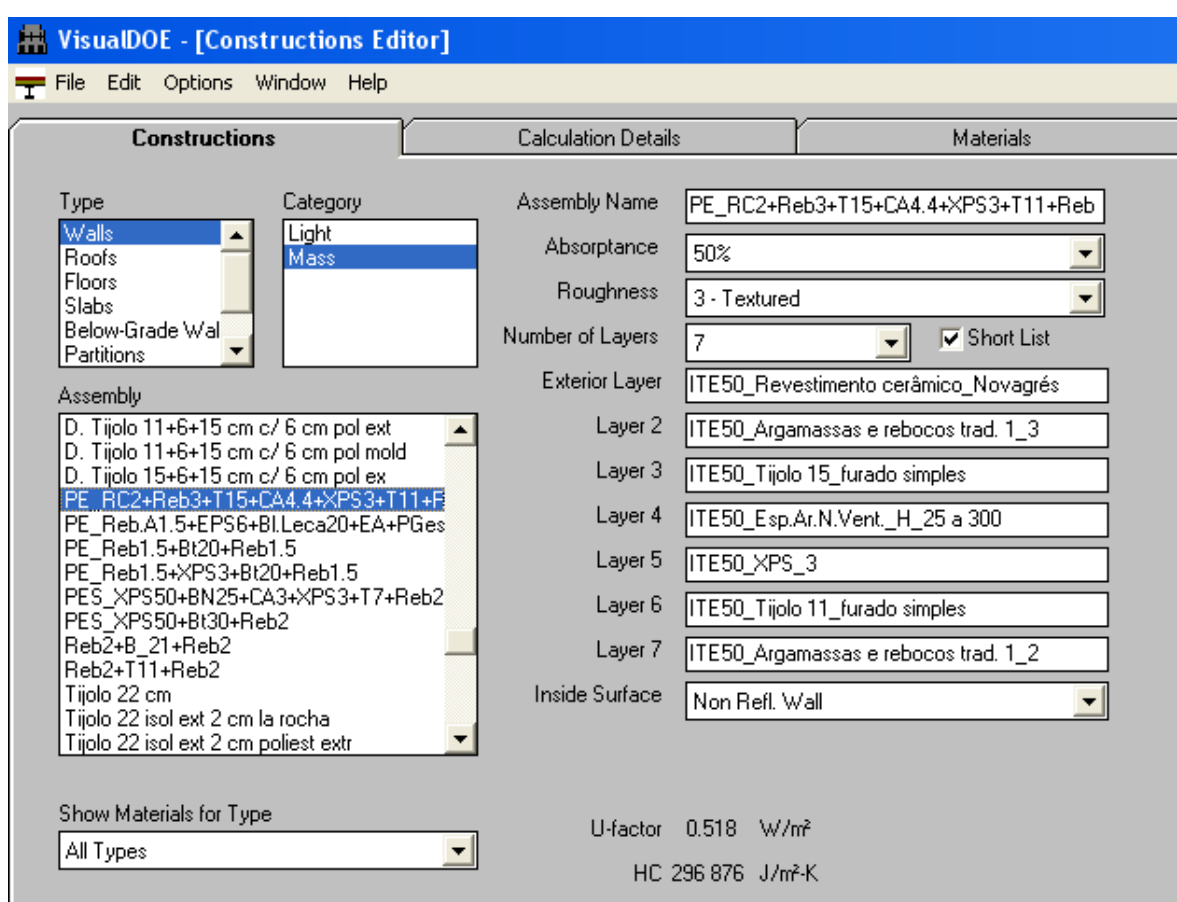
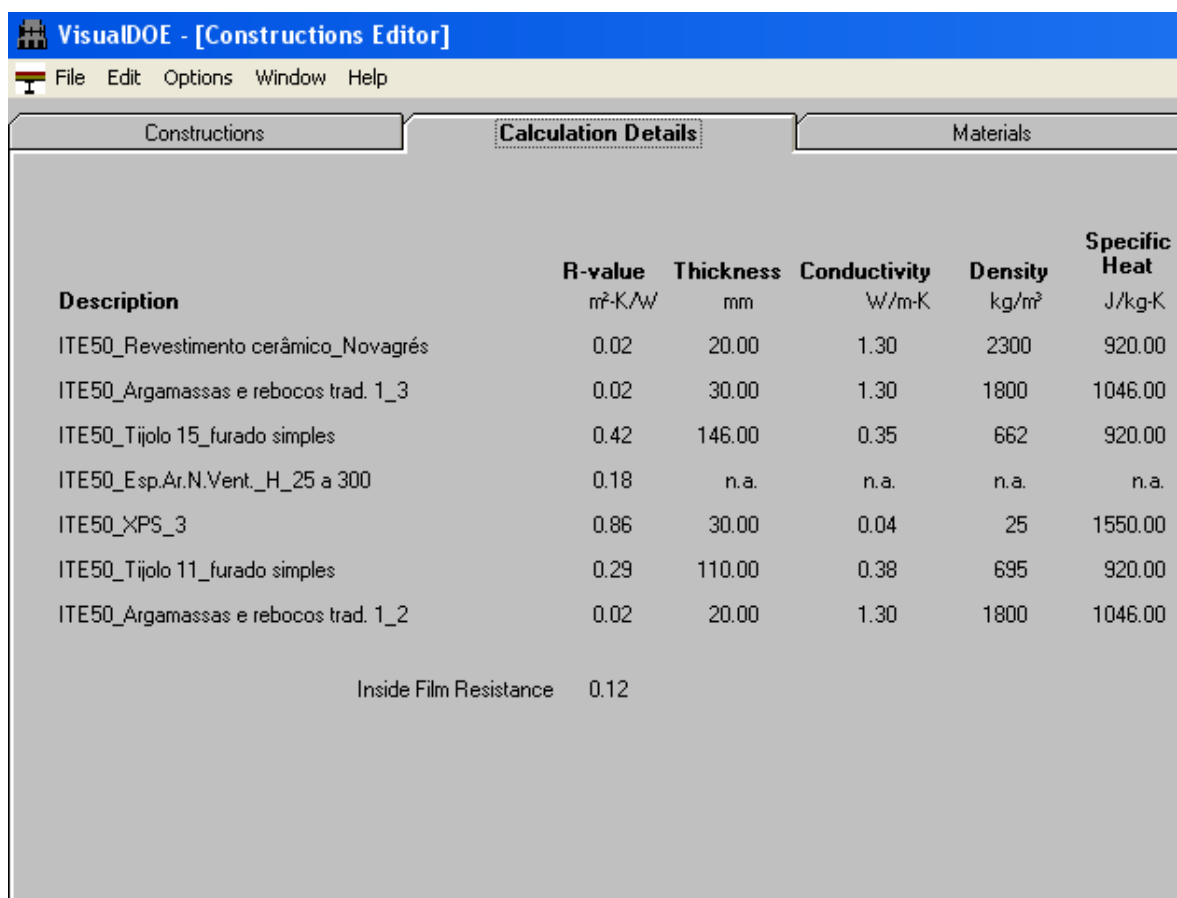


Figura 6.6 – Introdução de materiais no VisualDOE (Constructions)

Após a inserção de todos os materiais necessários recorre-se à janela *Constructions* para aqui construir a parede desejada. Nesta janela observam-se várias opções, a primeira escolha recai no tipo de elemento (neste exemplo será parede, *walls*) e na categoria desse mesmo elemento (como se trata de uma parede exterior será *mass*). Após digitar-se o nome pretendido

será necessário algum cuidado nas duas seguintes opções (*Absorptance* e *Roughness*) pois estas irão definir a resistência superficial exterior da parede. O ponto seguinte será seleccionar quantas *layers* compõem a parede e introduzir os respectivos materiais numa sequência do exterior para o interior.

Para finalizar é possível observar as características dos vários materiais inseridos usando a janela *Calculation Details*.



Description	R-value m ² ·K/W	Thickness mm	Conductivity W/m·K	Density kg/m ³	Specific Heat J/kg·K
ITE50_Revestimento cerâmico_Novagrés	0.02	20.00	1.30	2300	920.00
ITE50_Argamassas e rebocos trad. 1_3	0.02	30.00	1.30	1800	1046.00
ITE50_Tijolo 15_furado simples	0.42	146.00	0.35	662	920.00
ITE50_Esp.Ar.N.Vent._H_25 a 300	0.18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
ITE50_XPS_3	0.86	30.00	0.04	25	1550.00
ITE50_Tijolo 11_furado simples	0.29	110.00	0.38	695	920.00
ITE50_Argamassas e rebocos trad. 1_2	0.02	20.00	1.30	1800	1046.00
Inside Film Resistance	0.12				

Figura 6.7 – Introdução de materiais no VisualDOE (*Calculation Details*)

Construção do Edifício no VisualDOE

Dada a complexidade dos desenhos de arquitectura e de modo a tornar a construção do edifício no programa mais célere optou-se por importar os desenhos de CAD para o VisualDOE em vez de desenhá-los directamente no programa. Tanto para desenhar o edifício à mão como para importar os desenhos é necessário recorrer à opção *custom building* (na figura seguinte está assinalado com um círculo azul). Deve-se arrastar o ícone para um dos quadrados do lado esquerdo do ecrã e depois soltar o botão do rato. Aparecerá então uma nova janela onde é possível desenhar manualmente ou importar os ficheiros CAD.

Dado que o VisualDOE simplifica os espaços para rectângulos nos seus cálculos, foram desenhados os espaços de acordo com esta situação, tendo sempre em atenção que a área útil do edifício não ficava reduzida nesta simplificação (zonamento – ver capítulo 6.2).

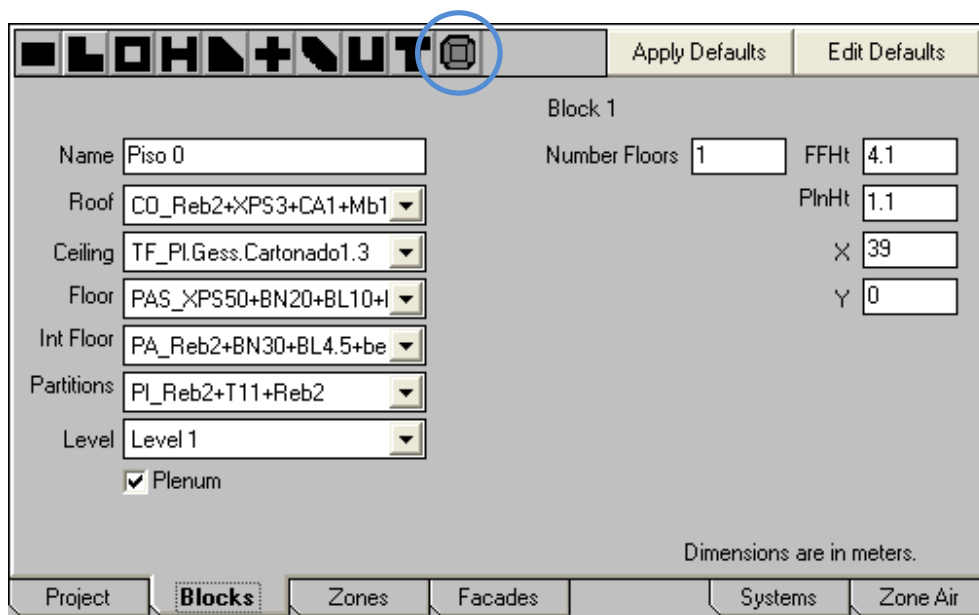


Figura 6.8 – Definição do modelo no VisualDOE

Após a janela se abrir deve-se ir à barra de ferramentas (*file/open DXF file*) e importar o ficheiro. Em seguida deve-se inserir as zonas uma a uma sem esquecer que:

- Cada nova zona a inserir deve tocar uma zona já inserida;
- O zonamento deve ser feito tendo em conta que existe um número limite de zonas que não pode ser ultrapassado;

- Se o zonamento é muito complexo (vários vértices) é possível que se exceda o limite de vértices.

Definição do Edifício

Com a conclusão da construção do edifício no VisualDOE inicia-se uma nova etapa, a qual consiste na definição do edifício construído. Na figura apresentada é possível observar o edifício completo pelo que agora será necessário recorrer às diferentes janelas disponíveis para caracterizá-lo da melhor maneira possível. Dentro do módulo *Graphic editor* são identificáveis as seguintes janelas:

- *Project*;
- *Blocks*;
- *Zones*;
- *Facades*;
- *Systems*;
- *Zone Air*.

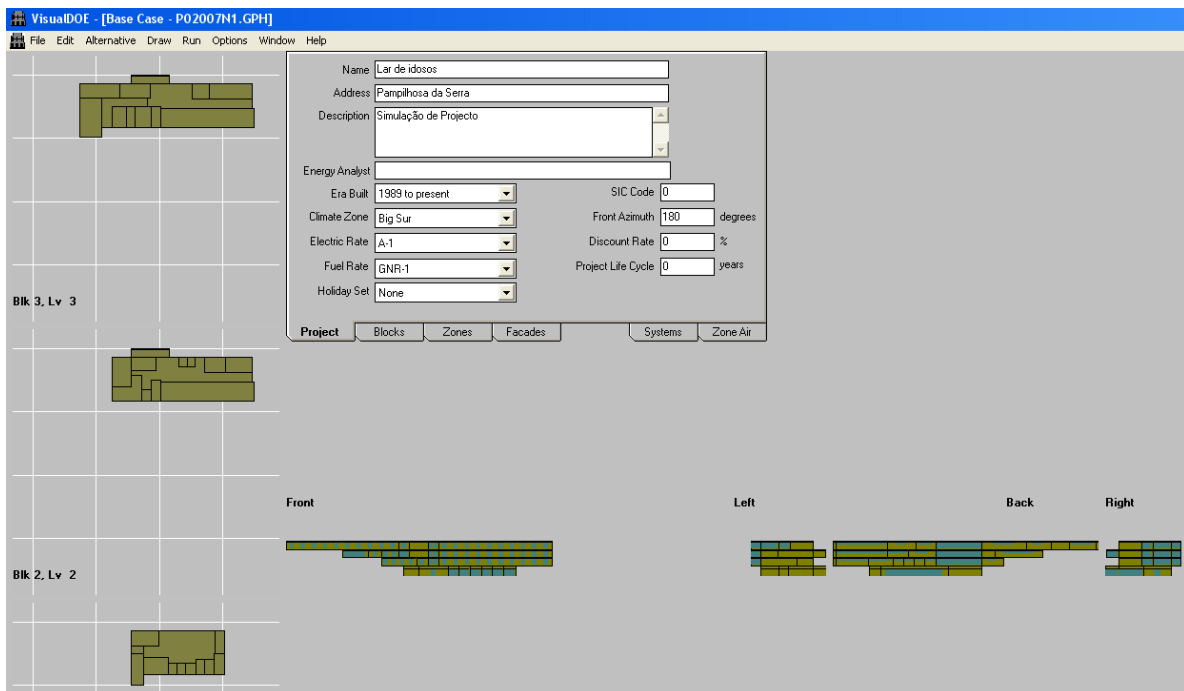
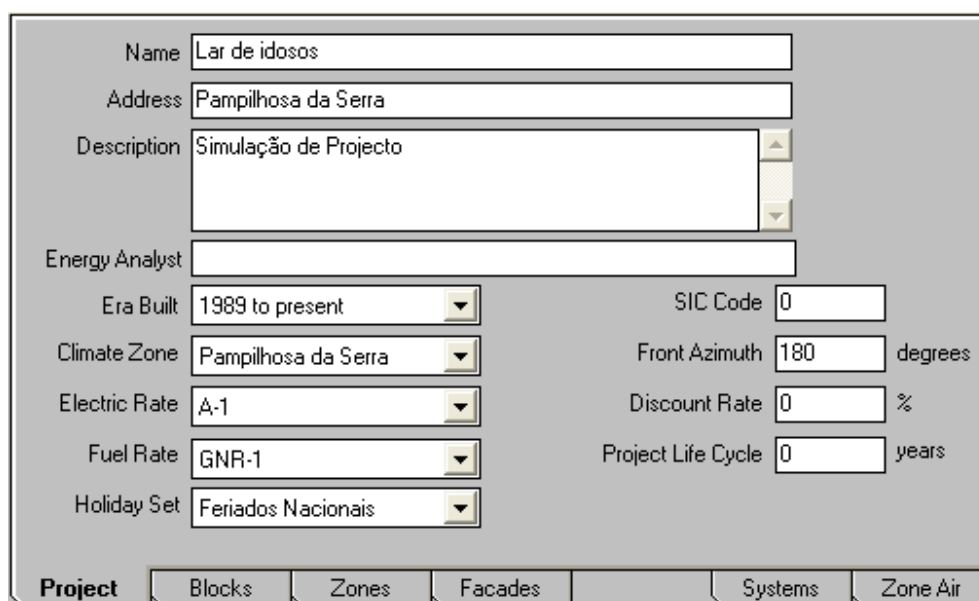


Figura 6.9 – Visão geral do Graphic Editor do VisualDOE

Project

Na janela “*Project*” é definido o edifício segundo um ponto de vista genérico. Aqui apenas três pontos têm alguma importância que são: a opção “*Era Built*” onde é definido a época de construção do edifício; a zona climática onde se deve seleccionar a zona correspondente; a opção “*Front Azimuth*” define a orientação do edifício, o azimute é o ângulo formado pelo norte geográfico e a normal à fachada inferior do desenho da planta do primeiro bloco. Dado que a normal à fachada aponta para sul o ângulo correspondente é de 180°, note-se que o ângulo é sempre medido no sentido horário.



Name	Lar de idosos	
Address	Pampilhosa da Serra	
Description	Simulação de Projecto	
Energy Analyst		
Era Built	1989 to present	SIC Code 0
Climate Zone	Pampilhosa da Serra	Front Azimuth 180 degrees
Electric Rate	A-1	Discount Rate 0 %
Fuel Rate	GNR-1	Project Life Cycle 0 years
Holiday Set	Feriados Nacionais	

Project | Blocks | Zones | Facades | Systems | Zone Air

Figura 6.10 – Sub-espço do Graphic Editor (*Project*)

Blocks

Na janela “*Blocks*” são definidas as características construtivas de cada bloco (leia-se cada piso). Dado que existe tecto falso e que o sistema de climatização será efectuado por esse meio é necessário seleccionar a caixa plenum, passando a termos de definir 5 elementos construtivos que são: *Roof* (Cobertura), *Ceiling* (Tecto Falso), *Floor* (Pavimento em contacto com o terreno), *Interior Floor* (Pavimento Interior) e *Partitions* (Parede Interior).

Note-se que relativamente aos pavimentos existem dois tipos e dependendo da localização do bloco, o VisualDOE definirá qual é o pavimento correspondente. Para o bloco correspondente ao piso 1, o elemento que o define é diferente dos restantes pisos, neste caso porque neste piso verificam-se três tipos de pavimentos e como é in comportável para o

VisualDOE inserir três optou-se pela opção mais desfavorável, neste caso foi o pavimento sobre o exterior (em contacto com o ar exterior). A opção “level” serve para definir o nível do pavimento do bloco, permite assim identificar se o bloco está localizado acima ou ao lado de outros blocos. Para o caso de o bloco se repetir por vários pisos é possível adicionar na opção “Number Floors” os vários pisos de modo a evitar a sua inserção. As siglas FFHt e PlnHt correspondem, respectivamente, à altura de um pavimento ao pavimento superior, e à altura do tecto falso. Os valores X e Y correspondem às coordenadas do canto inferior esquerdo do bloco.

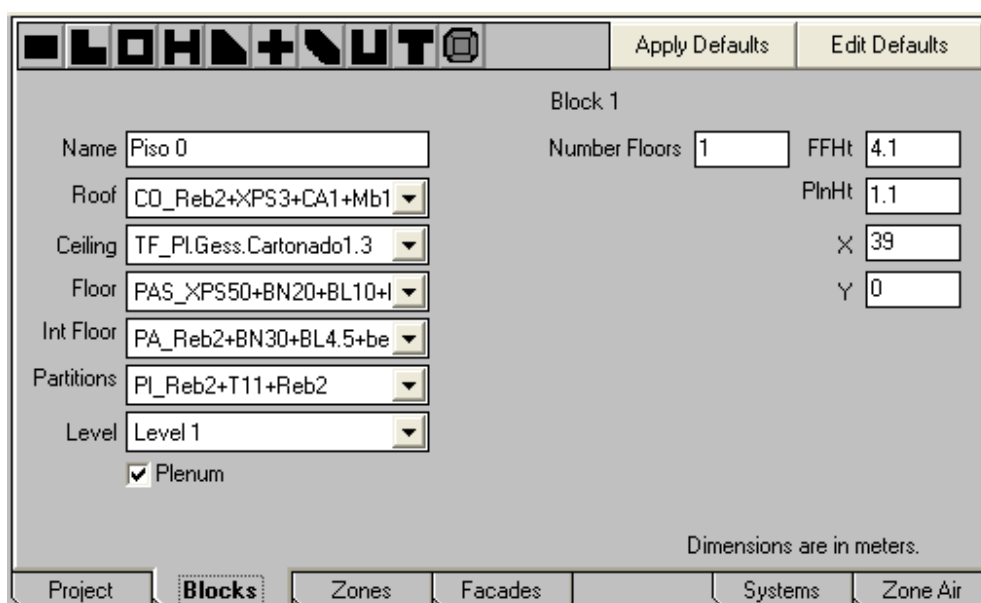


Figura 6.11 – Sub-espço do Graphic Editor (Blocks)

Zones

A janela “Zones” possibilita as opções de definir as densidades de iluminação (LPD), equipamento (EPD) e ocupação de cada zona. É possível definir ainda se a zona seleccionada é climatizada ou não (*Zone Type*), associar o perfil de ocupação criado com o espaço e inserir controladores automáticos para combinar luz natural com luz artificial (*Daylight Control*). As infiltrações (*Infiltration*) para cada espaço são definidas neste ponto.

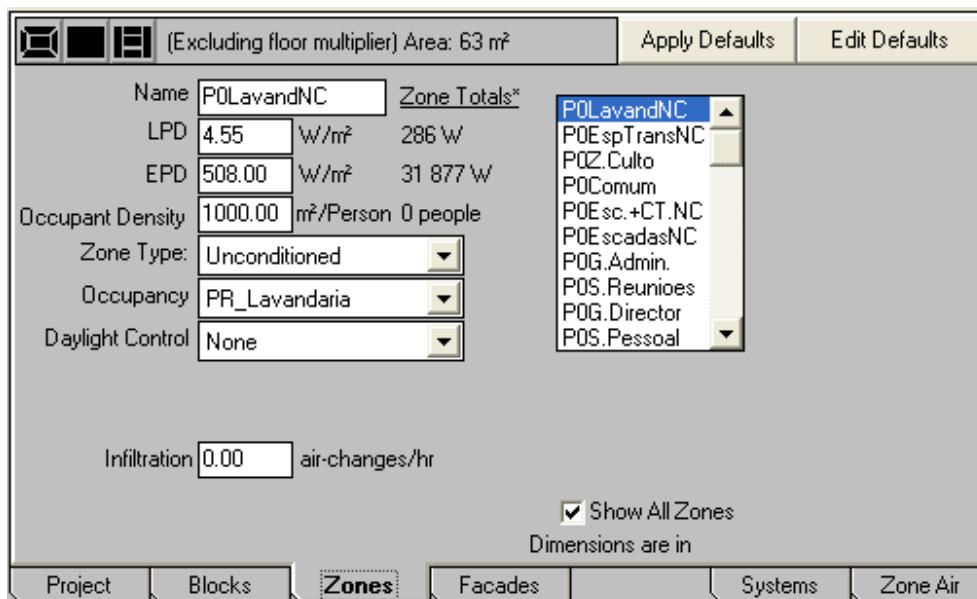


Figura 6.12 – Sub-espço do Graphic Editor (Zones)

Systems

Na janela “*Systems*” serão definidos tanto o sistema principal de ar condicionado (*Chiller/Bomba de Calor*) como os sistemas secundários de ar condicionado (ventilo convector, UTAs, etc). O primeiro ponto a definir será qual o tipo de sistema de ar condicionado secundário a utilizar (esta escolha recaiu no projectista de AVAC) através da opção *Assignments*. Optou-se pela opção *Custom* pois esta é a mais flexível das quatro opções presentes porque permite criar sistemas associados às zonas. Neste caso todas as zonas existentes aparecem à direita e os sistemas existentes ao lado. Para adicionar um sistema basta clicar na tecla “*add new*”, sendo depois necessário associá-lo a um espaço. Para isso basta arrastar o espaço para o correspondente sistema.

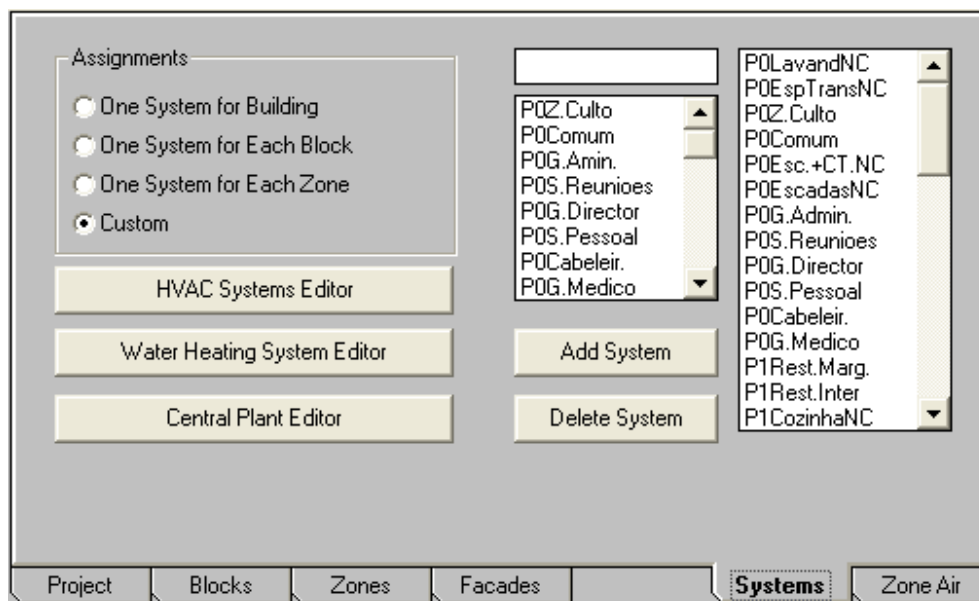


Figura 6.13 – Sub-espço do Graphic Editor (Systems)

A opção **“Water Heating System Editor”** corresponde à definição de um sistema de aquecimento de água para outros fins que não sejam a climatização (AQS), como a legislação aplicável a este edifício (RSECE) não contempla AQS esta parcela não será utilizada.

Assim sendo na opção **“HVAC Systems Editor”** será definido o sistema secundário de ar condicionado como se pode observar na figura seguinte. Para o caso exposto observa-se a descrição do espaço Zona de Culto (é definido na opção *Systems*). Nesta janela é possível definir o tipo de sistema, para esta instalação foi considerado uma ligação a quatro tubos, no espaço *“Schedule”* é caracterizado a forma de uso dos ventiladores e os *set-points* de aquecimento e arrefecimento, previamente definidos no SCHEDULE MAKER. É necessário em seguida indicar qual a era de construção do sistema e definir a forma de retorno do ar tratado (*Return air path*). O parâmetro *Control Zone* serve para especificar qual a zona que contém o termóstato que acciona os arrefecedores e aquecedores de ar.

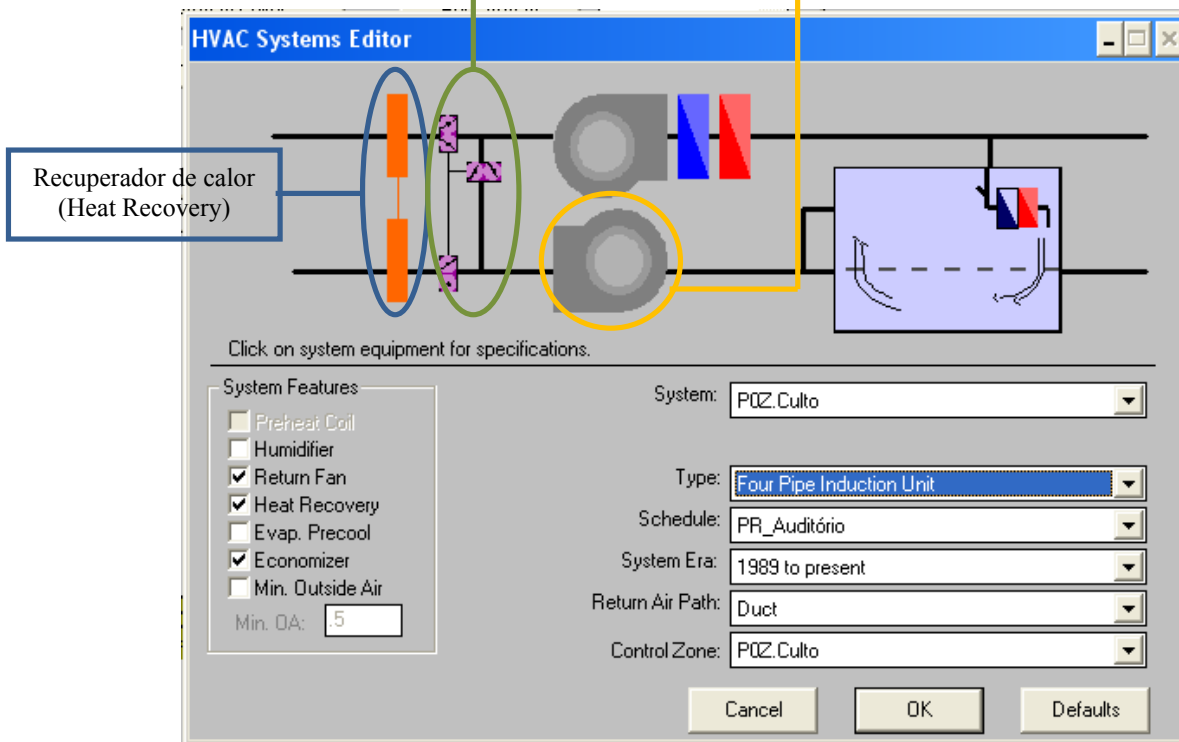


Figura 6.14 – Selecção do sistema de climatização

Na listagem do lado esquerdo é possível observar várias opções extras (“*Systems Features*”) que podem ser incluídas de modo a melhorar o desempenho do sistema. Para o caso tratado foram incluídos o ventilador de extracção, o recuperador de calor e o economizador (*Free-Cooling*). Estes novos componentes devem ser devidamente configurados, para tal deve-se clicar nos elementos uma vez de modo a abrir a janela correspondente e aí configurar o equipamento.

Para o recuperador de calor será apenas necessário definir qual a eficiência do recuperador de calor, sendo que segundo a legislação em vigor é de carácter obrigatório que seja de pelo menos 50%, sempre que existir recuperação de calor.

No caso do ventilador de extracção estes podem ser definidos de duas maneiras ou por pressão e rendimento ou por Potência e diferencial de temperaturas. Para o caso optou-se por inserir a pressão estática e os rendimentos do ventilador como se observa na figura seguinte.

O mesmo caso verifica-se para o economizador, tendo-se neste caso optado por definir as temperaturas limites inferiores e superiores, tal como apresentado na figura ao lado.

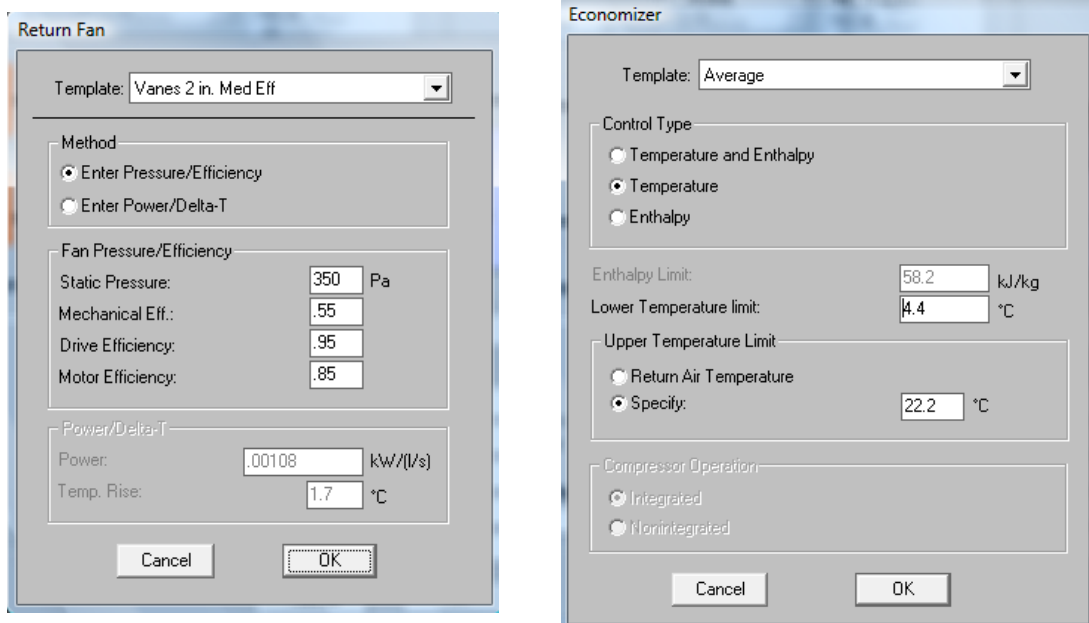


Figura 6.15 – Definição do ventilador extracção e do free-cooling

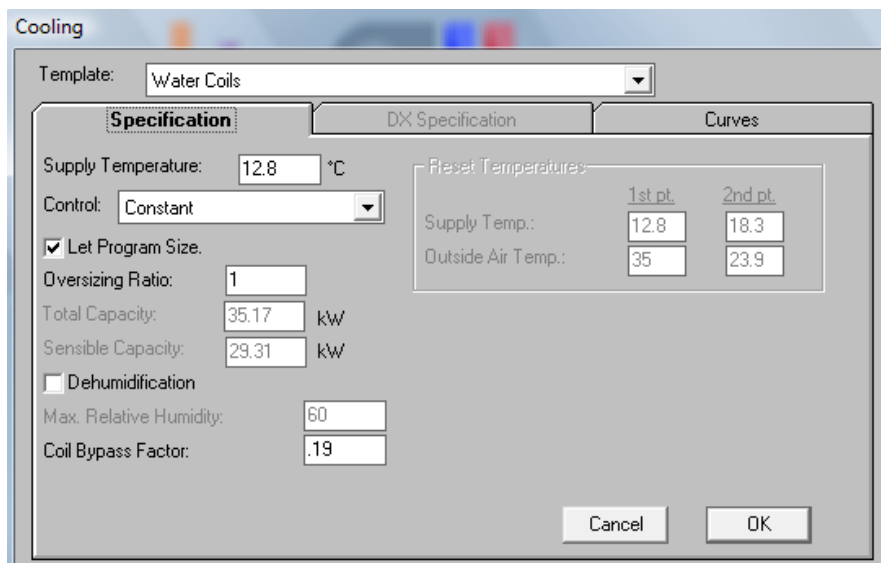


Figura 6.16 – Definição da bateria de arrefecimento

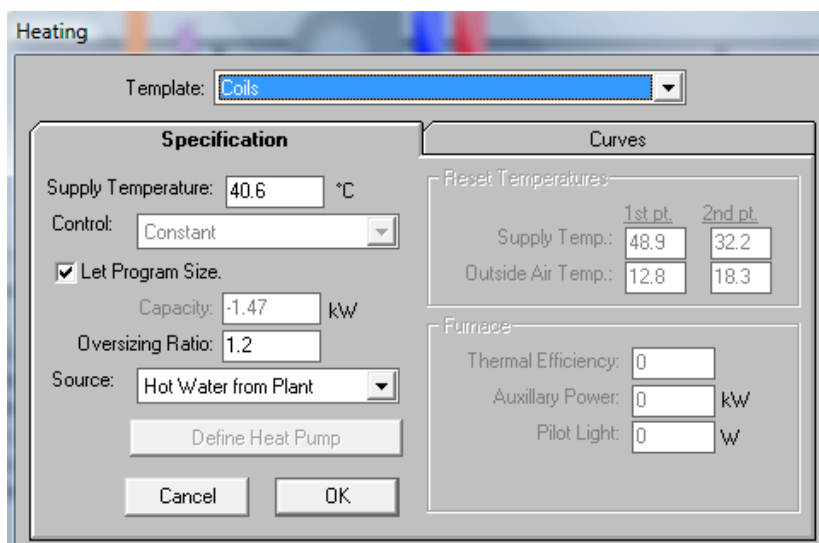


Figura 6.17 – Definição da bateria de aquecimento

Acendendo à opção “**Central Plant Editor**” é possível configurar o sistema centralizado de produção de água fria/quente tal como descrito anteriormente.

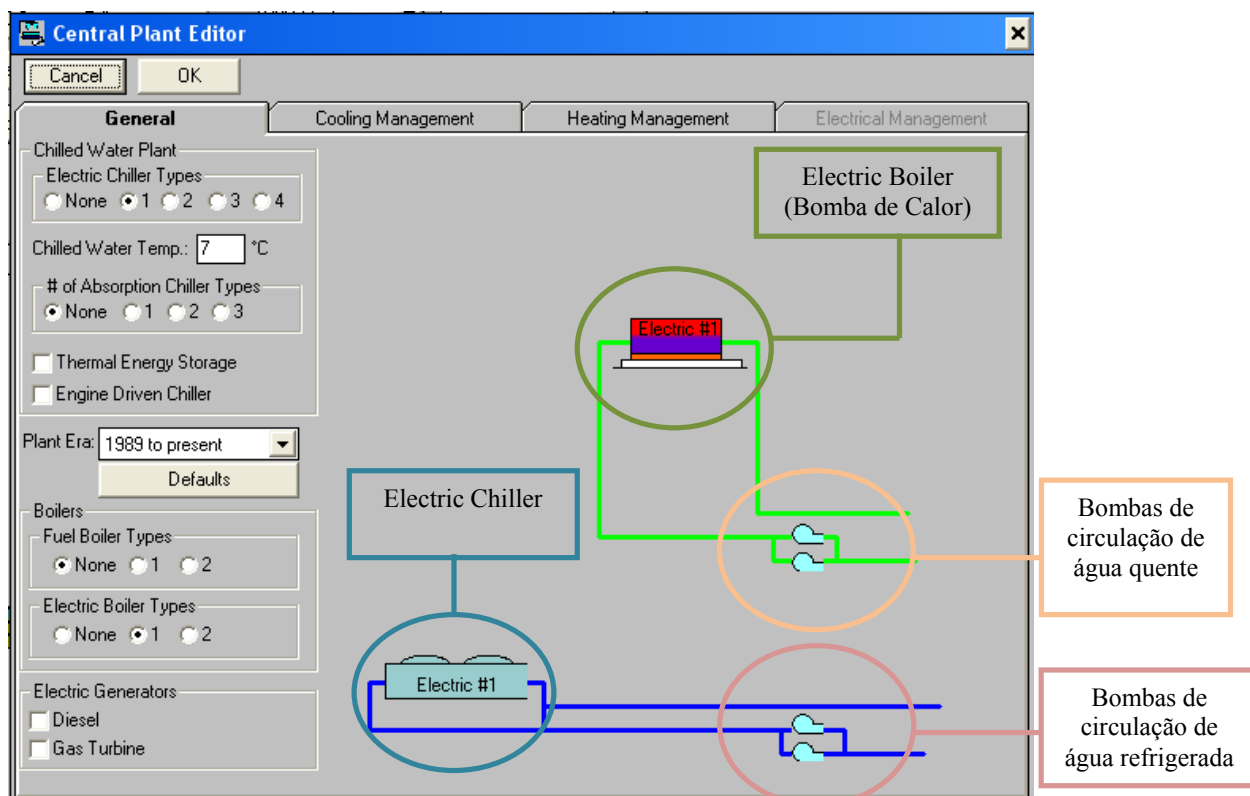


Figura 6.18 – Definição do sistema centralizado de climatização

Tal como se pode observar na figura foi inserido a Bomba de Calor/*Chiller* em separado dado que o VisualDOE não permite ter um único equipamento com as duas funcionalidades. Nas seguintes figuras é possível observar a definição da Bomba de Calor, onde os valores das variáveis são os pré-definidos por defeito (foram efectuadas alterações no código, directamente no DOE 2.1E). Seleccionou-se a opção “*Let Program Size*” para a simulação de projecto e introduzido o valor do equipamento para a simulação nominal.

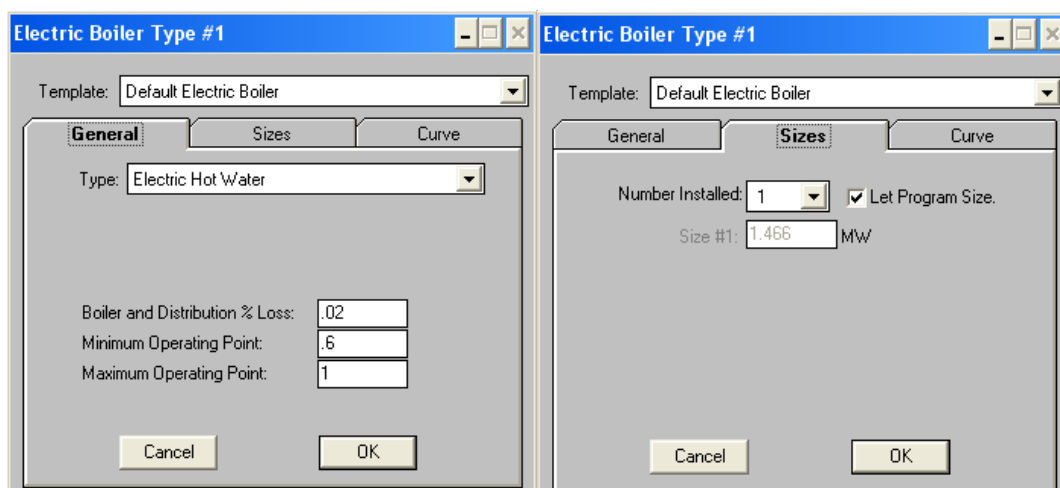


Figura 6.19 – Definição da Bomba de Calor

Na definição do *Chiller* foi seleccionado a caixa com a opção “*Air Cooled*” dado tratar-se de um *Chiller* com arrefecimento a ar.

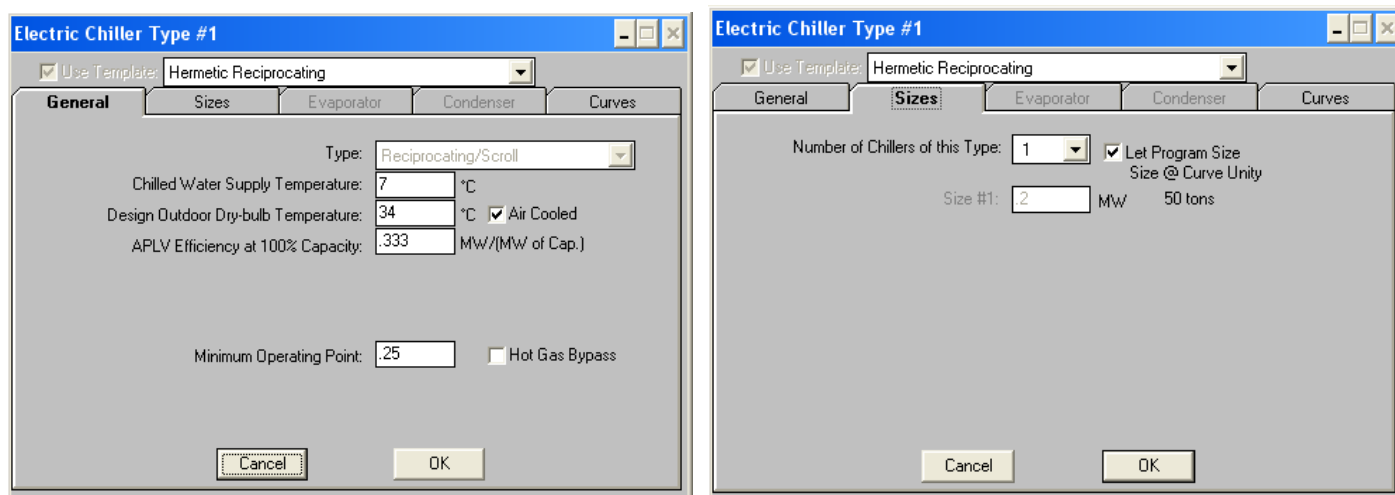


Figura 6.20 – Definição do Chiller

Clicando nas bombas, na opção *Central Plant Editor*, podemos aceder às seguintes janelas dependendo das bombas que foram seleccionadas. Para o caso das bombas de circulação estas foram definidas como bombas de caudal variável e foram introduzidas as perdas de carga estipuladas pelo projectista de AVAC.

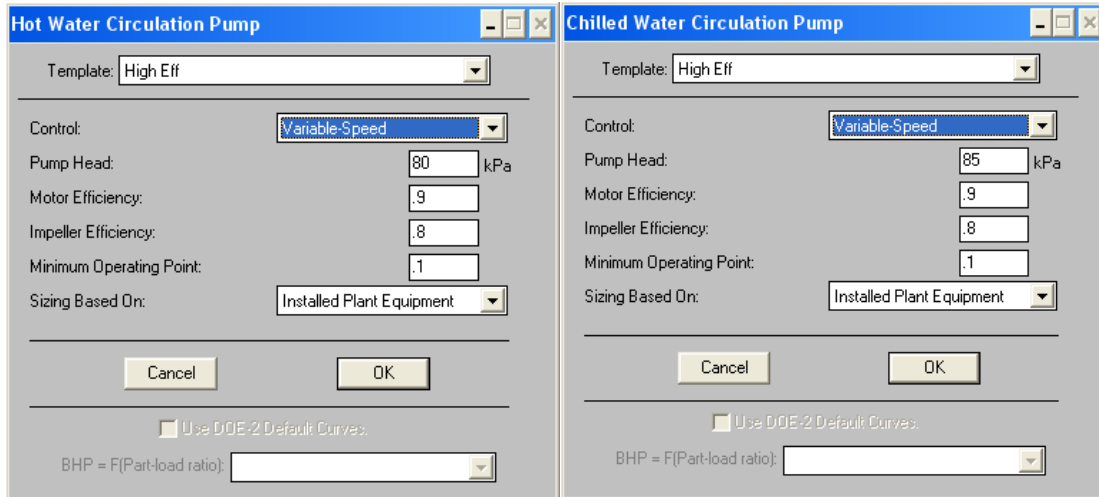


Figura 6.21 – Definição das bombas de circulação

Zone Air

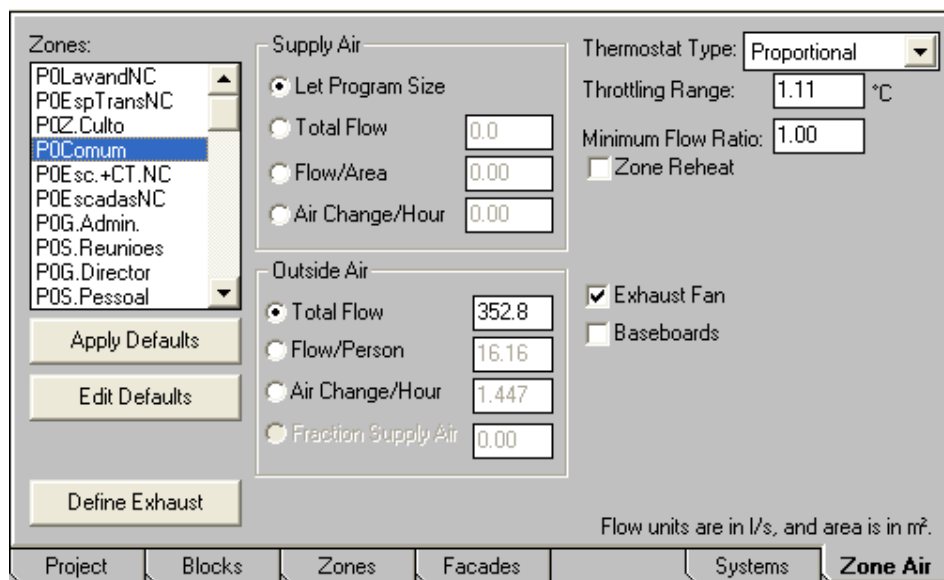


Figura 6.22 – Sub-espaco do Graphic Editor (Zone Air)

Por último na janela “Zone Air” é possível introduzir os caudais de insuflação (*Supply Air*) e ar novo (*Outside Air*) assim como adicionar ventilador de extracção (*Exhaust Fan*). Para

o caso em estudo foi definido e introduzido no programa o caudal mínimo de ar novo segundo o RSECE deixando o software fixar o caudal de insuflação, em virtude da temperatura de conforto ter sido imposta nos perfis de utilização (*Schedule*), o programa definirá qual o caudal de ar insuflado necessário para garantir essas mesmas condições de conforto. No canto inferior esquerdo pode-se definir o ventilador de extracção (esta opção apenas está disponível se a caixa “*Exhaust Fan*” estiver seleccionada).

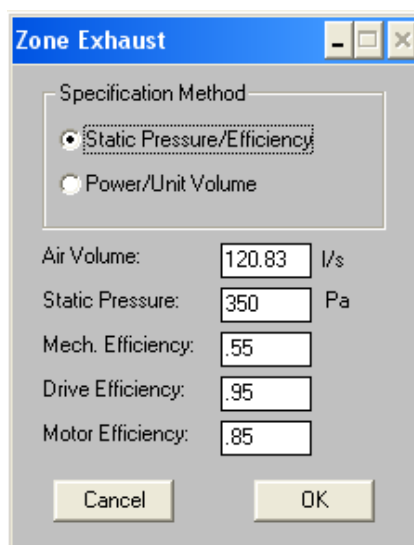


Figura 6.23 – Definição do ventilador de extracção

Nesta janela é possível introduzir quais os valores a definir (“*Specification Method*”). De referir que embora seja possível introduzir um caudal de extracção superior ao de ar novo, o software considerará que o ar novo insuflado tem o mesmo caudal que a extracção sempre que esta supere o valor de caudal definido na janela *Zone Air*.

Definição do Sombreamento

Tal como referido no capítulo 3.6, o sombreamento tanto dos envidraçados como do edifício (através de obstruções exteriores ao edifício) foram consideradas e inseridas na simulação.

Para a introdução do sombreamento criado por obstruções exteriores, é necessário ir à barra de ferramentas (*edit/exterior shading...*) e aparecerá uma janela onde será possível adicionar todas as obstruções existentes. Como é possível observar na figura seguinte foram colocados 5 sombreamentos que simulam a encosta a sul e o efeito de pala que a estrada de acesso ao piso 1 cria no piso 0 (Piso0_Pala). É possível definir a pala quanto ao seu tamanho (dimensões) assim como quanto à sua distância em relação ao edifício e ainda a sua orientação e ângulo em relação à vertical do edifício.

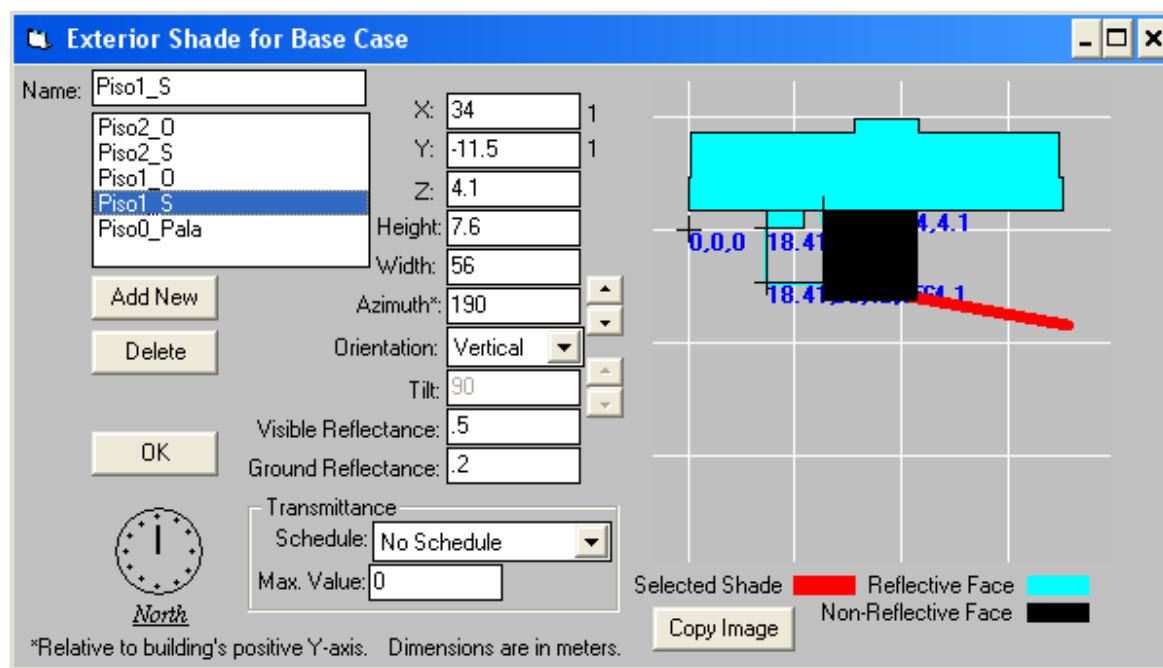


Figura 6.24 – Definição dos sombreamentos exteriores

Assim após a inserção de todos os sombreamentos exteriores ao edifício basta dar o OK para que estes passem a ser considerados nos cálculos. Na figura seguinte é apresentado uma imagem do edifício em 3D com os sombreamentos exteriores visíveis de modo a serem visualizados de uma maneira mais clara.

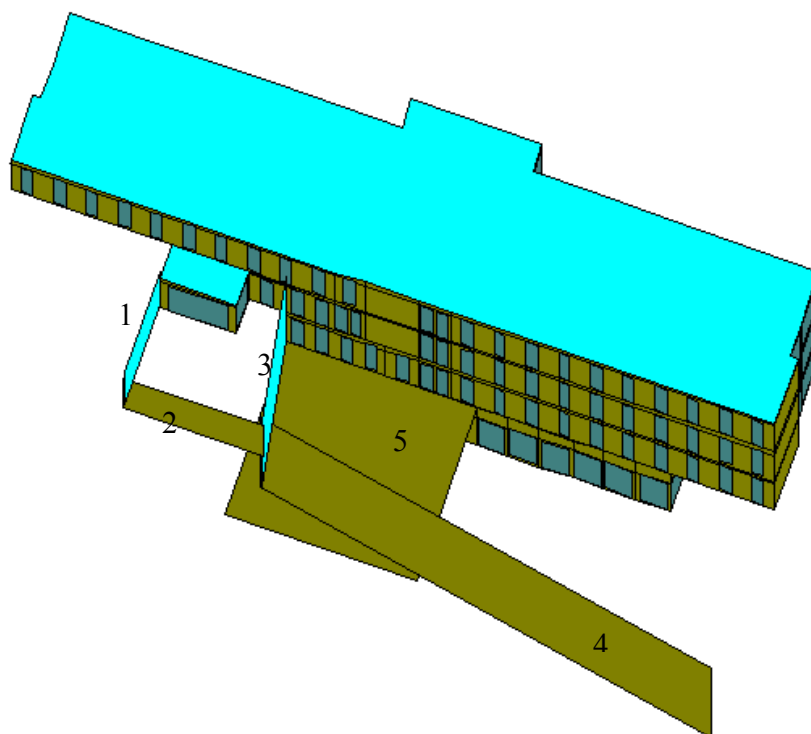


Figura 6.25 – Visualização dos sombreamentos exteriores

Legenda:

1. Piso2_O
2. Piso2_S
3. Piso1_O
4. Piso1_S
5. Piso0_Pala

No que respeita à inclusão de sombreamento nos envidraçados, tanto por elementos de obstrução horizontais ou verticais, será efectuada, individualmente, para cada envidraçado. Para isso no módulo *Graphic Editor*, na janela *Facades* é possível associar a cada fachada o correspondente envidraçado (definindo o seu tamanho, localização na fachada e ainda o tipo de envidraçado). Note-se que é também aqui que se define a parede exterior para cada fachada e se indica se existem elementos de oclusão interiores (na box *Interior Shading*), como por exemplo cortinas. Assim para colocarmos o sombreamento será necessário seleccionar a box “*exterior shading*” para que apareçam as opções de sombreamento horizontal (*Overhang*

Projection e *Overhang Distance*) e sombreamento vertical (*Side-fin Projection* e *Side-fin Distance*). As opções *Projection* definem o tamanho das palas enquanto as opções *Distance* definem a distância entre a pala e o envidraçado. Na figura seguinte é apresentado um envidraçado com uma pala horizontal.

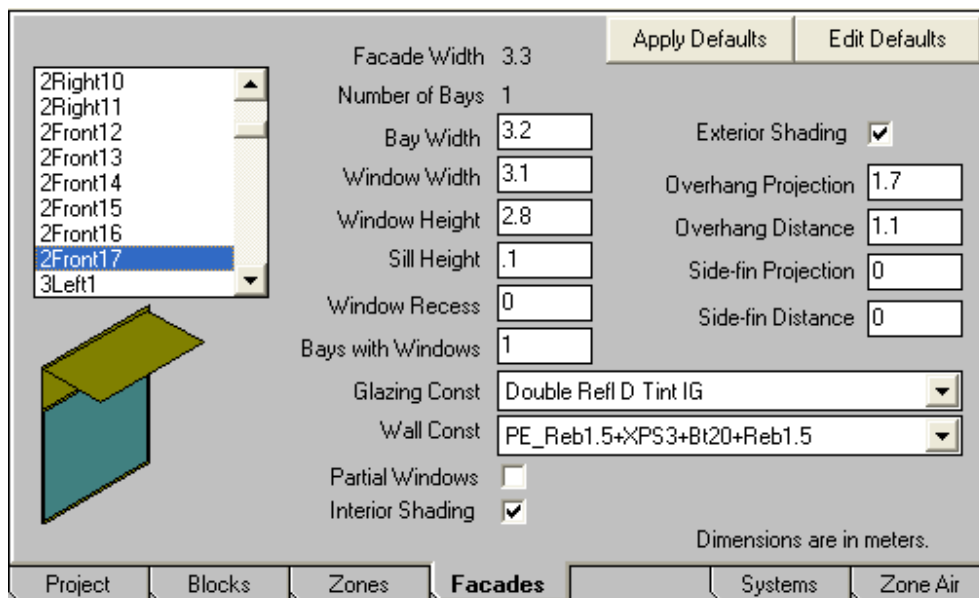


Figura 6.26 – Sub-espço do Graphic Editor

6.2 Definição do Modelo de Simulação

Para efeitos da simulação foram realizadas simplificações do modelo, reagrupando os espaços individuais em zonas de maiores dimensões tendo em conta a sua utilização e necessidades térmicas. Em seguida são apresentadas as áreas dos pisos com os seus respectivos zonamentos.

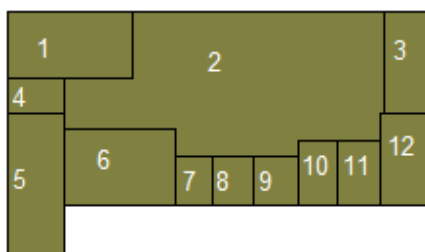


Figura 6.27 – Vista em Planta do Piso 0

- 1- Zona de Culto
- 2- Zona Comum
- 3- Escadas (Não Climatizada)
- 4- Espaço de Transição
- 5- Lavandaria
- 6- Escadas e Elevadores (Não Climatizada)
- 7- Gabinete Médico
- 8- Cabeleireiro
- 9- Sala de Pessoal
- 10- Gabinete do Director
- 11- Sala de Reuniões
- 12- Gabinete Administrativo

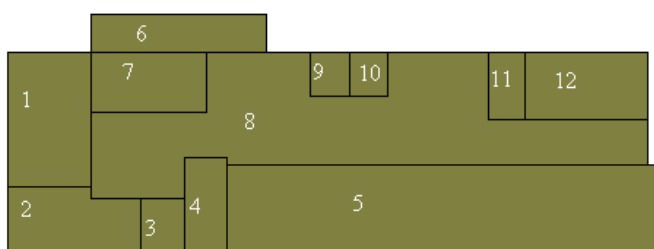


Figura 6.28 – Vista em Planta do Piso 1

- 1- Cozinha (Não Climatizada)
- 2- Escadas e Arrecadação (Não Climatizada)
- 3- Sala do Pessoal
- 4- Sala de Estar
- 5- Quartos
- 6- Restaurante Marginal
- 7- Restaurante Interno
- 8- Comum
- 9- Gabinete de Enfermagem
- 10- Sala do Vigilante
- 11- Escadas (Não Climatizada)
- 12- Salas

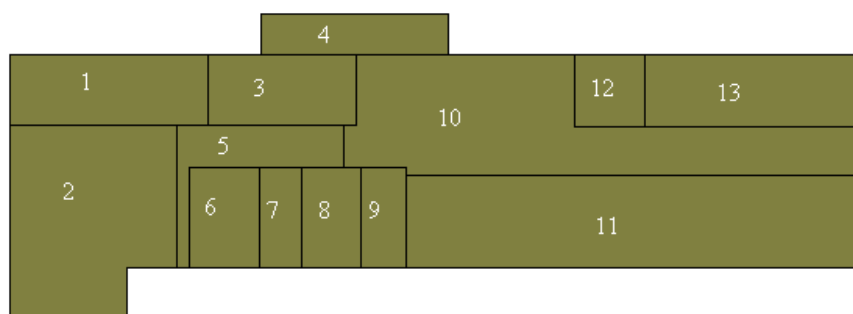


Figura 6.29 – Vista em Planta do Piso 2

- | | |
|-------------------------|-------------------------------|
| 1. Ginásio | 8. Escadas (Não Climatizada) |
| 2. Piscina | 9. Sala de Estar |
| 3. Restaurante Interno | 10. Comum2 |
| 4. Restaurante Marginal | 11. Quartos |
| 5. Comum1 | 12. Escadas (Não Climatizada) |
| 6. Fisioterapia | 13. Salas |
| 7. Sala do Vigilante | |

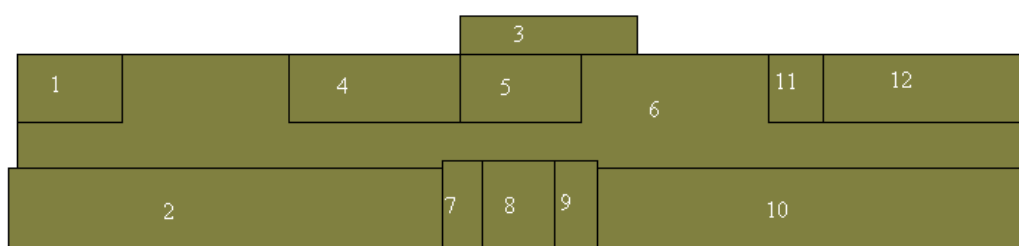


Figura 6.30 – Vista em Planta do Piso 3

- | | |
|----------------------|-------------------------------|
| 1. Sala Oeste | 8. Escadas (Não Climatizada) |
| 2. Quartos1 | 9. Sala de Estar |
| 3. Convívio Marginal | 10. Quartos2 |
| 4. Biblioteca | 11. Escadas (Não Climatizada) |
| 5. Convívio Interno | 12. Sala Este |
| 6. Comum | |
| 7. Sala do Vigilante | |

Os vários espaços adjacentes com utilizações idênticas em cada piso foram agrupados em zonas. As zonas não climatizadas, como as caixas de escadas e elevadores, foram inseridas no modelo como uma única zona sempre que a proximidade dos espaços assim o possibilitasse.

O diferencial dos caudais de ar novo e de extracção é de 0,12 [h⁻¹]. Sendo um edifício de classe 3 de exposição ao vento, e tendo um valor de desequilíbrio de caudal inferior ao valor limite 0,5 [h⁻¹], resultou num contributo de ventilação natural (pela forma de infiltrações) de 0,782 h⁻¹, segundo a metodologia referida no RCCTE. Este valor de 0.782 h⁻¹ será inserido para cada zona (ver figura 6.12).

Tabela 6.1 – Infiltrações

Região	A
Altura acima do solo [m]	7.5
Tipo de Zona	Zonas muito expostas
Rugosidade	III
Classe de Exposição	Exp. 3
Caudal Insuflado [m³/h]	27 505
Caudal Extraído [m³/h]	26 120
[Insuflado – Extraído] [m³/h]	1 385
Volume Útil [m³]	11 439
[Insuflado – Extraído] [h⁻¹]	0.12
Limite de desequilíbrio de caudal [h⁻¹]	0.5
Infiltrações [h⁻¹]	0.782

6.3 Simulação Dinâmica nas Condições de Projecto

O edifício foi simulado com o programa VisualDOE 2.61 e foram efectuados ajustamentos ao nível do ficheiro de input do DOE 2.1E, nos casos em que o VisualDOE não permitiu alterar determinados parâmetros, de acordo com os projectos de arquitectura e AVAC. Assim sendo, quando for referido neste documento o software “VisualDOE”, é necessário ter em conta que ao executar a simulação foram efectuadas as seguintes alterações directamente no código do ficheiro de *Input*.

Embora fosse possível definir um Chiller (EER=3) para a geração de frio, a versão do VisualDOE utilizada não permite definir uma bomba de calor como gerador de calor. Consequentemente, foi necessário simular a bomba de calor como uma caldeira eléctrica alterando o seu *Electric Input Ratio* para os 0,25, correspondente a uma bomba de calor de COP igual a 4. A seguinte alteração foi efectuada no ficheiro de Input do DOE 2.1E, em “*\$Part load info for electric Hot Water Boiler #1*”.

ELEC-INPUT-RATIO = 0.25

MIN-RATIO = .25

De modo a serem consideradas na simulação, a existência de lamelas de protecção solar (SHADE1-SCH) e de cortinas (SHADE2-SCH), de acordo com o definido no RCCTE, foram introduzidas as seguintes linhas em “*\$Set window shade schedules*”:

SHADE1-SCH = SCHEDULE THRU APR 20 (ALL) (1,24) VALUES = (1)

THRU OCT 31 (ALL) (1,24) VALUES = (0.376)

THRU DEC 31 (ALL) (1,24) VALUES = (1) ..

SHADE2-SCH = SCHEDULE THRU APR 20 (ALL) (1,24) VALUES = (1)

THRU OCT 31 (ALL) (1,24) VALUES = (0.793)

THRU DEC 31 (ALL) (1,24) VALUES = (1) ..

e retiradas as seguintes linhas em “*\$Set window shade defaults*”:

– MAX-SOLAR-SCH = SOLGAIN1-SCH

OPEN-SHADE-SCH = OPENSCHADE1-SCH

Verificando-se que a inclusão de cargas internas nas zonas não climatizadas tem influência nas necessidades térmicas do edifício, foram inseridas as densidades de iluminação nestas zonas. Nos espaços “Cozinha” e “Lavandaria”, é também incluída a densidade de equipamentos definida no perfil nominal constante do RSECE, sendo o perfil de utilização inserido de modo a garantir as horas de funcionamento definidas no anexo XXI, de acordo com o *Anexo XI do RSECE*.

O sistema de climatização introduzido no software foi o designado pelo projectista de AVAC, sistema centralizado (*Chiller e Bomba de Calor* num único equipamento) a 4 tubos. Assim foi definido no VisualDOE o sistema “*Four Pipe Induction Unit*” visto ser o que melhor retrata o considerado em projecto.

As temperaturas interiores de projecto consideradas são de 22°C e 24°C para aquecimento e arrefecimento, respectivamente. Estas temperaturas foram respeitadas para a simulação sendo os seus valores introduzidos nos perfis de projecto do VisualDOE.

Verificou-se que o ar novo insuflado respeitava os mínimos exigidos no *anexo VI do RSECE* para as tipologias seleccionadas. Note-se que dependendo da tipologia a que cada espaço está associado, o caudal desse espaço deverá respeitar os caudais atribuídos no anexo para essa actividade. Assim todos os espaços associados a **Estabelecimento de Saúde com Internamento** terão de ter caudais mínimos associados à actividade “Hospitais”. No caso da tipologia **Restaurantes** será a actividade “Serviços de Refeições” e **Clube Desportivo com Piscina** associado à actividade de “Entretenimento”.

As potências máximas de aquecimento e arrefecimento são definidas através do acréscimo de 40% ao valor obtido da simulação, tal como definido no RSECE.

Tabela 6.2 – Potências Térmicas dos equipamentos de Climatização

Potências	[kW]
Potência de aquecimento DOE 2.1E	230.3
Potência máxima regulamentar de aquecimento	322.4
Potência de aquecimento instalada	389
Potência de arrefecimento DOE 2.1E	292.1
Potência máxima regulamentar de arrefecimento	408.9
Potência de arrefecimento instalada	359

O equipamento seleccionado cumpre o regulamento pois no *ponto 5 do artigo 13º do RSECE* é dito que para sistemas do tipo Bomba de Calor é permitido que uma das potências, de aquecimento ou arrefecimento, ultrapasse o limite da potência máxima definida anteriormente.

7 Caracterização das Instalações Técnicas Especiais (AVAC)^{§§§§}

O projecto das Instalações Técnicas Especiais tem como objectivo definir uma instalação que garanta as condições de conforto tendo em conta as características e propósitos do edifício. Deve também dotar a instalação de meios que permitam uma condução fácil e económica da instalação e reduzam os custos de manutenção.

Perante estes objectivos são definidas soluções que contemplem os aspectos de habitabilidade, segurança assim como de gestão e economia energética. O sistema de climatização adoptado é do tipo centralizado recorrendo à produção de água refrigerada e água quente com distribuição a 4 tubos a unidades terminais do tipo ventilo-convector e unidades de tratamento de ar (UTA).

Tabela 7.1 – Equipamentos terminais de climatização

	Zona na simulação ^{*****}	Sistema
Piso 0	Zona 1	UTA
	Zona 2	UTA
	Zona 5	Grelhas de insuflação Grelhas de extracção
	Zonas 7 a 12	Ventilo-convectores
Piso 1	Zona 3, 4	Insuflação por difusores circulares Grelhas de extracção
	Zona 5, 9, 10	Ventilo-convectores
	Zona 6 e 7	UTA
	Zona 8	Ventilo-convectores (tipo cassette)
	Zona 12	UTA

^{§§§§} Dado que este relatório tem como objectivo a certificação energética, pelo que o projecto de AVAC não será abordado de uma forma extensiva muito embora o projecto de AVAC tenha, obrigatoriamente, de comprovar todos os pontos definidos no RSECE.

^{*****} Ver Zonamento no Capítulo 6 (figuras 6.27, 6.28, 6.29 e 6.30).

	Zona na simulação	Sistema
Piso 2	Zona 1	UTA
	Zona 2	Grelhas de insuflação Grelhas de extracção
	Zona 3 e 4	UTA
	Zona 5, 10	Ventilo-convectores (tipo cassette)
	Zona 6, 7, 9	Insuflação por difusores circulares Grelhas de extracção
	Zona 11	Ventilo-convectores
	Zona 13	UTA
Piso 3	Zona 1	UTA
	Zona 2, 10	Ventilo-convectores
	Zona 3 e 5	UTA
	Zona 4	UTA
	Zona 6	Ventilo-convectores (tipo cassette)
	Zona 7, 9	Insuflação por difusores circulares Grelhas de extracção
	Zona 12	UTA

7.1 Sistemas de Climatização e Ventilação dos espaços

Devido às diferentes singularidades que os espaços apresentam foram consideradas diferentes soluções dependendo dos espaços. Foram seleccionadas quatro UTAN (unidade de tratamento de ar novo) que funcionam uma por piso, de modo a garantir a qualidade do ar novo introduzido. As UTAN possuem capacidade de free-cooling e recuperação de calor.

Os sistemas terminais de tratamento de ar instalados foram definidos segundo a utilização dos espaços a climatizar, razão pela qual podemos observar sistemas de difusão tipo UTA (unidade de tratamento de ar) ou ventilo-convector em tecto falso, com sistemas de difusão lineares ou de grelhas. A extracção é também feita pelo tecto falso através de grelhas de

extracção sendo que as casas de banho possuem extracção independente. Com esta estratégia de difusão do ar, denominada por mistura, obtém-se uma eficiência de ventilação de 0,6.

7.2 Grupo Produtor de água refrigerada/quente com recuperação

A produção centralizada de fluidos térmicos será assegurada por uma unidade com produção de água refrigerada, água quente e simultaneidade água refrigerada e água quente, com circuitos independentes (4 tubos).

Características Técnicas do Chiller/Bomba de Calor:

- Potência Frigorífica: 359 kW
- Potência Absorvida: 139 kW
- Potência Calorífica: 389 kW
- Potência Absorvida: 131 kW
- Potência frigorífica modo recup: 368 kW
- Potência calorífica modo recup.: 475 kW
- Potência Absorvida: 115 kW
- Número de compressores: 2
- Escalões de capacidade: 6
- Fluido frigorigéneo: R134a

Note-se que as potências descritas são para uma temperatura exterior de 35°C.

7.3 Sistema Solar

Será inserido um sistema de energia solar que funcionará como energia principal para as necessidades de água quente sanitária (AQS) e ainda ajudar no aquecimento da piscina. Este sistema pretende fornecer cerca de 69% das necessidades de AQS e também 18% das necessidades de aquecimento da piscina.

Os consumos das necessidades diárias de AQS foram considerados tendo em conta 60 banhos nos serviços de apoio e assistência a idosos, 16 duches nos serviços de pessoal, 24 duches nos vestiários da piscina, instalações sanitárias (IS) e utilização de AQS nas copas e cozinha, representando no total um consumo mínimo diário de água quente de cerca de 4700 litros.

A instalação terá como energia principal a solar e como energia secundária (apoio energético) a energia eléctrica através da utilização de uma bomba de calor. O sistema de captação será constituído por 60 colectores solares térmicos (118m²) onde será produzida energia para o aquecimento da água sanitária, armazenada em dois depósitos com capacidade para 2500 litros cada, e para o aquecimento da água da piscina.

No que se refere ao aquecimento das AQS, o sistema de painéis solares irá aquecer a água, a qual é direccionada para um permutador de calor. Esse permutador de calor fará a troca de calor entre a água quente proveniente dos painéis solares e a água existente no reservatório (R1) de 2500 litros (água da rede). Este reservatório está ligado a um outro de iguais dimensões (R2) que por sua vez fará a distribuição das AQS para consumo. Caso o sistema solar não consiga produzir água quente, está previsto que a bomba de calor instalada forneça água quente a um outro permutador de calor que efectuará as trocas de calor com a água do reservatório (R2).

No caso do aquecimento da água da piscina e sabendo que o sistema solar apenas consegue perfazer 18% das necessidades está previsto o aquecimento através da bomba de calor. O caudal de água aquecida pelos painéis solares é direccionado para as AQS, sempre que não exista necessidade da água quente (dos painéis solares) esta água quente é enviada para um reservatório (R3). A água deste reservatório é depois enviada para um permutador de calor onde efectuará trocas de calor com a água da piscina. Esta água é depois encaminhada para o permutador de calor que trabalha com a bomba de calor de modo a aquecer mais a água da piscina, a qual, depois de passar pelos dois permutadores é evacuada na piscina. Caso não se verifique a necessidade da bomba de calor, uma válvula de três vias será accionada e a água quente proveniente da bomba de calor não entra no permutador.

Tabela 7.2 – Resumo dos consumos calculados pelo Solterm

SolTerm 5.0	Factor Solar (%)	Área (m ²)	Consumo Anual (kWh)	Energia Obtida (kWh)	Energia Captada (kWh/m ²)
AQS	68,3	118,8	98883	67554	569
Piscina	18,2	118,8	394196	71640	603

Tabela 7.3 – Discriminação do consumo de AQS obtido pelo sistema solar por tipologia

Tipologia	Percentagem do Consumo Total de AQS
Estabelecimento de Saúde c/ Internamento	64%
Restaurante	13%
Clubes Desportivos c/ Piscina	23%

7.4 Eficiência de Ventilação

O regulamento vigente demonstra uma grande preocupação com a qualidade do ar interior dos edifícios obrigando a **caudais de ar de renovação efectivos**. Assim o caudal global insuflado deve ser afectado do valor da eficiência de ventilação do correspondente sistema de climatização instalado no local. A não consideração da eficiência de ventilação pode levar a taxas de renovação de ar efectiva inferiores às definidas no RSECE o que implicará a adopção de medidas correctivas, posteriormente, que serão sempre mais dispendiosas.

As taxas de renovação exigidas na lei são referentes a “ar novo” e não aos caudais de insuflação do espaço pelo que o ar novo apenas coincidirá com o caudal insuflado em sistemas de 100% de ar novo. Será necessário determinar, em sistemas com recirculação, qual a percentagem de ar novo na mistura e em sistemas não equilibrados (caudal extraído superior ao insuflado) deve-se verificar a proveniência do excesso de ar extraído.

Para a situação em questão foram instalados sistemas de insuflação com uma eficiência de ventilação de 0,6 pelo que o projectista terá de considerar este factor e garantir os caudais mínimos de ar novo impostos pelo RSECE.

8 Simulação Dinâmica Nominal

A simulação dinâmica nominal serve para classificar o edifício segundo seu desempenho energético, sendo necessário para isso colocar o edifício em estudo nos padrões de referência definidos no RSECE. Este procedimento é imprescindível para poder calcular o IEE (Indicador de Eficiência Energética) nominal e posteriormente a classe de eficiência do edifício já que só assim será possível comparar o edifício estudado com o(s) edifício(s) de referência definido(s) no RSECE.

De acordo com o RSECE, a análise com vista a certificar os edifícios de serviços deverá ser efectuada nas condições nominais definidas no *anexo XV* do mesmo. Assim todos os valores referenciados no regulamento terão de ser cumpridos, pelo que considera-se que no período de Inverno a temperatura interior deve ser de 20 °C e no período de Verão, a temperatura interior deve ser de 25 °C para que sejam mantidas as condições de conforto térmico dos utentes.

O padrão de referência utilizado para o edifício simulado é o de Estabelecimento de Saúde com Internamento (ESCI), com excepção dos espaços apresentados em seguida.

Tabela 8.1 – Espaços associados aos padrões de referência

Padrão de Referência	Espaços
Restaurante	Restaurante Interno (Pisos 1 e 2)
	Restaurante Marginal (Pisos 1 e 2)
	Sala de Pessoal (Piso 1)
Clubes Desportivos com Piscina	Piscina (Piso 2)
	Ginásio (Piso 2)
	Fisioterapia (Piso 2)

Para o espaço Cozinha é utilizado o perfil constante de referência de cozinha dos espaços complementares definidos no *anexo XI do RSECE*. Para o espaço Lavandaria é utilizado o perfil constante de referência de lavandaria retirado do mesmo *anexo XI do RSECE*.

O modelo de simulação energética para o cálculo do IEE é construído a partir do modelo de simulação para o dimensionamento do sistema de AVAC. As densidades e os perfis nominais podem ser consultados no anexo XXII.

Tabela 8.2 – Dados para o cálculo do IEE

Padrões de Referência	Área [m ²]		Ocup. [m ² /Oc.]	Ilum. [W/m ²]	Equip. [W/m ²]
	Útil	Climatizada			
Estabelecimento de Saúde c/ Internamento	3646.3	3365.0	20	4,3	10
Restaurante	247.8	247.8	5	6,7	5
Clubes Desportivos c/ Piscina	317.3	327.4	7	7,6	1
Total parcial	3965.7	3940.2			
Zona Não Útil / Não Climatizada	30.3	435.5	-	7.33	-
Área Total	4241.7⁺⁺⁺⁺	4375.7			

Introduzindo os caudais mínimos de ar novo definidos no anexo VI do RSECE verifica-se que o diferencial entre o caudal de insuflação e o de extracção assume outro valor. Assim sendo, as infiltrações alteram-se, sendo necessário recalcular o valor a inserir no simulador.

Tabela 8.3 – Infiltrações para a simulação nominal

Região	A
Altura acima do solo [m]	7.5
Tipo de Zona	Zonas muito expostas
Rugosidade	III
Classe de Exposição	Exp. 3
Caudal Insuflado [m³/h]	14 485
Caudal Extraído [m³/h]	16 975
[Insuflado – Extraído] [m³/h]	2 490
Volume Útil [m³]	11 439
[Insuflado – Extraído] [h⁻¹]	0.22
Limite de desequilíbrio de caudal [h⁻¹]	0.5
Infiltrações [h⁻¹]	0.61

⁺⁺⁺⁺ Note-se que o valor apresentado não inclui as áreas úteis dos perfis constantes apresentados na página seguinte.

O resumo dos dados obtidos da aplicação do software são os indicados nas Tabela 8.4 e Tabela 8.5.

Tabela 8.4 – Consumos das áreas climatizadas

Consumos	[kWh]
Aquecimento	77278
Arrefecimento	85145
Ventiladores	80435
Bombas de Circulação	1943
Iluminação	124272
Equipamentos	199010
TOTAL	232328

Tabela 8.5 – Consumos das áreas úteis não climatizadas

Perfis Constantes	Área [m²]		Ocup. [m²/Oc.]	Ilum. [W/m²]	Equip. [W/m²]
	Útil	Climatizada			
Cozinhas – 6 horas – Todos os dias	70.7	0	-	11.57	258
Lavandarias – 8 horas – Segunda a Sexta	63.4	0	-	5.30	508

9 Cálculo da Eficiência Energética

A metodologia de cálculo do indicador de eficiência energética vem claramente explicitada no RSECE. Neste ponto será apresentada essa mesma metodologia e consequente cálculo do respectivo IEE para o edifício em estudo e determinação da classe de eficiência energética.

9.1 Indicador de Eficiência Energética Nominal ($IEE_{nominal}$)

O indicador de eficiência energética (IEE) é calculado a partir dos consumos de energia de um edifício durante um ano, em condições nominais de funcionamento, e convertendo esses consumos de energia numa base de energia primária através dos factores de conversão apresentados na Tabela 9.1.

Tabela 9.1 – Factores de Conversão

Fonte de Energia	Factor de conversão F_{pu} [kgep/kWh]
Electricidade	0,290
Combustíveis sólidos, líquidos e gasosos	0,086

O IEE é calculado segundo a metodologia de cálculo definida no *anexo IX do RSECE*. A equação de cálculo prevê correcções climáticas para os consumos de aquecimento e arrefecimento tal como se pode observar em seguida:

Equação 9.1 – Cálculo do IEE

$$IEE = \frac{Q_{aq}}{Ap} \times \frac{N_{I1}}{N_{Ii}} + \frac{Q_{arr}}{Ap} \times \frac{N_{V1}}{N_{Vi}} + \frac{Q_{Outros}}{Ap} \quad [kgep / m^2 .ano]$$

onde:

- Q_{Aq} : consumo de energia anual em aquecimento [kgep/ano];
- Q_{Arr} : consumo de energia anual em arrefecimento [kgep/ano];
- Q_{Outros} : consumo de energia anual nos outros usos [kgep/ano];

- N_{I1} : necessidades máximas de aquecimento permitidas pelo RCCTE para o edifício e referentes à zona climática de referência I1 [kWh/m².ano];
- N_{Ii} : necessidades máximas de aquecimento permitidas pelo RCCTE para o edifício na zona onde está localizado [kWh/m².ano];
- N_{V1} : necessidades máximas de arrefecimento permitidas pelo RCCTE para o edifício e referentes à zona climática de referência I1V1 [kWh/m².ano];
- N_{Vi} : necessidades máximas de arrefecimento permitidas pelo RCCTE para o edifício na zona onde está localizado [kWh/m².ano].

O valor de N_i é obtido segundo o definido no *artigo 15º do RCCTE*. Para o cálculo do N_i será necessário conhecer o valor do factor de forma (ver anexo XIX) já que a fórmula de cálculo estipulada depende do factor de forma do edifício e dos Graus-Dias (definidos no *anexo III do RCCTE* para a zona climática da localização). Os valores dos N_{vs} são retirados do ponto 2 do mesmo artigo sendo apenas necessário retirar o valor de N_v alusivo à zona climática.

Tabela 9.2 – Factores de conversão da zona climática

Região climática de referência		GD [°C.dias]	N_{I1} [kWh/ m ² .ano]	N_{V1} [kWh/ m ² .ano]
I1	V1	1000	44.0	16
Região climática do edifício		GD [°C.dias]	N_{Ii} [kWh/ m ² .ano]	N_{Vi} [kWh/ m ² .ano]
I3	V3 Norte	2230	92.6	26

Após o cálculo do valor do IEE nominal este valor é comparado com o valor de referência para a tipologia do edifício em análise (IEE_{ref}), se o valor nominal for de valor igual ou inferior ao valor de referência o processo de licenciamento prossegue sem problemas dado que não se verifica incumprimentos energéticos por parte do RSECE. Se o valor nominal for superior ao de referência o processo de licenciamento para e será necessário introduzir medidas correctivas no projecto para que o valor daquele consumo fique regulamentar. Estas medidas correctivas irão provocar uma reformulação do projecto e como tal uma nova análise e respectivo cálculo do IEE nominal. Note-se que a emissão da licença de construção apenas pode ser efectuada após a emissão da Declaração de Conformidade subscrita por um perito qualificado em RSECE energia.

Na análise do edifício presente, a determinação do IEE nominal é efectuada obtendo os valores dos consumos das bombas de arrefecimento e aquecimento directamente dos respectivos relatórios de consumos horários discriminados. Como o cálculo do IEE implica a separação dos consumos de ventilação entre aquecimento e arrefecimento e os relatórios disponíveis do software não forneciam essa informação, foi obtida essa informação através dos valores obtidos dos relatórios SS-M (Consumos de ventilação) e SS-D (Necessidades térmicas) do DOE 2.1E. Para cada mês foi somado o valor da respectiva coluna (aquecimento ou arrefecimento) do relatório SS-M, subtraído o valor dos consumos conjuntos ponderado pelas necessidades térmicas e, para o caso do arrefecimento, somado o valor de *Floating*^{****} (Tabela 9.3). Os ganhos energéticos do sistema solar foram deduzidos de acordo com os consumos. O consumo das AQS, obtido pelo sistema solar, foi deduzido das tipologias deste projecto segundo as percentagens definidas na Tabela 7.3. O consumo de ventilação da cozinha foi englobado no de equipamentos, tal como o consumo da lavandaria.

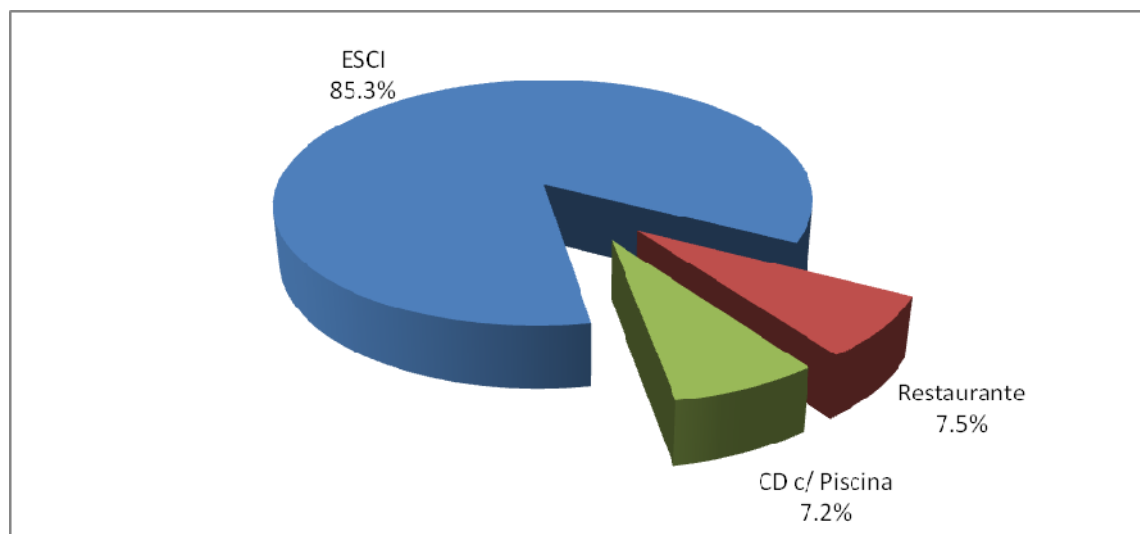
Tabela 9.3 – Separação dos consumos de ventilação entre aquecimento e arrefecimento

Mês	Consumos das Bombas [kWh]				Necessidades Térmicas [kWh]			Consumo de Ventilação [kWh]	
	Aquec.	Arref.	Aq.+Arr.	Floating	Arref.	Aquec.	Aquec. (%)	Aquec.	Arref.
Jan	5227	839	371	1136	758	-44398	98%	4862	1970
Fev	4415	1148	517	1124	1156	-34887	97%	3915	2255
Mar	4405	2108	727	1045	4930	-31786	87%	3776	3055
Abr	3577	3431	1204	807	9505	-21011	69%	2748	3863
Mai	2752	5041	1542	581	18859	-12722	40%	2130	4701
Jun	1375	6429	1277	85	36990	-5089	12%	1220	5391
Jul	711	6762	686	44	57565	-2358	4%	684	6148
Ago	728	6831	728	0	55403	-2385	4%	698	6133
Set	1188	6550	1161	34	41802	-4575	10%	1073	5538
Out	3136	5654	2314	356	19019	-14808	44%	2123	4709
Nov	4084	2415	948	1059	5043	-29174	85%	3276	3335
Dez	5131	958	413	1155	1112	-43695	98%	4729	2103
Total	36729	48167	11890	7428	252141	-246888	-	31233	49201

**** O Floating representa o consumo de energia eléctrica usada pelos ventiladores quando não estão nem a aquecer nem a arrefecer.

Tabela 9.4 – Consumos por tipologia

Consumos [kWh]	Arref.	Aquec.	Bombas		Ventilação		Ilum.	Equip.	AQS (Apoio)	Totais
			Arref.	Aquec.	Arref.	Aquec.				
Est. Saúde c/ Int.	47 369	60 435	920	227	27 373	24 426	110 548	190 707	20 051	482 055
Lavandaria	-	-	-	-	-	-	699	66 938	-	67 637
Restaurantes	11 015	6 602	214	25	6 365	2 668	7 668	7 498	4 073	46 127
Cozinha	-	-	-	-	-	-	1 791	39 941	-	41 733
C. Desp. c/ piscina	26 761	10241.19	520	38	15 464	4 139	6 056	805	7 206	71 230
Totais	85 145	77 278	1 653	290	49 201	31 233	126 762	305 889	31 329	609 899


Figura 9.1 – Desagregação do consumo total de energia por tipologia

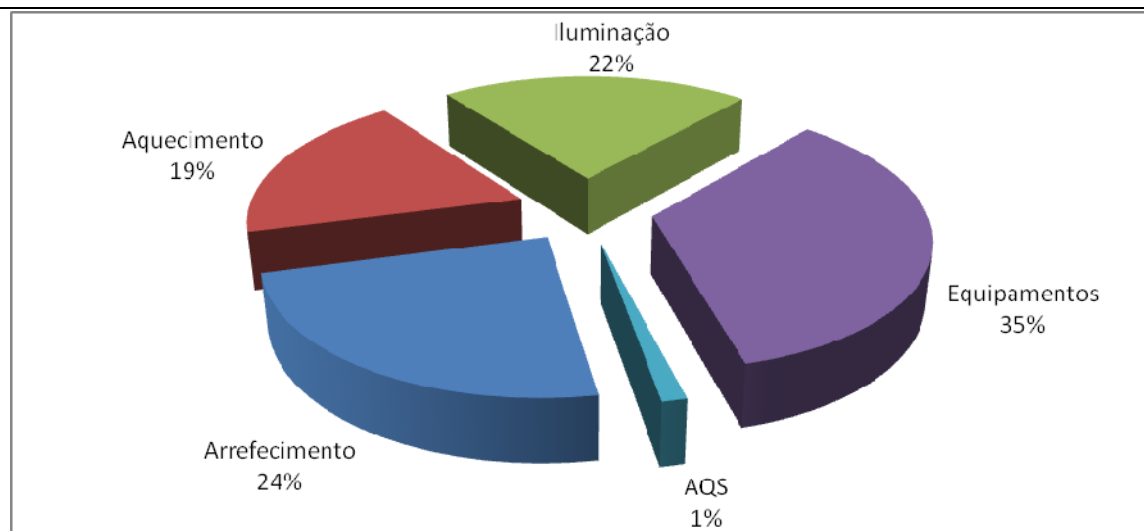


Figura 9.2 – Desagregação dos consumos de energia do Edifício

9.2 Determinação da Classe de Eficiência Energética do Edifício

A classe de eficiência energética do edifício é atribuída através da comparação do IEE do edifício em estudo com o IEE de referência definido no RSECE para um edifício com uma utilização similar. O cálculo dos IEEs para as diferentes tipologias de edifícios previstas no âmbito do RSECE foi efectuado com base em simulações dinâmicas de edifícios padrões localizados na zona de Lisboa, executadas com o auxílio do VisualDOE, que permitiram estimar a estrutura de consumos energéticos desagregada pelos principais usos finais, em função dos padrões de referência de utilização das diferentes tipologias que constam do *anexo XV do RSECE*.

A atribuição da classe energética de um edifício de serviços é baseada no valor do IEE obtido através da simulação dinâmica (IEE_{nom}), que depois é comparado numa escala de intervalos correspondentes a 9 classes, desde A⁺ (melhor eficiência) até G (pior eficiência), em que os intervalos de valores para cada classe é derivado do valor do IEE_{ref} para a mesma tipologia (ou ponderação de tipologias) tal como indicado na tabela seguinte.

Tabela 9.5 – Classes Energéticas

Classe Energética	IEE_{nom} [kgep/m ² .ano]
A ⁺	$IEE_{nom} \leq IEE_{ref} - 0.75 \times S$
A	$IEE_{ref} - 0.75 \times S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref} - 0.50 \times S$
B	$IEE_{ref} - 0.50 \times S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref} - 0.25 \times S$
B-	$IEE_{ref} - 0.25 \times S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref} - 0.50 \times S$
C	$IEE_{ref} < IEE_{nom} \leq IEE_{ref} + 0.50$
D	$IEE_{ref} + 0.50 \times S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref} + S$
E	$IEE_{ref} + S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref} + 1.50 \times S$
F	$IEE_{ref} + 1.50 \times S \leq IEE_{nom} \leq IEE_{ref} + 2 \times S$
G	$IEE_{ref} + 1.50 \times S < IEE_{nom}$

O valor do coeficiente S é retirado do *anexo IV do despacho normativo n° 10250 de 8 de Abril de 2008*. Estes valores são obtidos da soma dos consumos discriminados de referência de aquecimento, arrefecimento e iluminação (Equação 9.2). Na Tabela 9.6 são apresentados os valores de S e respectivos IEEs de referência para as tipologias utilizadas no edifício.

Equação 9.2 – Determinação do parâmetro S

$$S = \frac{(Q_{aquec.ref} + Q_{arref.ref} + Q_{ilum.ref})}{ÁreaÚtil} = \frac{IEE_{ref} - Q_{outrosref}}{ÁreaÚtil}$$

Tabela 9.6 – IEEs de referência

Perfil	Área [m ²]	[kgep/m ² .a]		
		IEE _{Ref}	S	Outros
ESCI	3636	40	18	22
Lavandaria	63	316	9	307
Restaurante	248	120	33	87
Cozinha	71	174	10	164
CD c/ Piscina	327	25	17	8
Totais	4345	49.6	18.5	31

Com os valores dos IEEs de referência e os correspondentes S definidos é possível definir os intervalos das classes energéticas tal como referido na Tabela 9.5. O valor do IEE_{nom}, calculado pela ponderação das áreas das diferentes tipologias, é de **37.9** [kgep/m².ano] de acordo com a Tabela 9.7. Assim com o valor do IEE_{nom} e os valores dos intervalos das classes energéticas é possível determinar qual a classe energética do edifício tal como definido na Tabela 9.8.

Tabela 9.7 – IEE nominal

Perfil	Área [m ²]	IEE _{nom} [kgep/m ² .ano]
ESCI	3636	31
Lavandaria	63	309.6
Restaurante	248	35.6
Cozinha	71	171.2
CD c/ Piscina	327	35.5
Total	4345	37.9

Tabela 9.8 – Classe Energética

Classe Energética	Aquecimento e Arrefecimento		
A+	-		35.7
A	35.7	37.9	40.4
B	40.4		45.0
B-	45.0		49.6
C	49.6		58.9
D	58.9		68.2
E	68.2		77.4
F	77.4		86.7
G	86.7		-

10 Manutenção do Edifício

A legislação em vigor para o edifício em estudo (nomeadamente o RSECE) obriga à elaboração de um Plano de Manutenção Preventiva (PMP). A elaboração de um PMP deve ser incutida ao técnico responsável do funcionamento do edifício (TRF) que deve conhecer o edifício, através de uma visita ampla ou através de relatórios de auditorias do âmbito do RSECE, caso seja um edifício existente ou através da informação contida nas memórias descritivas do projecto para a situação de um novo edifício, e definir a melhor abordagem para o PMP do edifício em questão. Assim é apresentado no anexo XXV os pontos de carácter obrigatório que devem constar do PMP.

A montagem e manutenção devem, após terem sido definidas pelo TRF, ser acompanhadas por um técnico qualificado para o efeito. Assim é definido no regulamento os técnicos de instalação e manutenção de sistemas climatizados (TIM) que têm de existir em qualquer edifício de serviços. O artigo 22º do RSECE define as habilitações necessárias para ser TIM, que podem variar dependendo se forem de nível II ou III. A definição de qual a gama de actuação de cada técnico é definido pela potência de climatização nominal, TIM II para potências até $4P_m$ (100kW) e TIM III para potências superiores a $4P_m$.

Para o caso em estudo, e dado que o mesmo possui uma potência de climatização instalada superior a 100 kW ($P_m > 100\text{kW}$), o TRF tem de necessariamente possuir as qualificações mínimas definidas no RSECE e descritas no Perguntas e Respostas da ADENE:

- *“Especialistas em climatização ou energia, engenheiros mecânicos, engenheiros técnicos mecânicos, engenheiros electrotécnicos, engenheiros técnicos de energia e sistemas de potência, engenheiros maquinistas da marinha mercante com carta de 2º engenheiro maquinista e engenheiros de outras especialidades reconhecidas pela comissão Tripartida, com base na análise curricular;*
- *Ter desenvolvido comprovadamente a sua actividade profissional na área da manutenção de sistemas de climatização, com potência superior a 100 kW, nos últimos 3 anos;*

- *Ter concluído com aproveitamento o curso complementar de QAI aprovado pela comissão Tripartida;*
- *Actualização profissional comprovada no caso de revalidação da qualificação.”*
(PR_RSECEEnergia)

Segundo o ponto 7 do artigo 21º do RSECE a acumulação das tarefas de TRF e TIM por uma mesma pessoa é permitido para pequenos edifícios de serviços e fracções autónomas, para os grandes edifícios de serviços (>1000 m²) tal como o em estudo, a situação de acumulação das tarefas por uma mesma pessoa vai contra o regulamento. Pelo que para os GES será necessário ter, pelo menos, duas pessoas distintas que se responsabilizem pelas funções de TRF e TIM, respectivamente.

11 Conclusão

A construção de novos edifícios, de serviços e residenciais, segundo a óptica dos novos regulamentos vem colmatar ou rectificar algumas lacunas evidenciadas na elaboração de projectos de construção em Portugal. Este trabalho tinha como objectivos a certificação energética de um grande edifício de serviços novo, rectificando sempre que necessário os projectos segundo as exigências da legislação em vigor. Por ser um novo edifício e estar numa fase de licenciamento (licença de construção) foram contemplados todos os parâmetros exigidos pela lei para a emissão da Declaração de Conformidade Regulamentar (DCR). Efectuou-se uma análise à envolvente do edifício (requisitos mínimos, pontes térmicas lineares e planas), calculou-se a inércia térmica e verificou-se o sistema de climatização idealizado sendo ainda apresentado uma listagem dos requisitos referentes ao Plano de Manutenção Preventiva.

Efectuou-se a rectificação dos pormenores construtivos (pontes térmicas planas e coeficientes de transmissão térmica da envolvente exterior e interiores) e foi contemplado o sombreamento definido pelo arquitecto para os vãos envidraçados assim como o sombreamento obtido pelos elementos exteriores ao edifício.

Executou-se uma verificação do projecto de climatização de modo a garantir que o mesmo cumpria os parâmetros exigidos pelo regulamento, tendo sido efectuadas as respectivas alterações ao projecto. Com o projecto de AVAC de acordo com o RSECE realizou-se a simulação de projecto, segundo os parâmetros definidos pelo projectista, com o objectivo de dimensionar o equipamento de climatização (obtendo a potência máxima de aquecimento e de arrefecimento).

Após a verificação do cumprimento do RSECE prosseguiu-se com a realização da simulação nominal que teve como objectivo a certificação energética do edifício. Para tal alterou-se os perfis de utilização e densidades de utilização, definidos pelo projectista, para os perfis de referência definidos no *anexo XV do RSECE*. Com a finalização da simulação nominal e respectiva classificação do edifício foram preenchidas as fichas para licenciamento apresentadas no *anexo V do RSECE*, para a situação em estudo terão de ser preenchidas as fichas nº 1, 3, 4, 8 e 9, e registar o mesmo na ADENE.

De modo a analisar qual o impacto que teria um sistema de climatização com uma eficiência de ventilação de 100% no edifício em estudo (aplicação de um sistema do tipo *displacement ventilation*), foi efectuada uma nova simulação de projecto com os novos caudais de ar novo e posteriormente realizou-se a simulação nominal.

Observando-se os resultados é possível constatar que a classe energética do edifício não varia (classe A), mas embora continue a ser um edifício classe A, o valor de IEE situa-se mais afastado do limite inferior. A mais-valia da aplicação de um sistema de climatização com uma eficiência de ventilação melhor advém da redução das potências de aquecimento e arrefecimento a instalar (a nova Bomba de Calor/*Chiller* dimensionada para o projecto apresenta potências máximas bastante inferiores às obtidas na simulação anterior) e dos próprios consumos inerentes ao sistema de climatização, nomeadamente electricidade consumida no aquecimento, arrefecimento, bombas de circulação e ventiladores, tal como apresentado na tabela seguinte.

Tabela 11.1 – Consumos eléctricos dos sistemas de difusão

	Consumo de Electricidade (kWh)	
	Difusão por mistura	Difusão por <i>Displacement</i>
Iluminação	122152	122152
Equipamentos	256452	256452
Aquecimento	220688	103754
Arrefecimento	98323	73155
Bombas	3122	2170
Ventiladores	107431	79312

Como é possível constatar na Tabela 11.1, será sempre uma boa solução procurar sistemas que garantam uma maior eficiência de ventilação.

Tabela 11.2 – Classe Energética da nova simulação

Classe Energética	Aquecimento e Arrefecimento		
	A+	-	
A	35.7	37.0	40.4
B	40.4		45.0
B-	45.0		49.6
C	49.6		58.9
D	58.9		68.2
E	68.2		77.4
F	77.4		86.7
G	86.7		-

Tabela 11.3 – Novas Potências Térmicas dos equipamentos de Climatização^{§§§§§}

Potências	[kW]
Potência de aquecimento DOE 2.1E	131.6
Potência máxima regulamentar de aquecimento	184.3
Potência de aquecimento instalada	301
Potência de arrefecimento DOE 2.1E	191.7
Potência máxima regulamentar de arrefecimento	268.4
Potência de arrefecimento instalada	276

Embora o edifício demonstre já uma boa classificação energética, muito em virtude de várias medidas tomadas para esse efeito, não foi possível atingir a melhor classificação (A⁺) devido à localização do edifício. Estando localizado numa zona climática de grandes variações de temperatura (I3 V3 Norte) e com uma área bastante grande de envidraçado, limita esta construção no que toca ao desempenho energético.

^{§§§§§} Segundo o ponto 4 do artigo 13º do RSECE é possível seleccionar o equipamento de série com potência de aquecimento ou arrefecimento imediatamente superior ao valor máximo regulamentar calculado.

12 Bibliografia

- [1] Programa do XVII Governo Constitucional (disponível para download no site do governo português: www.portugal.gov.pt/NR/rdonlyres/631A5B3F-5470-4AD7-AE0F-D8324A3AF401/0/ProgramaGovernoXVII.pdf);
- [2] www.dgge.pt;
- [3] Ministério da Economia e da Inovação – Decreto-Lei nº 78/2006: Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE);
- [4] Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações – Decreto-Lei nº 79/2006: Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE);
- [5] Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações – Decreto-Lei nº 80/2006: Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE);
- [6] Maldonado, Eduardo [et. al.]. *Manual de Apoio à aplicação do RCCTE*. Lisboa: Edição INETI. 2005;
- [7] Despacho nº 10250 de 2008: Modelo dos Certificados de Desempenho Energético e da Qualidade do Ar Interior;
- [8] Nascimento, Carlos. *Manual de Procedimentos para aplicação da certificação energética a edifícios novos e às grandes intervenções de reabilitação no âmbito do RCCTE*;
- Norma EN ISO-7730: *Ergonomics of the thermal environment. Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*;

- Norma EN ISO-7726: *Ergonomics of thermal environment. Instruments for measuring physical quantities*;
- Norma EN ISO 6946: 2007. *Building components and building elements. Thermal resistance and thermal transmittance. Calculation method*;
- Norma EN ISO 13789: 2007. *Thermal performance of building. Transmission and ventilation heat transfer coefficients. Calculation method*;
- Norma EN 378: *Refrigerating systems and heat pumps. Safety and environmental requirements*;
- ASHRAE: Handbook of Fundamentals, American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, 1997;
- Pina dos Santos, Carlos A.; Matias, Luís. *Coeficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios*. Lisboa: Edição do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC). Série ITE 50. 2006;
- [9] Perguntas e Respostas RSECE_Energia, RSECE_QAI e RCCTE. Lisboa: Edição ADENE;
- Roriz, Luís. *Climatização Amadora*: Edições Orion.2007;
- [10] Fernandes, João Francisco. Documentação da formação para peritos qualificados RSECE-Energia sobre Simulação Dinâmica. Lisboa. 2008;
- [11] Çengel, Yunus A. *Heat Transfer: A Practical Approach* Edição: McGraw-Hill 2003.

Anexos

Anexo I – Definições

- a) **Água Quente Sanitária (AQS)** – é a água potável a temperatura superior a 35°C utilizada para banhos, limpezas, cozinha e outros fins específicos, preparada em dispositivo próprio, com recurso a formas de energia convencionais ou renováveis;
- b) **Aquecimento** – forma de climatização pela qual é possível controlar a temperatura mínima num local;
- c) **Ar condicionado** – forma de climatização que permite controlar a temperatura, a humidade, a qualidade e a velocidade do ar num local. Pode também designar, por simplificação corrente, um sistema de arrefecimento servindo apenas um espaço (ver definição de unidade individual);
- d) **Área Útil** – soma das áreas, medidas em planta pelo perímetro interior das paredes de todos os compartimentos de um edifício ou de uma fracção autónoma, incluindo vestíbulos, circulações internas, instalações sanitárias, arrumos interiores à área habitável e outros compartimentos de função similar, incluindo armários nas paredes;
- e) **Arrefecimento** – forma de climatização que permite controlar a temperatura máxima de um local;
- f) **Bomba de calor** – máquina térmica usando o princípio da máquina frigorífica, que extrai o calor a baixa temperatura (arrefecimento) e rejeita o calor a mais alta temperatura (aquecimento), tornando possível o uso útil de um ou simultâneo daqueles dois efeitos;
- g) **Coefficiente de transmissão térmica de um elemento da envolvente** – é a quantidade de calor por unidade de tempo que atravessa uma superfície de área unitária desse elemento da envolvente por unidade de diferença de temperatura entre os ambientes que ele separa;
- h) **Condutividade térmica** – é a propriedade térmica típica de um material homogéneo que é igual à quantidade de calor por unidade de tempo que atravessa uma camada de espessura e de área unitárias desse material por unidade de diferença de temperatura entre as suas duas partes;
- i) **Envolvente Exterior** – componente do edifício que marca a fronteira entre o espaço interior e o ambiente exterior. Está intimamente ligada à arquitectura e à construção da “pele” do edifício propriamente dita mas também depende das relações físicas desta com as fundações, a estrutura e os demais elementos construtivos;
- j) **Envolvente Interior** – é a fronteira que separa a fracção autónoma de ambientes normalmente não climatizados (espaços “não úteis”), tais como garagens ou armazéns, bem como de outras fracções autónomas adjacentes em edifícios vizinhos;
- k) **Espaço não útil** – 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 à ocupação humana em termos permanentes e, portanto, em regra, não são climatizados. Incluem-se aqui armazéns, garagens, sótãos e caves não habitadas, circulações comuns a outras fracções autónomas do mesmo edifício, etc. Consideram-se ainda como espaços não úteis as lojas não climatizadas com porta aberta para o público;
- l) **Espaço útil** – é o espaço correspondente à área útil;

- m) **Fracção Autónoma** – é uma das partes de um edifício dotada de contador individual de consumo de energia, separada do resto do edifício por uma barreira física contínua, e cujo direito de propriedade ou fruição seja transmissível autonomamente;
- n) **Grandes Edifícios de Serviços (GES)** – edifícios de serviços com uma área útil de pavimento superior ao limite definido no artigo 27º do RSECE;
- o) **Isolamento térmico** – é o material de condutividade térmica inferior a 0,065 W/m.°C, ou cuja resistência térmica seja superior a 0,30 m².°C/W;
- p) **Plano de Manutenção Preventiva (PMP)** – As instalações e equipamentos que são objectos do RSECE devem possuir um plano de manutenção preventiva que estabeleça claramente as tarefas de manutenção previstas, tendo em consideração a boa prática da profissão, as instruções dos fabricantes e a regulamentação existente, o qual deve ser elaborado e mantido permanentemente actualizado sob responsabilidade do TRF. Os pontos que devem constar obrigatoriamente do PMP são os dispostos no *ponto 3 do artigo 19º do RSECE*.
- q) **Ponte térmica plana** – é a heterogeneidade inserida em zona corrente da envolvente, como pode ser o caso de certos pilares e talões de viga;
- r) **Propulsores de fluidos de transporte** – conjuntos motor-ventilador e motor-bomba, incluindo todos os seus acessórios e acoplamentos, utilizados para fazer a movimentação de fluidos gasosos e líquidos, respectivamente, nos sistemas de climatização;
- s) **Reaquecimento terminal** – aquecimento de ar arrefecido centralmente, à entrada num espaço num edifício multizona, para regulação “fina” da temperatura pretendida nesse espaço;
- t) **Recuperação de calor** – processo utilizado para aproveitamento do calor transportado pelo fluido de extracção (ar de extracção ou efluente líquido) para aquecimento do fluido admitido no sistema (ar novo ou fluido térmico);
- u) **Redes Urbanas** – circuitos de distribuição de fluidos térmicos (quente e/ou frio) numa área confinada em que os fluidos térmicos são preparados numa central comum e disponibilizados para utilização em cada um dos edifícios servidos pela rede. Aqui a energia final é a energia-calor;
- v) **Simulação Dinâmica Detalhada** – é o método de previsão das necessidades de energia correspondentes ao funcionamento de um edifício e respectivos sistemas energéticos que tome em conta a evolução de todos os parâmetros relevantes com a precisão adequada, numa base horária, ao longo de um ano típico;
- w) **Sistema de climatização centralizado** – sistema em que o equipamento necessário para a produção de frio ou calor (e filtragem, humedificação e desumidificação, caso existam) se situa concentrado numa instalação e num local distinto dos locais a climatizar, sendo o frio ou calor (e humidade), no todo ou em parte, transportado por um fluido térmico aos diferentes locais a climatizar;
- x) **Técnico de Instalação e Manutenção (TIM III)** – Técnico que se encarrega da montagem e manutenção dos sistemas de climatização e de QAI.
- y) **Técnico Responsável pelo Funcionamento (TRF)** – Para cada edifício de serviços ou fracção autónoma abrangido pelo RSECE deve existir um TRF, técnico que se assume responsável pelo bom funcionamento dos sistemas energéticos de climatização incluindo a sua manutenção, e pela qualidade do ar interior bem como pela gestão da respectiva informação técnica.

- z) **Unidade individual** – equipamento de climatização compacto, repartido e autónomo, de pequena capacidade, servindo apenas uma sala ou uma parte de um edifício ou fracção autónoma (comummente designado também por aparelho de ar condicionado);

Anexo II – Caudais mínimos de Ar Novo

VALOR MÍNIMO DE RENOVACÃO DE AR			
Tipo de Actividade		Caudais	
		[m ³ /(h.ocupante)]	[m ³ /(h.m ²)]
Residencial	Salas de estar e quartos	30	
Comercial	Salas de espera	30	
	Lojas de comércio		5
	Áreas de armazenamento		5
	Vestiários		10
	Supermercados	30	5
Serviços de refeições	Salas de refeições	35	
	Cafetarias	35	35
	Bares, salas de cocktail	35	35
	Sala de preparação de refeições	30	
Empreendimentos turísticos	Quartos/suites	30	
	Corredores/átrios		5
Entretenimento	Corredores/átrios		5
	Auditório	30	
	Zona de palco, estúdios	30	
	Café/foyer	35	35
	Piscinas		10
Serviços	Gabinetes	35	5
	Salas de conferências	35	20
	Salas de assembleia	30	20
	Salas de desenho	30	
	Consultórios médicos	35	
	Salas de recepção	30	15
	Salas de computador	30	
	Elevadores		15
Escolas	Salas de aula	30	
	Laboratórios	35	
	Auditórios	30	
	Bibliotecas	30	
	Bares	35	
Hospitais	Quartos	45	
	Áreas de recuperação	30	
	Áreas de terapia	30	

Anexo III – Valores do Coeficiente τ

Tipo de Espaço Não-Útil	Ai/Au		
	De 0 a 1	De 1 a 10	Maior que 10
1 - Circulação Comum			
1.1 Sem abertura directa para o exterior	0.6	0.3	0
1.2 Com abertura permanente para o exterior (por exemplo, para ventilação ou desenfumagem)			
a) Área de abertura permanentes/volume total < 0.05 m ² /m ³	0.8	0.5	0.1
b) Área de abertura permanentes/volume total ≥ 0.05 m ² /m ³	0.9	0.7	0.3
2 - Espaços comerciais	0.8	0.6	0.2
3 - Edifícios adjacentes	0.6	0.6	0.6
4 - Armazéns	0.95	0.7	0.3
5 - Garagens:			
5.1 Privada	0.8	0.5	0.3
5.2 Colectiva	0.9	0.7	0.4
5.3 Pública	0.95	0.8	0.5
6 - Varandas, marquises e similares	0.8	0.6	0.2
7 - Coberturas sobre desvão não habitado (acessível ou não):			
7.1 Desvão não ventilado	0.8	0.6	0.4
7.2 Desvão fracamente ventilado	0.9	0.7	0.5
7.3 Desvão fortemente ventilado		1	

Nota: Sempre que a relação de áreas Ai/Au apresente um valor igual a 1 ou 10 deverá ser considerada a coluna do meio (De 1 a 10).

Anexo IV – Classes de exposição ao vento

Altura acima do solo	Região A			Região B		
	I	II	III	I	II	III
Menor que 10 m	Exp.1	Exp.2	Exp.3	Exp.1	Exp.2	Exp.3
De 10 m a 18 m	Exp.1	Exp.2	Exp.3	Exp.2	Exp.3	Exp.4
De 18 m a 28 m	Exp.2	Exp.3	Exp.4	Exp.2	Exp.3	Exp.4
Superior a 28 m	Exp.3	Exp.4	Exp.4	Exp.3	Exp.4	Exp.4

Região A – todo o território nacional, excepto locais pertencentes à região B

Região B – Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira e as localidades situadas numa faixa de 5 km de largura junto à costa e ou superior a 600 m

Rugosidade I – edifícios situados no interior de uma zona urbana

Rugosidade II – edifícios situados na periferia de uma zona urbana ou numa zona rural

Rugosidade III – edifícios situados em zonas muito expostas (sem obstáculos que atenuem o vento)

Anexo V – Valores convencionais de R_{ph} para edifícios com uso exclusivo de ventilação natural

Classe de Exposição	Dispositivos de admissão na fachada	Permeabilidade ao ar das caixilharias (de acordo com a norma EN 12207)								Edifícios conformes com NP 1037-1
		Sem classificação Caixa de estore		Classe 1 Caixa de estore		Classe 2 Caixa de estore		Classe 3 Caixa de estore		
		Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	
1	Sim	0,90	0,80	0,85	0,75	0,80	0,70	0,75	0,65	0,60
	Não	1,00	0,90	0,95	0,85	0,90	0,80	0,85	0,75	
2	Sim	0,95	0,85	0,90	0,80	0,85	0,75	0,80	0,70	
	Não	1,05	0,95	1,00	0,90	0,95	0,85	0,90	0,80	
3	Sim	1,00	0,90	0,95	0,85	0,90	0,80	0,85	0,75	
	Não	1,10	1,00	1,05	0,95	1,00	0,90	0,95	0,85	
4	Sim	1,05	0,95	1,00	0,90	0,95	0,85	0,90	0,80	
	Não	1,15	1,05	1,10	1,00	1,05	0,95	1,00	0,90	

Notas:

1. Quando os dispositivos instalados para admissão de ar nas fachadas não garantirem que, para diferenças de pressão entre 20 Pa e 200 Pa, o caudal não varie mais de 1,5 vezes, os valores do quadro devem ser agravados de 0,1;
2. Quando a área de vãos envidraçados for superior a 15% da área útil de pavimento ($A_{env} > 0,15 \times A_{útil}$), os valores do quadro devem ser agravados de 0,1;
3. Se todas as portas do edifício ou fracção autónoma forem bem vedadas por aplicação de borrachas ou equivalente em todo o seu perímetro, os valores indicativos no quadro para edifícios não conformes com NP 1037-1 podem ser diminuídos de 0,05.

Anexo VI – Factor solar de alguns tipos de vidro (g_{Lv})

Tipo	Factor solar
Vidro simples	
Incolor:	
4 mm	0,88
5 mm	0,87
6 mm	0,85
8 mm	0,82
Colorido na massa (bronze, cinza, verde):	
4 mm	0,70
5 mm	0,65
6 mm	0,60
8 mm	0,55
Reflectante incolor:	
De 4 mm a 8mm	0,60
Reflectante colorido na massa (bronze, cinza, verde):	
De 4 mm e 5 mm	0,50
De 6 mm e 8 mm	0,45
Vidro duplo	
Incolor + incolor:	
(4 a 8) mm + 4 mm	0,78
(4 a 8) mm + 5 mm	0,75
Colorido na massa + incolor:	
4 mm + (4 a 8) mm	0,60
5 mm + (4 a 8) mm	0,55
6 mm + (4 a 8) mm	0,50
8 mm + (4 a 8) mm	0,45
Reflectante incolor + incolor:	
(4 a 8) mm + (4 a 8) mm	0,52
Reflectante colorido na massa + incolor:	
(4 e 5) mm + (4 a 8) mm	0,40
(6 e 8) mm + (4 a 8) mm	0,35
Tijolo de vidro (incolor e sem relevos)	0,57

Anexo VII – Valores do factor solar de vãos com protecção solar activada a 100% e vidro incolor corrente (g_⊥)

Tipo de protecção	Vidro simples Cor da protecção			Vidro duplo Cor da protecção		
	Clara	Média	Escura	Clara	Média	Escura
Protecções exteriores:						
Portada de madeira	0,04	0,07	0,09	0,03	0,05	0,06
Persiana:						
Réguas de madeira	0,05	0,08	0,10	0,04	0,05	0,07
Réguas metálicas ou plásticas	0,07	0,10	0,13	0,04	0,07	0,09
Estore veneziano:						
Lâminas de madeira	-	0,11	-	-	0,08	-
Lâminas metálicas	-	0,14	-	-	0,09	-
Estore:						
Lona opaca	0,07	0,09	0,12	0,04	0,06	0,08
Lona pouco transparente	0,14	0,17	0,19	0,10	0,12	0,14
Lona muito transparente	0,21	0,23	0,25	0,16	0,18	0,20
Protecções interiores:						
Estores de lâminas	0,45	0,56	0,65	0,47	0,59	0,69
Cortinas:						
Opacas	0,33	0,44	0,54	0,37	0,46	0,55
Ligeiramente transparentes	0,36	0,46	0,56	0,38	0,47	0,56
Transparentes	0,38	0,48	0,58	0,39	0,48	0,58
Muito transparentes	0,70	-	-	0,63	-	-
Portadas de madeira (opacas)	0,30	0,40	0,50	0,35	0,46	0,58
Persianas de madeira	0,35	0,45	0,57	0,40	0,55	0,65
Protecção entre dois vidros - estore veneziano, lâminas delgadas				0,28	0,34	0,40

Anexo VIII – Requisitos Mínimos de Qualidade Térmica da envolvente dos edifícios

Coefficientes de Transmissão térmica superficiais máximos admissíveis de elementos opacos

Elemento da envolvente	Zona Climática (*)		
	I ₁	I ₂	I ₃
Elementos exteriores em zona corrente (**):			
Zonas opacas verticais	1,8	1,60	1,45
Zonas opacas horizontais	1,25	1	0,90
Elementos interiores em zona corrente (***):			
Zonas opacas verticais	2	2	1,90
Zonas opacas horizontais	1,65	1,30	1,20

(*) Ver Anexo III do RCCTE

(**) Incluindo elementos interiores em situações em que $\tau > 0,7$

(***) Para outros edifícios e zonas anexas não-úteis

Factores solares máximos admissíveis de vãos envidraçados com mais de 5% da área útil do espaço que servem

Classe de inércia térmica (**), factor solar:	Zona Climática (*)		
	V ₁	V ₂	V ₃
Fraca	0,15	0,15	0,15
Média	0,56	0,56	0,50
Forte	0,56	0,56	0,50

(*) Ver Anexo III do RCCTE

(**) Ver Anexo VII do RCCTE

Anexo IX – Resistências Térmicas Superficiais

Sentido do fluxo de calor	Resistência térmica superficial (m ² .°C/W)		
	Exterior R _{se}	Local não aquecido (*) R _{se}	Interior R _{si}
Horizontal (**)	0,04	0,13	0,13
Vertical (***):			
Ascendente	0,04	0,10	0,10
Descendente	0,04	0,17	0,17

(*) Os valores indicados traduzem o facto de, no caso do cálculo do coeficiente de transmissão térmica de um elemento que separa um local não aquecido de um local aquecido, se adoptar $R_{se} = R_{si}$.

(**) Aplicável a paredes (até mais ou menos 30° com a vertical).

(***) Aplicável a coberturas e pavimentos.

Anexo X – Valores de ψ para Pontes Térmicas Lineares em contacto com o terreno

Valores de ψ de pavimentos em contacto com o terreno, sem isolamento térmico

Z (m)	ψ (W/m.°C)
Menor que -6	0
De -6 a -1,25	0,5
De -1,25 a 0	1,5
De 0,05 a 1,5	2,5

Valores de ψ de pavimentos em contacto com o terreno, com isolante térmico ^{*****}

Z (m)	ψ (W/m.°C)	
	Resistência térmica do isolante, R – [m ² .°C/W]	
	R < 0,50	R ≥ 0,50
-1,20 a 0,00	1,40	1,20
0,05 a 1,50	2,00	1,80

Valores de ψ de paredes em contacto com o terreno

Z (m)	ψ (W/m.°C)					
	Coeficiente de transmissão térmica da parede U (W/m ² .°C)					
	De 0,40 a 0,64	De 0,64 a 0,99	De 1 a 1,19	De 1,20 a 1,49	De 1,50 a 1,79	De 1,80 a 2
Menor que -6	1,55	1,90	2,25	2,45	2,65	2,75
De -6 a 3,05	1,35	1,65	1,90	2,05	2,25	2,50
De -3 a -1,05	0,80	1,10	1,30	1,45	1,65	1,75
De -1 a 0	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80

***** Por lapso editorial a tabela apresentada não consta do Decreto-Lei nº 80 de Abril de 2006 (RCCTE).

Anexo XI – Valores de ψ para Pontes Térmicas Lineares entre os elementos da Envoltente

A) Ligação da fachada com pavimentos térreos

Isolamento pelo interior

	TABELA Ai – Valores de ψ [W/m. $^{\circ}$ C]		
	z [m]	e_p [m]	
	0,15	0,20	$\geq 0,25$
0 a +0,40	0,50	0,55	0,65
> +0,40	0,65	0,75	0,85

Isolamento pelo exterior

	TABELA Ae – Valores de ψ [W/m. $^{\circ}$ C]		
	z [m]	d [m]	
	< 0	de 0 a 0,60	> 0,60
0 a +0,40	0,60	0,30	0,15
> +0,40	0,80	0,45	0,25

Isolamento repartido ou isolante na caixa-de-ar de paredes duplas

	TABELA Ar – Valores de ψ [W/m. $^{\circ}$ C]		
	z [m]	e_p [m]	
	0,15	0,20	$\geq 0,25$
0 a +0,40	0,45	0,50	0,60
> +0,40	0,60	0,70	0,80

Nota: Quando o pavimento térreo não tem isolante térmico, valores de ψ para A_i , A_e e A_r agravam-se em 50%.

B) Ligação da fachada com pavimentos sobre locais não aquecidos

Isolamento pelo interior

TABELA Bi.1 – Valores de ψ [W/m. $^{\circ}$ C]

e_p [m]			
0,15	0,20	0,25	$\geq 0,35$
0,55	0,65	0,75	0,85

$0,15 \text{ m} < e_m^* < 0,30 \text{ m}$

* Se não for em betão, a parede deve ter uma espessura superior a 0,22 m.

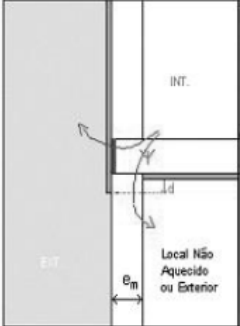
TABELA Bi.2 – Valores de ψ [W/m. $^{\circ}$ C]

e_p [m]			
0,15	0,20	0,25	$\geq 0,35$
0,20	0,25	0,30	0,35

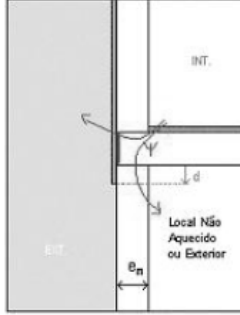
$0,15 \text{ m} < e_m^* < 0,30 \text{ m}$

* Se não for em betão, a parede deve ter uma espessura superior a 0,22 m.

Isolamento pelo exterior

	TABELA Be.1 – Valores de ψ [W/m. $^{\circ}$ C]			
	d [m]	e_m^* [m]		
	0,15	0,20	0,25	$\geq 0,35$
$0 < d \leq 0,30$	0,40	0,45	0,50	0,55

* Se não for em betão, a parede deve ter uma espessura superior a 0,22 m.

	TABELA Be.2 – Valores de ψ [W/m. $^{\circ}$ C]			
	d [m]	e_m^* [m]		
	0,15	0,20	0,25	$\geq 0,35$
$0 \leq d \leq 0,30$	0,45	0,50	0,55	0,60

* Se não for em betão, a parede deve ter uma espessura superior a 0,22 m.

Isolamento repartido ou isolante na caixa-de-ar de paredes duplas

	TABELA Br.1 – Valores de ψ [W/m. $^{\circ}$ C]																		
	<table border="1"> <tr> <th colspan="4">e_p</th> </tr> <tr> <th colspan="4">[m]</th> </tr> <tr> <td>0,15</td> <td>0,20</td> <td>0,25</td> <td>$\geq 0,35$</td> </tr> <tr> <td>0,60</td> <td>0,65</td> <td>0,70</td> <td>0,80</td> </tr> </table>				e_p				[m]				0,15	0,20	0,25	$\geq 0,35$	0,60	0,65	0,70
e_p																			
[m]																			
0,15	0,20	0,25	$\geq 0,35$																
0,60	0,65	0,70	0,80																

	TABELA Br.2 – Valores de ψ [W/m. $^{\circ}$ C]																		
	<table border="1"> <tr> <th colspan="4">e_p</th> </tr> <tr> <th colspan="4">[m]</th> </tr> <tr> <td>0,15</td> <td>0,20</td> <td>0,25</td> <td>$\geq 0,35$</td> </tr> <tr> <td>0,50</td> <td>0,55</td> <td>0,60</td> <td>0,70</td> </tr> </table>				e_p				[m]				0,15	0,20	0,25	$\geq 0,35$	0,50	0,55	0,60
e_p																			
[m]																			
0,15	0,20	0,25	$\geq 0,35$																
0,50	0,55	0,60	0,70																

C) Ligação da fachada com pavimentos intermédios

Isolamento pelo interior

	<p>TABELA Ci – Valores de Ψ_{sup} e Ψ_{inf} [W/m.°C]</p>																											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">e_m^* [m]</th> <th colspan="4">e_p [m]</th> </tr> <tr> <th>0,15</th> <th>0,20</th> <th>0,25</th> <th>$\geq 0,35$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,15 a 0,22</td> <td>0,35</td> <td>0,40</td> <td>0,45</td> <td>0,55</td> </tr> <tr> <td>0,22 a 0,30</td> <td>0,30</td> <td>0,35</td> <td>0,40</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>$\geq 0,30$</td> <td>0,25</td> <td>0,30</td> <td>0,35</td> <td>0,45</td> </tr> </tbody> </table>	e_m^* [m]	e_p [m]				0,15	0,20	0,25	$\geq 0,35$	0,15 a 0,22	0,35	0,40	0,45	0,55	0,22 a 0,30	0,30	0,35	0,40	0,50	$\geq 0,30$	0,25	0,30	0,35	0,45	<p>* Se não for em betão, a parede deve ter uma espessura superior a 0,22 m.</p>		
e_m^* [m]	e_p [m]																											
	0,15	0,20	0,25	$\geq 0,35$																								
0,15 a 0,22	0,35	0,40	0,45	0,55																								
0,22 a 0,30	0,30	0,35	0,40	0,50																								
$\geq 0,30$	0,25	0,30	0,35	0,45																								
<p>Nota: $\Psi_{sup} = \Psi_{inf}$.</p> <p>Para compartimentos contíguos de habitações distintas $\Psi = \Psi_{sup} - \Psi_{inf}$.</p> <p>Para compartimentos contíguos da mesma habitação $\Psi = \Psi_{sup} + \Psi_{inf}$.</p>																												

Isolamento pelo exterior

	<p><u>Tabela Ce</u></p> <p>$\Psi_{sup} = \Psi_{inf} = 0,10 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$</p> <p>$0,15 \text{ m} < e_m^* < 0,30 \text{ m}$</p> <p>* Se não for em betão, a parede deve ter uma espessura superior a 0,22 m.</p>
	<p>Nota: $\Psi_{sup} = \Psi_{inf}$.</p> <p>Para compartimentos contíguos de habitações distintas $\Psi = \Psi_{sup} - \Psi_{inf}$.</p> <p>Para compartimentos contíguos da mesma habitação $\Psi = \Psi_{sup} + \Psi_{inf}$.</p>

Isolamento repartido ou isolante na caixa-de-ar de paredes duplas

	TABELA Cr – Valores de ψ_{sup} e ψ_{inf} [W/m. ² .°C]																
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">e_m^* [m]</th> <th colspan="4">e_p [m]</th> </tr> <tr> <th>0,15</th> <th>0,20</th> <th>0,25</th> <th>$\geq 0,35$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>$\geq 0,30$</th> <td>0,15</td> <td>0,20</td> <td>0,25</td> <td>0,30</td> </tr> </tbody> </table>				e_m^* [m]	e_p [m]				0,15	0,20	0,25	$\geq 0,35$	$\geq 0,30$	0,15	0,20	0,25
e_m^* [m]	e_p [m]																
	0,15	0,20	0,25	$\geq 0,35$													
$\geq 0,30$	0,15	0,20	0,25	0,30													
* Se não for em betão, a parede deve ter uma espessura superior a 0,22 m																	
Nota: $\psi_{sup} - \psi_{inf}$ Para compartimentos contíguos de habitações distintas $\psi - \psi_{sup} - \psi_{inf}$ Para compartimentos contíguos da mesma habitação $\psi - \psi_{sup} + \psi_{inf}$																	

D) Ligação da fachada com cobertura inclinada ou terraço

Isolamento pelo interior da parede de fachada e pelo exterior da cobertura

	TABELA Di. – Valores de ψ [W/m. ² .°C]														
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="4">e_p [m]</th> </tr> <tr> <th>0,15</th> <th>0,20</th> <th>0,25</th> <th>$\geq 0,35$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,65</td> <td>0,75</td> <td>0,85</td> <td>0,90</td> </tr> </tbody> </table>				e_p [m]				0,15	0,20	0,25	$\geq 0,35$	0,65	0,75	0,85
e_p [m]															
0,15	0,20	0,25	$\geq 0,35$												
0,65	0,75	0,85	0,90												
$0,15 \text{ m} < e_m^* < 0,30 \text{ m}$															
* Se não for em betão, a parede deve ter uma espessura superior a 0,22 m															

Isolamento pelo exterior

- Isolamento contínuo pelo exterior

	TABELA De. – Valores de ψ [W/m. $^{\circ}$ C]														
	<table border="1"> <tr> <th colspan="4">e_p [m]</th> </tr> <tr> <td>0,15</td> <td>0,20</td> <td>0,25</td> <td>$\geq 0,35$</td> </tr> <tr> <td>0,35</td> <td>0,45</td> <td>0,50</td> <td>0,55</td> </tr> </table>				e_p [m]				0,15	0,20	0,25	$\geq 0,35$	0,35	0,45	0,50
e_p [m]															
0,15	0,20	0,25	$\geq 0,35$												
0,35	0,45	0,50	0,55												
$0,15 \text{ m} < e_m^* < 0,30 \text{ m}$															
* Se não for em betão, a parede deve ter uma espessura superior a 0,22 m.															

- Isolamento não contínuo

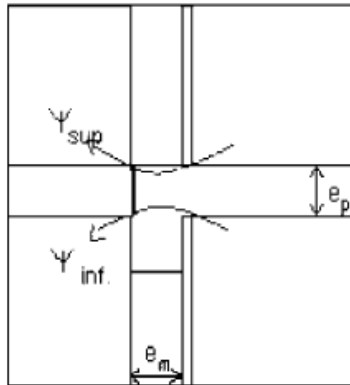
Considerar os valores de ψ da tabela D_i

Isolamento repartido ou isolante na caixa-de-ar da parede de fachada e isolamento pelo exterior da cobertura

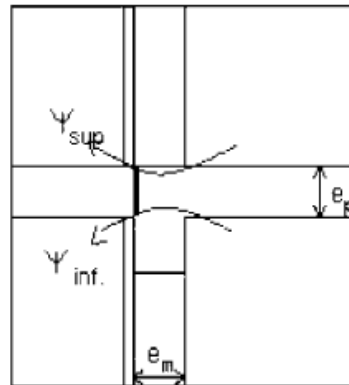
	TABELA Dr. – Valores de ψ [W/m. $^{\circ}$ C]														
	<table border="1"> <tr> <th colspan="4">e_p [m]</th> </tr> <tr> <td>0,15</td> <td>0,20</td> <td>0,25</td> <td>$\geq 0,35$</td> </tr> <tr> <td>0,50</td> <td>0,60</td> <td>0,70</td> <td>0,75</td> </tr> </table>				e_p [m]				0,15	0,20	0,25	$\geq 0,35$	0,50	0,60	0,70
e_p [m]															
0,15	0,20	0,25	$\geq 0,35$												
0,50	0,60	0,70	0,75												

E) Ligação da fachada com a varanda

Isolamento pelo interior



Isolamento pelo exterior



Isolamento repartido ou isolante na caixa-de-ar paredes duplas

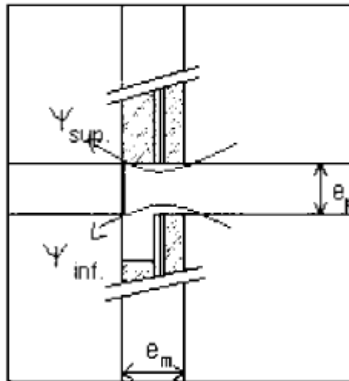


TABELA E_i , E_c e E_r – Valores de ψ_{sup} e ψ_{inf} [$W/m \cdot ^\circ C$]

e_m^* [m]	e_p [m]			
	0,15	0,20	0,25	$\geq 0,35$
*0,15 a 0,22	0,40	0,45	0,50	0,55
0,22 a 0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
$\geq 0,30$	0,30	0,35	0,40	0,45

* Se não for em betão, a parede deve ter uma espessura superior a 0,22 m.

Nota: $\psi_{sup} - \psi_{inf}$

Para compartimentos contíguos de habitações distintas $\psi = \psi_{sup} - \psi_{inf}$

Para compartimentos contíguos da mesma habitação $\psi = \psi_{sup} + \psi_{inf}$

F) Ligação entre duas paredes verticais

Isolamento pelo interior

	TABELA Fi – Valores de ψ [W/m. $^{\circ}$ C]	
	e_m^* [m]	
$\leq 0,22$	$\geq 0,22$	
0,20	0,25	

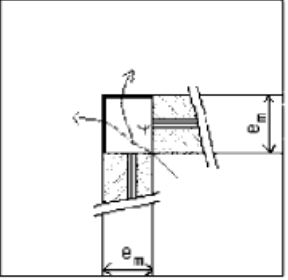
* Se não for em betão, a parede deve ter uma espessura superior a 0,22 m.

Isolamento pelo exterior

	TABELA Fe – Valores de ψ [W/m. $^{\circ}$ C]	
	e_m^* [m]	
$\leq 0,22$	$\geq 0,22$	
0,10	0,15	

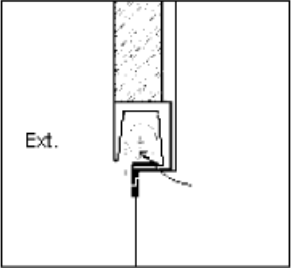
* Se não for em betão, a parede deve ter uma espessura superior a 0,22 m.

Isolamento repartido ou isolante na caixa-de-ar

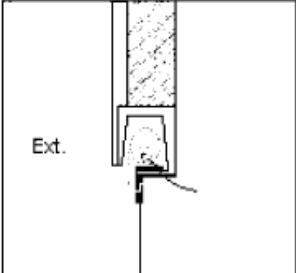
	<p>TABELA Fr – Valores de ψ [W/m²°C]</p> <table border="1"> <tr> <td>e_m^*</td> </tr> <tr> <td>[m]</td> </tr> <tr> <td>$\geq 0,22$</td> </tr> <tr> <td>0,20</td> </tr> </table>	e_m^*	[m]	$\geq 0,22$	0,20
	e_m^*				
[m]					
$\geq 0,22$					
0,20					
<p>* Se não for em betão, a parede deve ter uma espessura superior a 0,22 m.</p>					

G) Ligação da fachada com caixa de estore

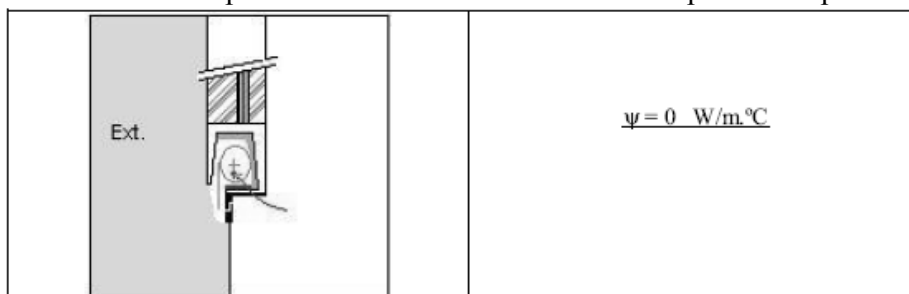
Isolamento pelo interior

	<p>$\psi = 0$ W/m²°C</p>
---	--

Isolamento pelo exterior

	<p>$\psi = 0$ W/m²°C</p>
---	--

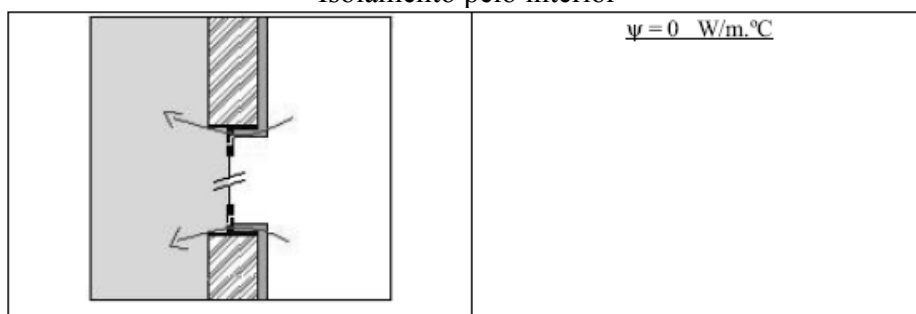
Isolamento repartido ou isolante na caixa-de-ar de paredes duplas



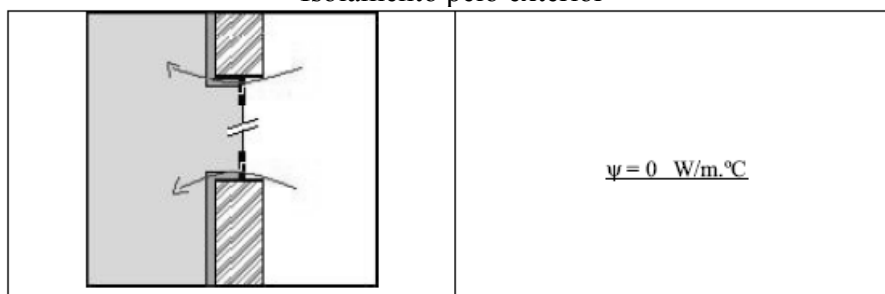
Nota: A resistência térmica do isolante da caixa de estore (R), deve ser maior ou igual a $0,5 \text{ m}^2\cdot^{\circ}\text{C/W}$. No caso da caixa de estore apresentar uma configuração diferente da apresentada, considerar $\psi = 1 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$.

H) Ligação fachada/padieira, ombreira e peitoril

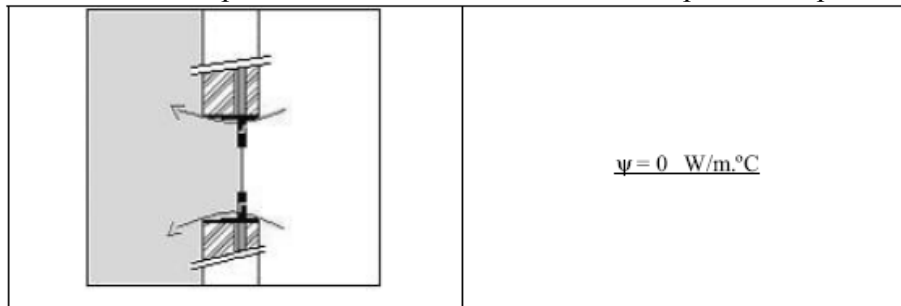
Isolamento pelo interior



Isolamento pelo exterior



Isolamento repartido ou isolante na caixa-de-ar de paredes duplas



Nota: Se não houver contacto do isolante térmico com a caixilharia, considerar o valor de $\psi = 0,2 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$.

Anexo XII – Pontes Térmicas Planas

Solução	Cód. Sol.	U [W/m ² .°C]	Mst [kg/m ²]	Msi isol. [kg/m ²]
Ponte Térmica Plana Peitoril		3.196	1000	0

Material	e [mm]	□ [kg/m ³]		Ms mín [kg/m ²]	□ [W/m.°C]	U [W/m ² .°C]	R [m ² .°C/W]
		Mín	Máx				
Granito	400	2500	2700	1000	2.800	7.000	0.143
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
Sub-total	400			1000		7.000	0.143
Resistência Térmica Superficial Horizontal Ext.						25.000	0.040
Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.						7.692	0.130
Total Inverno	400					3.196	0.313
Resistência Térmica Superficial Horizontal Ext.						25.000	0.040
Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.						7.692	0.130
Total Verão	400			1000		3.196	0.313

Solução	Cód. Sol.	U [W/m2.°C]	Mst [kg/m2]	Msi isol. [kg/m2]
Ponte Térmica Plana Pilares		2.626	910	0

Material	e [mm]	□ [kg/m3]		Ms mín [kg/m2]	□ [W/m.°C]	U [W/m2.°C]	R [m2.°C/W]
		Mín	Máx				
Cerâmica Vidrada/Grés Cerâmico	20	2300	2300	46	1.300	65.000	0.015
Betão normal 2	60	2300	2600	138	2.000	33.333	0.030
Betão normal 2	300	2300	2600	690	2.000	6.667	0.150
Argamassas e rebocos tradicionais 1	20	1800	2000	36	1.300	65.000	0.015
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
Sub-total	400			910		4.745	0.211
Resistência Térmica Superficial Horizontal Ext.						25.000	0.040
Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.						7.692	0.130
Total Inverno	400					2.626	0.381
Resistência Térmica Superficial Horizontal Ext.						25.000	0.040
Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.						7.692	0.130
Total Verão	400			910		2.626	0.381

Solução	Cód. Sol.	U [W/m ² .°C]	Mst [kg/m ²]	Msi isol. [kg/m ²]
Ponte Térmica Plana Padieira		2.572	895	0

Material	e [mm]	□ [kg/m ³]		Ms mín [kg/m ²]	□ [W/m.°C]	U [W/m ² .°C]	R [m ² .°C/W]
		Mín	Máx				
Cerâmica Vidrada/Grés Cerâmico	20	2300	2300	46	1.300	65.000	0.015
Argamassas e rebocos tradicionais 1	30	1800	2000	54	1.300	43.333	0.023
Betão normal 2	330	2300	2600	759	2.000	6.061	0.165
Argamassas e rebocos tradicionais 1	20	1800	2000	36	1.300	65.000	0.015
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
Sub-total	400			895		4.569	0.219
Resistência Térmica Superficial Horizontal Ext.						25.000	0.040
Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.						7.692	0.130
Total Inverno	400					2.572	0.389
Resistência Térmica Superficial Horizontal Ext.						25.000	0.040
Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.						7.692	0.130
Total Verão	400			895		2.572	0.389

Anexo XIII – Pontes Térmicas Planas Corrigidas

Solução	Cód. Sol.	U [W/m ² .°C]	Mst [kg/m ²]	Msi isol. [kg/m ²]
Ponte Térmica Plana Peitoril		0.899	926	0

Material	e [mm]	□ [kg/m ³]		Ms mín [kg/m ²]	□ [W/m.°C]	U [W/m ² .°C]	R [m ² .°C/W]
		Mín	Máx				
Granito	196	2500	2700	490	2.800	14.286	0.070
Poliestireno expandido extrudido (XPS)	30	25	40	1	0.037	1.233	0.811
Granito	174	2500	2700	435	2.800	16.092	0.062
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
Sub-total	400			926		1.060	0.943
Resistência Térmica Superficial Horizontal Ext.						25.000	0.040
Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.						7.692	0.130
Total Inverno	400					0.899	1.113
Resistência Térmica Superficial Horizontal Ext.						25.000	0.040
Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.						7.692	0.130
Total Verão	400			926		0.899	1.113

Solução	Cód. Sol.	U [W/m ² .°C]	Mst [kg/m ²]	Msi isol. [kg/m ²]
Ponte Térmica Plana Pilares		0.844	827	0

Material	e [mm]	□ [kg/m ³]		Ms mín [kg/m ²]	□ [W/m.°C]	U [W/m ² .°C]	R [m ² .°C/W]
		Mín	Máx				
Cerâmica Vidrada/Grés Cerâmico	20	2300	2300	46	1.300	65.000	0.015
Argamassas e rebocos tradicionais 1	30	1800	2000	54	1.300	43.333	0.023
Poliestireno expandido extrudido (XPS)	30	25	40	1	0.037	1.233	0.811
Betão normal 2	300	2300	2600	690	2.000	6.667	0.150
Argamassas e rebocos tradicionais 1	20	1800	2000	36	1.300	65.000	0.015
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
Sub-total	400			827		0.986	1.015
Resistência Térmica Superficial Horizontal Ext.						25.000	0.040
Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.						7.692	0.130
Total Inverno	400					0.844	1.185
Resistência Térmica Superficial Horizontal Ext.						25.000	0.040
Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.						7.692	0.130
Total Verão	400			827		0.844	1.185

Solução	Cód. Sol.	U [W/m ² .°C]	Mst [kg/m ²]	Msi isol. [kg/m ²]
Ponte Térmica Plana_Padieira		0.844	827	36

Material	e [mm]	ρ [kg/m ³]		Ms mín [kg/m ²]	λ [W/m.°C]	U [W/m ² .°C]	R [m ² .°C/W]
		Mín	Máx				
Cerâmica Vidrada/Grés Cerâmico	20	2300	2300	46	1.300	65.000	0.015
Argamassas e rebocos tradicionais 1	30	1800	2000	54	1.300	43.333	0.023
Betão normal 2	300	2300	2600	690	2.000	6.667	0.150
Poliestireno expandido extrudido (XPS)	30	25	40	1	0.037	1.233	0.811
Argamassas e rebocos tradicionais 1	20	1800	2000	36	1.300	65.000	0.015
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
Sub-total	400			827		0.986	1.015
Resistência Térmica Superficial Horizontal Ext.						25.000	0.040
Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.						7.692	0.130
Total Inverno	400					0.844	1.185
Resistência Térmica Superficial Horizontal Ext.						25.000	0.040
Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.						7.692	0.130
Total Verão	400			827		0.844	1.185

Anexo XIV – Cargas Internas

Piso 0							
-	N.º	Espaço	PD [m]	Área Útil [m2]	Ilum. [W]	Equip. [W]	Ocup.
U	0_1	Átrio (Recepção)	3	207	648	0	11
U	0_2	Cabeleireiro	3	16	108	235	4
U	0_3	Casa das Máquinas	3	5	36	0	0
N	0_4	Central Técnica	3	23	72	0	0
U	0_5	Macas e Cadeiras (Corredor 1)	3	35	312	0	2
U	0_6	Corredor 2	3	5	18	0	1
U	0_7	Corredor de Entrada	3	4	21	0	0
U	0_8	Espaço de Transição	3	15	78	0	0
U	0_9	Gab. Administrativo	3	36	324	540	2
U	0_10	Gab. Director	3	19	216	289	1
U	0_11	Gabinete Médico	3	14	108	213	2
U	0_12	Instalações Sanitárias (I.S.1)	3	5	156	0	0
U	0_13	Instalações Sanitárias (I.S.2)	3	4	10	0	0
U	0_14	Instalações Sanitárias (I.S.3)	3	7	137	0	0
U	0_15	Instalações Sanitárias (I.S.4)	3	2	10	0	0
U	0_16	Instalações Sanitárias (I.S.5)	3	6	137	0	0
U	0_17	Instalações Sanitárias (I.S.6)	3	3	10	0	0
U	0_18	Instalações Sanitárias (I.S.7)	3	5	20	0	0
U	0_19	Lavandaria	3	63	288	32182	13
U	0_20	Sala de Pessoal	3	17	36	255	4
U	0_21	Sala de Reuniões	3	22	216	331	8
U	0_22	Vestíbulo	3	12	72	179	6
U	0_23	Zona de Culto	3	62	402	924	50
U	0_24	Escadas1	3	19	42	0	0
U	0_25	Elevador	3	6	7	0	0
U	0_26	Escadas2	3	20	21	0	0
U	0_27	Acesso Principal	3	12	18	0	0
U	0_28	Elevadores	3	7	7	0	0
Médias			3	-	-	-	-
Totais			-	650	3530	35148	104
Área Não Útil			-	75	149	0	0
Área Útil			-	575	3381	35148	104

Piso 1							
-	N.º	Espaço	PD [m]	Área Útil [m2]	Ilum. [W]	Equip. [W]	Ocup.
N	1_1	Armazém (A.) de Frio	3.1	7	36	1502	0
U	1_2	A. de Géneros Alimentares	3.1	22	72	2510	0
U	1_3	A. de M. de Limpeza	3.1	4	7	0	0
U	1_4	Arrumo	3.1	4	7	0	0
U	1_5	Arrumos para Vasilhame	3.1	4	7	0	0
U	1_6	Circulação	3.1	7	36	0	0
U	1_7	Comp. Lixo	3.1	4	7	0	0
U	1_8	Corredor 1 (*1)	2.4	136	324	0	17
U	1_9	Corredor 2 (*2)	2.4	62	320	0	8
U	1_10	Corredor 3 (*3)	3.1	23	156	0	3
U	1_11	Corredor 4 (*4)	3.1	7	78	0	1
U	1_12	Corredor 5 (*5)	3.1	13	36	0	2
U	1_13	Cozinha	3.1	71	752	18238	2
U	1_14	Gab. de Enfermagem	2.4	13	108	188	3
U	1_15	Instalações Sanitárias (I.S.1)	2.4	5	156	0	0
U	1_16	Instalações Sanitárias (I.S.2)	2.4	5	18	0	0
U	1_17	Instalações Sanitárias (I.S.3)	2.4	5	18	0	0
U	1_18	Instalações Sanitárias (I.S.4)	2.4	5	18	0	0
U	1_19	Instalações Sanitárias (I.S.5)	2.4	5	18	0	0
U	1_20	Instalações Sanitárias (I.S.6)	2.4	5	18	0	0
U	1_21	Instalações Sanitárias (I.S.7)	2.4	5	18	0	0
U	1_22	Instalações Sanitárias (I.S.8)	2.4	5	18	0	0
U	1_23	Instalações Sanitárias (I.S.9)	2.4	5	18	0	0
U	1_24	Instalações Sanitárias (I.S.10)	2.4	5	18	0	0
U	1_25	Instalações Sanitárias (I.S.11)	2.4	5	18	0	0
U	1_26	Instalações Sanitárias (I.S.12)	2.4	5	156	0	0
U	1_27	I.S./Vest. 1	3.1	14	72	0	0
U	1_28	I.S./Vest. 2	3.1	14	72	0	0
U	1_29	I.S. com ajuda	3.1	15	10	0	0
U	1_30	Despensa de Dia	3.1	8	36	0	0
U	1_31	Posto de Vigia	2.4	4	36	63	1
U	1_32	Quarto Individual 1	3.1	22	61	89	2
U	1_33	Quarto Individual 2	3.1	22	61	89	2
U	1_34	Quarto Individual 3	3.1	22	61	89	2
U	1_35	Quarto Individual 4	3.1	22	61	89	2
U	1_36	Quarto Individual 5	3.1	22	61	89	2
U	1_37	Quarto Duplo 1	3.1	22	75	89	2
U	1_38	Quarto Duplo 2	3.1	22	75	89	2

Piso 1							
-	N.º	Espaço	PD [m]	Área Útil [m2]	Ilum. [W]	Equip. [W]	Ocup.
U	1_39	Quarto Duplo 3	3.1	22	75	89	2
U	1_40	Quarto Duplo 4	3.1	22	75	89	2
U	1_41	Quarto Duplo 5	3.1	22	75	89	2
U	1_42	Sala de Estar	3.1	30	108	120	4
U	1_43	Sala de Estar c/ copa	3.1	62	216	248	8
U	1_44	Sala de refeições Normal	2.4	49	216	244	12
U	1_45	Sala de refeições Marginal	2.4	49	360	245	18
U	1_46	Sala do Vigilante	2.4	12	108	50	1
U	1_47	Rouparia	3.1	12	21	0	0
U	1_48	Zona de Sujos	3.1	6	21	0	0
U	1_49	Escadas1	3.1	19	42	0	0
U	1_50	Escadas2	3.1	28	63	0	0
U	1_51	Elevadores	3.1	7	0	0	0
U	1_52	Elevador	3.1	6	0	0	0
U	1_53	S.Pessoal	2.4	17	36	68	4
U	1_54	Escadas Cozinha / Copa	3.1	4	0	0	0
Médias			2.8	-	-	-	-
Totais			-	1014	4535	24366	103
Área Não Útil			-	97	220	4012	0
Área Útil			-	917	4315	20355	103

Piso 2							
-	N.º	Espaço	PD [m]	Área Útil [m2]	Ilum. [W]	Equip. [W]	Ocup.
U	2_1	Arrumos 1	3.1	5	7	0	0
U	2_2	Arrumos 2	3.1	5	7	0	0
U	2_3	Balneários Fem.	3.1	23	108	0	4
U	2_4	Balneários Masc.	3.1	23	108	0	4
U	2_5	Copa	2.4	17	72	84	1
U	2_6	Fisioterapia	3.1	47	267	703	3
U	2_7	Ginásio	2.4	90	780	90	5
U	2_8	Instalações Sanitárias (I.S.1)	3.1	6	156	0	0
U	2_9	Instalações Sanitárias (I.S.2)	3.1	12	283	0	0
U	2_10	Instalações Sanitárias (I.S.3)	3.1	12	283	0	0
U	2_11	Instalações Sanitárias (I.S.Vig.)	2.4	5	10	0	0
U	2_12	Instalações Sanitárias (I.S.Q1)	2.4	5	18	0	0
U	2_13	Instalações Sanitárias (I.S.Q2)	2.4	5	18	0	0
U	2_14	Instalações Sanitárias (I.S.Q3)	2.4	5	18	0	0
U	2_15	Instalações Sanitárias (I.S.Q4)	2.4	5	18	0	0

Piso 2							
-	N.º	Espaço	PD [m]	Área Útil [m2]	Ilum. [W]	Equip. [W]	Ocup.
U	2_16	Instalações Sanitárias (I.S.Q5)	2.4	5	18	0	0
U	2_17	Instalações Sanitárias (I.S.Q6)	2.4	5	18	0	0
U	2_18	Instalações Sanitárias (I.S.Q7)	2.4	5	18	0	0
U	2_19	Instalações Sanitárias (I.S.Q8)	2.4	5	18	0	0
U	2_20	Instalações Sanitárias (I.S.Q9)	2.4	5	18	0	0
U	2_21	Instalações Sanitárias (I.S.Q10)	2.4	5	18	0	0
U	2_22	Instalação Sanitária (I.S.4)	2.4	5	156	0	0
U	2_23	I.S. com ajuda	3.1	15	40	0	0
U	2_24	Quarto Individual	3.1	22	61	89	2
U	2_25	Quarto Individual	3.1	22	61	89	2
U	2_26	Quarto Individual	3.1	22	61	89	2
U	2_27	Quarto Individual	3.1	22	61	89	2
U	2_28	Quarto Individual	3.1	22	61	89	2
U	2_29	Quarto Duplo	3.1	22	75	89	2
U	2_30	Quarto Duplo	3.1	22	75	89	2
U	2_31	Quarto Duplo	3.1	22	75	89	2
U	2_32	Quarto Duplo	3.1	22	75	89	2
U	2_33	Quarto Duplo	3.1	22	75	89	2
U	2_34	Sala de Estar 1	3.1	30	108	120	4
U	2_35	Sala de Estar 2	3.1	38	108	153	4
U	2_36	Sala de Estar c/ Copa	3.1	62	216	248	7
U	2_37	Sala de Refeições Normal	2.4	61	360	303	12
U	2_38	Sala de Refeições Marginal	2.4	49	288	245	18
U	2_39	Sala do vigilante	2.4	22	216	88	1
U	2_40	Rouparia	3.1	12	21	0	0
U	2_41	Piscina	3.1	134	1160	134	7
U	2_42	Zona de Sujos	3.1	6	21	0	0
U	2_43	Elevadores	3.1	7	0	0	0
U	2_44	Elevador	3.1	6	0	0	0
U	2_45	Escadas1	3.1	28	42	0	0
U	2_46	Escadas2	3.1	19	63	0	0
U	2_47	Corredor1	2.4	43	252	0	5
U	2_48	Corredor2	2.4	92	216	0	12
U	2_49	Corredor3	2.4	113	324	0	14
U	2_50	Escadas Cozinha / Copa	3.1	7	0	0	0
Médias			2.8	-	-	-	-
Totais			-	1264	6532	3059	121
Área Não Útil			-	66	105	0	0
Área Útil			-	1198	6427	3059	121

Piso 3							
-	N.º	Espaço	PD [m]	Área Útil [m2]	Ilum. [W]	Equip. [W]	Ocup.
U	3_1	Arrumo (Oeste)	3.1	11	21	0	0
U	3_2	Corredor Oeste (aprox.)	2.4	117	324	0	15
U	3_3	Corredor central e escadas	2.4	94	288	0	12
U	3_4	Corredor Este (aprox.)	2.4	119	324	0	15
U	3_5	Biblioteca/Espaço Multimédia	2.4	87	360	1299	5
U	3_6	Instalações Sanitárias (I.S.Q1)	2.4	5	18	0	0
U	3_7	Instalações Sanitárias (I.S.Q2)	2.4	5	18	0	0
U	3_8	Instalações Sanitárias (I.S.Q3)	2.4	5	18	0	0
U	3_9	Instalações Sanitárias (I.S.Q4)	2.4	5	18	0	0
U	3_10	Instalações Sanitárias (I.S.Q5)	2.4	5	18	0	0
U	3_11	Instalações Sanitárias (I.S.Q6)	2.4	5	18	0	0
U	3_12	Instalações Sanitárias (I.S.Q7)	2.4	5	18	0	0
U	3_13	Instalações Sanitárias (I.S.Q8)	2.4	5	18	0	0
U	3_14	Instalações Sanitárias (I.S.Q9)	2.4	5	18	0	0
U	3_15	Instalações Sanitárias (I.S.Q10)	2.4	5	18	0	0
U	3_16	Instalações Sanitárias (I.S.Q11)	2.4	5	18	0	0
U	3_17	Instalações Sanitárias (I.S.Q12)	2.4	5	18	0	0
U	3_18	Instalações Sanitárias (I.S.Q13)	2.4	5	18	0	0
U	3_19	Instalações Sanitárias (I.S.Q14)	2.4	5	18	0	0
U	3_20	Instalações Sanitárias (I.S.Q15)	2.4	5	18	0	0
U	3_21	Instalações Sanitárias (I.S.Q16)	2.4	5	18	0	0
U	3_22	Instalações Sanitárias (I.S.Q17)	2.4	5	18	0	0
U	3_23	Instalações Sanitárias (I.S.Q18)	2.4	5	18	0	0
U	3_24	Instalações Sanitárias (I.S.Q19)	2.4	5	18	0	0
U	3_25	Instalações Sanitárias (I.S.Q20)	2.4	5	18	0	0
U	3_26	Instalações Sanitárias (I.S.1)	3.1	5	78	0	0
U	3_27	Instalações Sanitárias (I.S.2)	3.1	5	156	0	0
U	3_28	Instalações Sanitárias (I.S.3)	3.1	12	283	0	0
U	3_29	Instalações Sanitárias (I.S.4)	3.1	12	283	0	0
U	3_30	I.S. com ajuda (Oeste)	3.1	15	20	0	0
U	3_31	I.S. com ajuda (Este)	3.1	15	20	0	0
U	3_32	Quarto Individual 6	3.1	22	61	89	2
U	3_33	Quarto Individual 7	3.1	22	61	89	2
U	3_34	Quarto Individual 8	3.1	22	61	89	2
U	3_35	Quarto Individual 9	3.1	22	61	89	2
U	3_36	Quarto Individual 10	3.1	22	61	89	2
U	3_38	Quarto Individual 11	3.1	22	61	89	2
U	3_39	Quarto Individual 12	3.1	22	61	89	2
U	3_40	Quarto Individual 13	3.1	22	61	89	2

Piso 3							
-	N.º	Espaço	PD [m]	Área Útil [m2]	Ilum. [W]	Equip. [W]	Ocup.
U	3_41	Quarto Individual 14	3.1	22	61	89	2
U	3_42	Quarto Individual 15	3.1	22	61	89	2
U	3_43	Quarto Duplo 1	3.1	22	75	89	2
U	3_44	Quarto Duplo 2	3.1	22	75	89	2
U	3_45	Quarto Duplo 3	3.1	22	75	89	2
U	3_46	Quarto Duplo 4	3.1	22	75	89	2
U	3_47	Quarto Duplo 5	3.1	22	75	89	2
U	3_49	Quarto Duplo 16	3.1	22	75	89	2
U	3_50	Quarto Duplo 17	3.1	22	75	89	2
U	3_51	Quarto Duplo 18	3.1	22	75	89	2
U	3_52	Quarto Duplo 19	3.1	22	75	89	2
U	3_53	Quarto Duplo 20	3.1	22	75	89	2
U	3_54	Sala de Convívio Normal	2.4	61	288	242	8
U	3_55	Sala de Convívio Marginal	2.4	49	180	196	6
U	3_56	Sala de Estar 1	3.1	38	144	153	8
U	3_57	Sala de Estar c/ Copa 1 (Oeste)	3.1	52	180	206	10
U	3_58	Sala de Estar c/ Copa 2 (Este)	3.1	62	216	248	12
U	3_59	Rouparia (Oeste)	3.1	12	21	0	0
U	3_60	Rouparia (Este)	3.1	12	21	0	0
U	3_61	Zona de Sujos 1 (Oeste)	3.1	6	21	0	0
U	3_62	Zona de Sujos 2 (Este)	3.1	6	21	0	0
U	3_63	Sala do vigilante	2.4	22	216	88	1
U	3_64	Sala de estar 2	2.4	30	108	120	10
U	3_65	Elevadores	3.1	7	7	0	
U	3_66	Elevador	3.1	6	7	0	
U	3_67	Escadas1	3.1	28	7	0	
U	3_68	Escadas2	3.1	19	63	0	
U	3_69	Instalações Sanitárias (I.S.Vig.)	2.4	5	10	0	0
Médias			2.8	-	-	-	-
Totais			-	1448	5387	4334	141
Área Não Útil			-	60	84	0	0
Área Útil			-	1388	5303	4334	141

Anexo XV – Soluções Construtivas

1	Solução	Código Solução	U [W/m2.°C]	Mst [kg/m2]	Msi isol. [kg/m2]
	Cobertura	LM_Inv_1	0.541	750	713

	Material	e [mm]	ρ [kg/m3]		Ms mín [kg/m2]	λ [W/m.°C]	U [W/m2.°C]	R [m2.°C/W]
			Mín	Máx				
	Argamassas e rebocos tradicionais 1	20	1800	2000	36	1.300	65.000	0.015
	Poliestireno expandido extrudido (XPS)	30	25	40	1	0.037	1.233	0.811
	Espaço de ar - Vertical Desc. - 10 mm	10	0	0	0	0.000	6.667	0.150
	Membranas flexíveis impregnadas com betume	18	1000	1100	18	0.230	12.778	0.078
	Betume puro	2	1050	1050	2	0.170	85.000	0.012
	Betão Cavernoso ou semi-cavernoso s/ areia	90	800	1000	72	0.330	3.667	0.273
	Betão normal 2	250	2300	2600	575	2.000	8.000	0.125
	Argamassas e rebocos tradicionais 1	20	1800	2000	36	1.300	65.000	0.015
	Espaço de ar - Vertical Desc. - 15 a 300 mm	500	0	0	0	0.000	4.348	0.230
	Placa de gesso cartonado	13	750	1000	10	0.250	19.231	0.052
			0	0	0	0.000	0.000	0.000
	Sub-total	953	-	-	750	-	0.585	1.709
D	Resistência Térmica Superficial Vertical Desc. Ext.	-	-	-	-	-	25.000	0.040
	Resistência Térmica Superficial Vertical Desc. Int.	-	-	-	-	-	5.882	0.170
	Total Inverno	953	-	-	-	-	0.521	1.919
A	Resistência Térmica Superficial Vertical Asc. Ext.	-	-	-	-	-	25.000	0.040
	Resistência Térmica Superficial Vertical Asc. Int.	-	-	-	-	-	10.000	0.100
	Total Verão	953	-	-	-	-	0.541	1.849

2	Solução	Código Solução	U [W/m2.°C]	Mst [kg/m2]	Msi isol. [kg/m2]
	Pavimento de compartimentação interna 1	LM_SI_1	1.642	-	834

	Material	e [mm]	ρ [kg/m3]		Ms mín [kg/m2]	λ [W/m.°C]	U [W/m2.°C]	R [m2.°C/W]
			Mín	Máx				
	Placa de gesso cartonado	13	750	1000	10	0.250	19.231	0.052
	Espaço de ar - Vertical Asc. - 15 a 300 mm	1100	0	0	0	0.000	6.250	0.160
	Argamassas e rebocos tradicionais 1	20	1800	2000	36	1.300	65.000	0.015
	Betão normal 2	300	2300	2600	690	2.000	6.667	0.150
	Argamassas e rebocos tradicionais 1	30	1800	2000	54	1.300	43.333	0.023
	Grés silicoso	20	2200	2590	44	2.300	115.000	0.009
			0	0	0	0.000	0.000	0.000
			0	0	0	0.000	0.000	0.000
			0	0	0	0.000	0.000	0.000
			0	0	0	0.000	0.000	0.000
			0	0	0	0.000	0.000	0.000
	Sub-total	1483	-	-	834	-	2.444	0.409
D	Resistência Térmica Superficial Vertical Desc. Int.	-	-	-	-	-	5.882	0.170
	Resistência Térmica Superficial Vertical Desc. Int.	-	-	-	-	-	5.882	0.170
	Total Inverno	1483	-	-	-	-	1.335	0.749
A	Resistência Térmica Superficial Vertical Asc. Int.	-	-	-	-	-	10.000	0.100
	Resistência Térmica Superficial Vertical Asc. Int.	-	-	-	-	-	10.000	0.100
	Total Verão	1483	-	-	-	-	1.642	0.609

3	Solução	Código Solução	U [W/m2.°C]	Mst [kg/m2]	Msi isol. [kg/m2]
	Pavimento de compartimentação interna 2	LM_SI_2	1.472	-	834

Material	e [mm]	r[kg/m3]		Ms mín [kg/m2]	I [W/m.°C]	U [W/m2.°C]	R [m2.°C/W]
		Mín	Máx				
Placa de gesso cartonado	13	750	1000	10	0.250	19.231	0.052
Espaço de ar - Vertical Desc. - 15 a 300 mm	500	0	0	0	0.000	4.348	0.230
Argamassas e rebocos tradicionais 1	20	1800	2000	36	1.300	65.000	0.015
Betão normal 2	300	2300	2600	690	2.000	6.667	0.150
Argamassas e rebocos tradicionais 1	30	1800	2000	54	1.300	43.333	0.023
Grés silicoso	20	2200	2590	44	2.300	115.000	0.009
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
Sub-total	883	-	-	834	-	2.087	0.479
D	Resistência Térmica Superficial Vertical Desc. Int.	-	-	-	-	5.882	0.170
	Resistência Térmica Superficial Vertical Desc. Int.	-	-	-	-	5.882	0.170
	Total Inverno	883	-	-	-	1.221	0.819
A	Resistência Térmica Superficial Vertical Asc. Int.	-	-	-	-	10.000	0.100
	Resistência Térmica Superficial Vertical Asc. Int.	-	-	-	-	10.000	0.100
	Total Verão	883	-	-	-	1.472	0.679

4	Solução	Código Solução	U [W/m2.°C]	Mst [kg/m2]	Msi isol. [kg/m2]
	Pavimento exterior 1	LM_E_1	0.871	-	788

Material	e [mm]	r [kg/m3]		Ms mín [kg/m2]	I [W/m.°C]	U [W/m2.°C]	R [m2.°C/W]
		Mín	Máx				
Argamassas e rebocos tradicionais 1	20	1800	2000	36	1.300	65.000	0.015
Poliestireno expandido extrudido (XPS)	30	25	40	1	0.037	1.233	0.811
Betão normal 2	300	2300	2600	690	2.000	6.667	0.150
Argamassas e rebocos tradicionais 1	30	1800	2000	54	1.300	43.333	0.023
Grés silicoso	20	2200	2590	44	2.300	115.000	0.009
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
Sub-total	400	-	-	825	-	0.992	1.008
D	Resistência Térmica Superficial Vertical Desc. Ext.	-	-	-	-	25.000	0.040
	Resistência Térmica Superficial Vertical Desc. Int.	-	-	-	-	5.882	0.170
	Total Inverno	400	-	-	-	0.821	1.218
A	Resistência Térmica Superficial Vertical Asc. Ext.	-	-	-	-	25.000	0.040
	Resistência Térmica Superficial Vertical Asc. Int.	-	-	-	-	10.000	0.100
	Total Verão	400	-	-	-	0.871	1.148

5	Solução	Código Solução	U [W/m2.°C]	Mst [kg/m2]	Msi isol. [kg/m2]
	Pavimento em contacto com espaço não útil 1	LM_E_2	0.671	-	788

Material	e [mm]	ρ [kg/m3]		Ms mín [kg/m2]	λ [W/m.°C]	U [W/m2.°C]	R [m2.°C/W]
		Mín	Máx				
Placa de gesso cartonado	13	750	1000	10	0.250	19.231	0.052
Espaço de ar - Vertical Desc. - 15 a 300 mm	1100	0	0	0	0.000	4.348	0.230
Argamassas e rebocos tradicionais 1	20	1800	2000	36	1.300	65.000	0.015
Poliestireno expandido extrudido (XPS)	30	25	40	1	0.037	1.233	0.811
Betão normal 2	300	2300	2600	690	2.000	6.667	0.150
Argamassas e rebocos tradicionais 1	30	1800	2000	54	1.300	43.333	0.023
Grés silicoso	20	2200	2590	44	2.300	115.000	0.009
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
Sub-total	1513	-	-	835	-	0.775	1.290
D	Resistência Térmica Superficial Vertical Desc. Int.	-	-	-	-	5.882	0.170
	Resistência Térmica Superficial Vertical Desc. Int.	-	-	-	-	5.882	0.170
	Total Inverno	1513	-	-	-	0.614	1.630
A	Resistência Térmica Superficial Vertical Asc. Int.	-	-	-	-	10.000	0.100
	Resistência Térmica Superficial Vertical Asc. Int.	-	-	-	-	10.000	0.100
	Total Verão	1513	-	-	-	0.671	1.490

6	Solução	Código Solução	U [W/m ² .°C]	Mst [kg/m ²]	Msi isol. [kg/m ²]
	Pavimento em contacto com espaço não útil 2	LM E 3	0.645	-	788

	Material	e [mm]	ρ [kg/m ³]		Ms mín [kg/m ²]	λ [W/m.°C]	U [W/m ² .°C]	R [m ² .°C/W]
			Mín	Máx				
	Placa de gesso cartonado	13	750	1000	10	0.250	19.231	0.052
	Espaço de ar - Vertical Desc. - 15 a 300 mm	500	0	0	0	0.000	4.348	0.230
	Argamassas e rebocos tradicionais 1	20	1800	2000	36	1.300	65.000	0.015
	Poliestireno expandido extrudido (XPS)	30	25	40	1	0.037	1.233	0.811
	Betão normal 2	300	2300	2600	690	2.000	6.667	0.150
	Argamassas e rebocos tradicionais 1	30	1800	2000	54	1.300	43.333	0.023
	Grés silicoso	20	2200	2590	44	2.300	115.000	0.009
			0	0	0	0.000	0.000	0.000
			0	0	0	0.000	0.000	0.000
			0	0	0	0.000	0.000	0.000
			0	0	0	0.000	0.000	0.000
	Sub-total	913	-	-	835	-	0.775	1.290
D	Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.	-	-	-	-	-	7.692	0.130
	Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.	-	-	-	-	-	7.692	0.130
	Total Inverno	913	-	-	-	-	0.645	1.550
A	Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.	-	-	-	-	-	7.692	0.130
	Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.	-	-	-	-	-	7.692	0.130
	Total Verão	913	-	-	-	-	0.645	1.550

7	Solução	Código Solução	U [W/m ² .°C]	Mst [kg/m ²]	Msi isol. [kg/m ²]
	Pavimento em contacto com o terreno	LM_N_1	0.634	-	616

	Material	e [mm]	ρ [kg/m ³]		Ms mín [kg/m ²]	λ [W/m.°C]	U [W/m ² .°C]	R [m ² .°C/W]
			Mín	Máx				
	Areia, gravilha, seixo, brita	150	1700	2200	255	2.000	13.333	0.075
	Betume puro	10	1050	1050	11	0.170	17.000	0.059
	Poliestireno expandido extrudido (XPS)	30	25	40	1	0.037	1.233	0.811
	Betão normal 2	200	2300	2600	460	2.000	10.000	0.100
	Betão Cavernoso ou semi-cavernoso s/ areia	100	800	1000	80	0.330	3.300	0.303
	Betão Cavernoso ou semi-cavernoso s/ areia	40	800	1000	32	0.330	8.250	0.121
	Grés silicoso	20	2200	2590	44	2.300	115.000	0.009
			0	0	0	0.000	0.000	0.000
			0	0	0	0.000	0.000	0.000
			0	0	0	0.000	0.000	0.000
			0	0	0	0.000	0.000	0.000
	Sub-total	550	-	-	882	-	0.677	1.478
D		-	-	-	-	-	0.000	0.000
	Resistência Térmica Superficial Vertical Desc. Int.	-	-	-	-	-	5.882	0.170
	Total Inverno	550	-	-	-	-	0.607	1.648
A		-	-	-	-	-	0.000	0.000
	Resistência Térmica Superficial Vertical Asc. Int.	-	-	-	-	-	10.000	0.100
	Total Verão	550	-	-	-	-	0.634	1.578

8	Solução	Código Solução	U [W/m ² .°C]	Mst [kg/m ²]	Msi isol. [kg/m ²]
	Parede Exterior	D TF CA 1	0.533	-	136

Material	e [mm]	ρ [kg/m ³]		Ms mín [kg/m ²]	λ [W/m.°C]	U [W/m ² .°C]	R [m ² .°C/W]
		Mín	Máx				
Cerâmica Vidrada/Grés Cerâmico	20	2300	2300	46	1.300	65.000	0.015
Argamassas e rebocos tradicionais 1	30	1800	2000	54	1.300	43.333	0.023
Tijolos Cerâmicos Furados - 0.15 m	150	800	933	120	0.000	2.564	0.390
Espaço de ar - Horizontal - 25 a 300 mm	40	0	0	0	0.000	5.556	0.180
Poliestireno expandido extrudido (XPS)	30	25	40	1	0.037	1.233	0.811
Tijolos Cerâmicos Furados - 0.10/0.11 m	110	909	1182	100	0.000	3.704	0.270
Argamassas e rebocos tradicionais 1	20	1800	2000	36	1.300	65.000	0.015
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
Sub-total	400	-	-	357	-	0.587	1.705
D	Resistência Térmica Superficial Horizontal Ext.	-	-	-	-	25.000	0.040
	Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.	-	-	-	-	7.692	0.130
	Total Inverno	-	-	-	-	0.533	1.875
A	Resistência Térmica Superficial Horizontal Ext.	-	-	-	-	25.000	0.040
	Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.	-	-	-	-	7.692	0.130
	Total Verão	-	-	-	-	0.533	1.875

9	Solução	Código Solução	U [W/m ² .°C]	Mst [kg/m ²]	Msi isol. [kg/m ²]
	Parede de compartimentação interna 1	S_TF_SI_1	1.783	-	172

Material	e [mm]	ρ [kg/m ³]		Ms mín [kg/m ²]	λ [W/m.°C]	U [W/m ² .°C]	R [m ² .°C/W]
		Mín	Máx				
Argamassas e rebocos tradicionais 1	20	1800	2000	36	1.300	65.000	0.015
Tijolos Cerâmicos Furados - 0.10/0.11 m	110	909	1182	100	0.000	3.704	0.270
Argamassas e rebocos tradicionais 1	20	1800	2000	36	1.300	65.000	0.015
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
Sub-total	150	-	-	172	-	3.325	0.301
D	Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.	-	-	-	-	7.692	0.130
	Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.	-	-	-	-	7.692	0.130
	Total Inverno	-	-	-	-	1.783	0.561
A	Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.	-	-	-	-	7.692	0.130
	Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.	-	-	-	-	7.692	0.130
	Total Verão	-	-	-	-	1.783	0.561

10	Solução	Código Solução	U [W/m ² .°C]	Mst [kg/m ²]	Msi isol. [kg/m ²]
	Parede de compartimentação interna 2	S TF SI 2	1.233	-	212

	Material	e [mm]	ρ [kg/m ³]		Ms mín [kg/m ²]	λ [W/m.°C]	U [W/m ² .°C]	R [m ² .°C/W]
			Mín	Máx				
	Argamassas e rebocos tradicionais 1	20	1800	2000	36	1.300	65.000	0.015
	Tijolos Cerâmicos Furados - 0.19/0.20/0.22 m	200	700	1000	140	0.000	1.923	0.520
	Argamassas e rebocos tradicionais 1	20	1800	2000	36	1.300	65.000	0.015
			0	0	0	0.000	0.000	0.000
			0	0	0	0.000	0.000	0.000
			0	0	0	0.000	0.000	0.000
			0	0	0	0.000	0.000	0.000
			0	0	0	0.000	0.000	0.000
			0	0	0	0.000	0.000	0.000
			0	0	0	0.000	0.000	0.000
	Sub-total	240	-	-	212	-	1.816	0.551
D	Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.	-	-	-	-	-	7.692	0.130
	Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.	-	-	-	-	-	7.692	0.130
	Total Inverno	240	-	-	-	-	1.233	0.811
A	Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.	-	-	-	-	-	7.692	0.130
	Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.	-	-	-	-	-	7.692	0.130
	Total Verão	240	-	-	-	-	1.233	0.811

11	Solução	Código Solução	U [W/m ² .°C]	Mst [kg/m ²]	Msi isol. [kg/m ²]
	Parede interior	S B E 1	0.829	-	519

Material	e [mm]	ρ [kg/m ³]		Ms mín [kg/m ²]	λ [W/m.°C]	U [W/m ² .°C]	R [m ² .°C/W]
		Mín	Máx				
Argamassas e rebocos tradicionais 1	20	1800	2000	36	1.300	65.000	0.015
Poliestireno expandido extrudido (XPS)	30	25	40	1	0.037	1.233	0.811
Betão normal 2	210	2300	2600	483	2.000	9.524	0.105
Argamassas e rebocos tradicionais 1	20	1800	2000	36	1.300	65.000	0.015
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
Sub-total	280	-	-	556	-	1.056	0.947
D	Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.	-	-	-	-	7.692	0.130
	Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.	-	-	-	-	7.692	0.130
	Total Inverno	280	-	-	-	0.829	1.207
A	Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.	-	-	-	-	7.692	0.130
	Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.	-	-	-	-	7.692	0.130
	Total Verão	280	-	-	-	0.829	1.207

12	Solução	Código Solução	U [W/m ² .°C]	Mst [kg/m ²]	Msi isol. [kg/m ²]
	Parede em contacto com o terreno 1	S_B_I_1	0.929	-	0

Material	e [mm]	ρ [kg/m ³]		Ms mín [kg/m ²]	λ [W/m.°C]	U [W/m ² .°C]	R [m ² .°C/W]
		Mín	Máx				
Argamassas e rebocos tradicionais 1	20	1800	2000	36	1.300	65.000	0.015
Betão normal 2	210	2300	2600	483	2.000	9.524	0.105
Argamassas e rebocos tradicionais 1	20	1800	2000	36	1.300	65.000	0.015
Poliestireno expandido extrudido (XPS)	30	25	40	1	0.037	1.233	0.811
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
		0	0	0	0.000	0.000	0.000
Sub-total	280	-	-	556	-	1.056	0.947
D		-	-	-	-	0.000	0.000
	Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.	-	-	-	-	7.692	0.130
Total Inverno	280	-	-	-	-	0.929	1.077
A		-	-	-	-	0.000	0.000
	Resistência Térmica Superficial Horizontal Int.	-	-	-	-	7.692	0.130
Total Verão	280	-	-	-	-	0.929	1.077

Anexo XVI – Envidraçados

RCCTE			ITE	
Vertical Exterior - Lâmelas		FS	U s/ o.n.	U c/ o.n.
Tabela IV.4.1/2.	Col.4 + Incolor5	0.600	3.300	2.900
Quadro V.4.	Est. Ven. Lâm. Met.	0.090		
g protecção a 100%		0.072		
FS Arrefec. (Prot. a 70%)		0.230		
FS Aquecimento		0.600		

RCCTE			ITE	
Vertical Exterior - Cortinas Escuras		FS	U s/ o.n.	U c/ o.n.
Tabela IV.4.1/2.	Col.4 + Incolor5	0.600	3.300	2.900
Quadro V.4.	Cort. Int. Opaca Esc.	0.550		
g protecção a 100%		0.440		
FS Arrefec. (Prot. a 70%)		0.488		
FS Aquecimento		0.600		

Nota: o.n. – oclusão nocturna, coeficiente de transmissão térmica médio dia-noite do vão envidraçado.

Anexo XVII – Cálculo do Coeficiente τ

Pisos	N.º Espaço	Designação	[m2]	Au [m2]	Ai [m2]	Ai/Au	Tipo de Espaço Não Útil	τ
0	0_4	Central Técnica	23.0	12.5	19.5	1.6	Armazém	0.70

Anexo XVIII – Cálculo da Inércia Térmica

Zonas Correntes	Msi [kg/m2]	Si [m2]	r	Msi.r.Si [kg]
Parede Exterior Norte	136	326.4	1.00	44 388
Parede Exterior Este	136	72.5	1.00	9 865
Parede Exterior Sul	136	346.8	1.00	47 165
Parede Exterior Oeste	136	27.0	1.00	3 677
Cobertura	150	1 388.3	0.50	104 123
Pavimento em contacto com o terreno	150	1 060.6	1.00	159 091
Pavimento de compartimentação interna 1	300	589.1	0.75	132 555
Pavimento de compartimentação interna 2	300	2 034.0	0.75	457 659
Pavimento exterior	150	216.2	1.00	32 424
Pavimento em contacto c/ esp. não útil 1	150	20.5	1.00	3 081
Pavimento em contacto c/ esp. não útil 2	150	20.7	1.00	3 102
Parede em contacto com o terreno	96	189.1	1.00	18 149
Parede de compartimentação interna 1	150	1 700.6	1.00	255 094
Parede de compartimentação interna 2	150	1 714.6	1.00	257 195
Parede interior 1	150	86.3	1.00	12 946
Parede interior 2	150	214.7	1.00	32 211
Parede interior 3	150	251.2	1.00	37 682
Pontes Planas	Msi [kg/m2]	Si [m2]	r	Msi.r.Si [kg]
Ponte Térmica Plana - Pilares - Norte	150	38.2	0.50	2 795
Ponte Térmica Plana - Pilares - Este	150	0.0	0.50	0
Ponte Térmica Plana - Pilares - Sul	150	37.7	0.50	2 827
Ponte Térmica Plana - Pilares - Oeste	150	0.0	0.50	0
Ponte Térmica Plana - Peitoril - Norte	150	3.0	1.00	444
Ponte Térmica Plana - Peitoril - Este	150	0.0	1.00	0
Ponte Térmica Plana - Peitoril - Sul	150	0.2	1.00	24
Ponte Térmica Plana - Peitoril - Oeste	150	0.0	1.00	0
Ponte Térmica Plana - Padieira - Norte	150	9.8	1.00	1 472
Ponte Térmica Plana - Padieira - Este	150	0.0	1.00	0
Ponte Térmica Plana - Padieira - Sul	150	0.5	1.00	80
Ponte Térmica Plana - Padieira - Oeste	150	0.0	1.00	0
Total				1 618 048
Inércia Térmica [kg/m2]				394.7
Classe de Inércia Térmica				Média

Anexo XIX – Factor de Forma

FACTOR DE FORMA	
Paredes Exteriores	1001.1
Coberturas Exteriores	1448.0
Pavimentos Exteriores	223.2
Envidraçados Exteriores	714.0
Paredes Interiores	13.7
Coberturas Interiores	0.0
Pavimentos Interiores	18.4
Envidraçados Interiores	8.6
Área Total	3426.8
	/
Volume	12191.6
	=
FF	0.28

Anexo XX – Criação do Ficheiro Climático^{†††††}

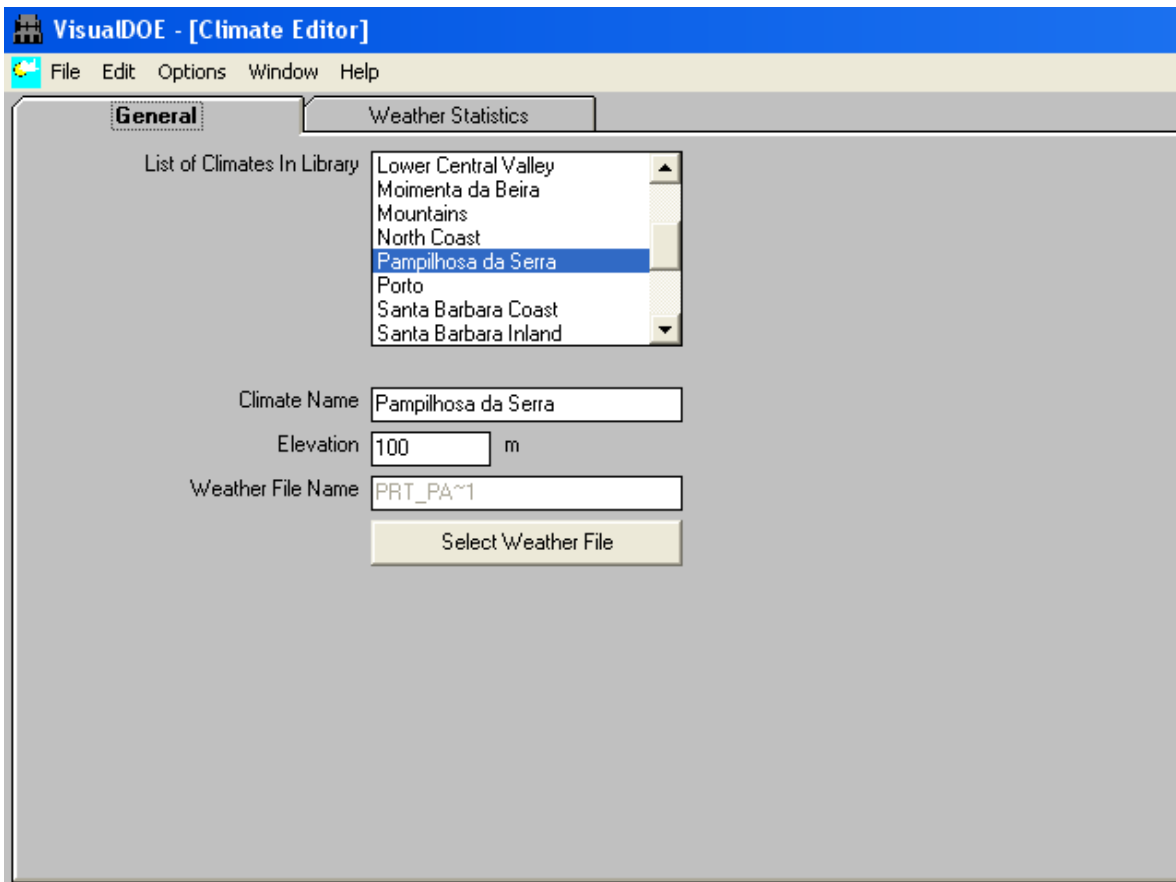
Neste anexo serão definidos os pontos a seguir para a criação de um ficheiro de dados climáticos para DOE a partir dos dados climáticos do INETI (note-se que são requeridos os dados das 8760 horas do ano).

1. Em primeiro lugar é seleccionado, dos ficheiros climáticos do EnergyPlus, o ficheiro de dados climáticos mais próximo da localização real do edifício. Este ficheiro está no formato EPW;
2. Com o auxílio do conversor que acompanha o programa EnergyPlus, “Weather Statistics and Conversions”, é transformado o ficheiro EPW num formato CSV;
3. Das localizações climáticas existentes no Solterm do INETI deve ser escolhida a localização exacta (ou a mais próxima) do edifício. Este ficheiro pode ser aberto através do notepad (bloco de notas) e guardado nesse formato para posteriormente ser importado para o Excel. Deste modo será possível seleccionar os valores deste ficheiro e substituí-los no ficheiro CSV (também ele um ficheiro que pode ser aberto pelo Excel) criado no ponto anterior. Os valores que devem ser substituídos no ficheiro CSV são os seguintes:
 - a. Longitude
 - b. Latitude
 - c. Altitude
 - d. Temperatura
 - e. Pressão
 - f. Humidade Relativa
 - g. Toda a radiação excepto “Extraterrestrial radiation”
 - h. Nebulosidade
 - i. Luminosidade
 - j. Orientação predominante dos ventos (ver valores em www.meteo.pt)
 - k. Intensidade dos ventos

^{†††††} De referir que para efectuar a criação do ficheiro climático será necessário possuir os conversores dos programas EnergyPlus e eQuest. Sem eles não será possível criar o respectivo ficheiro climático.

4. Deverão ser calculados os dados de possível introdução no ficheiro CSV tais como: Temperatura de ponto de orvalho, Temperatura de bolbo seco, Pressão e Radiação normal);
5. Após terminadas todas as alterações referidas, deve-se gravar o ficheiro CSV com o nome da respectiva localidade (no caso deste trabalho, Pampilhosa da Serra);
6. Para repor o ficheiro CSV no seu formato original deve-se efectuar os seguintes passos:
 - a. Após gravar o ficheiro alterado, deve-se abrir uma folha de cálculo do Excel nova
 - b. Importar os dados através da opção “Obter dados externos – Do texto”, escolher o ficheiro alterado
 - c. Note-se que o ficheiro terá de ter formato inglês pelo que as datas devem estar nesse idioma. Datas noutra língua não serão reconhecidas (tipo: Dez deve ser alterado para Dec)
 - d. Se trabalhar numa versão recente do Excel poderá observar que os dados estão separados por ponto e vírgula em vez de apenas vírgulas. Esta situação deve ser corrigida (ex: utilizar a opção localizar e substituir)
7. Através do programa “Weather Statistics and Conversions” converte-se o ficheiro CSV novo no formato EPW;
8. Em seguida deve-se utilizar o conversor “eQ_WithProc” do software eQuest para transformar o ficheiro EPW novo nos formatos BIN e FT;
9. Por último, utilizar o ficheiro BIN criado para os dados climáticos da simulação.

Com o ficheiro climático criado este deve ser adicionado à biblioteca de dados climáticos do VisualDOE. Para utilizar este ficheiro será necessário defini-lo no programa pelo que recorreremos ao módulo Climate Editor. Aí vamos à barra de ferramentas (edit/ add new) para adicionar o ficheiro climático desejado, neste caso Pampilhosa da Serra, e depois seleccionamos o ficheiro climático correspondente (o ficheiro criado) tal como se observa na figura seguinte. Concluídos estes passos ficamos com a zona climática inserida no VisualDOE e pronta para ser utilizada.



Anexo XXI – Iluminância

Piso 0							
-	N.º	Espaço	Área Útil [m ²]	Potência Total [W]	LPD [W/m ²]	Fluxo Total [lm]	Iluminância [lux]
U	0 1	Átrio (Recepção)	207	840	4.0	58000	279.6
U	0 2	Cabeleireiro	16	123	7.8	8700	554.5
U	0 3	Casa das Máquinas	5	42	9.0	2900	619.7
N	0 4	Central Técnica	23	0	0.0	0	0.0
U	0 5	Macas e Cadeiras (Corredor 1)	35	360	10.3	24000	687.1
U	0 6	Corredor 2	5	42	9.1	2900	627.7
U	0 7	Corredor de Entrada	4	24	6.0	1230	306.9
U	0 8	Espaço de Transição	15	90	5.8	6000	387.3
U	0 9	Gab. Administrativo	36	369	10.2	26100	724.4
U	0 10	Gab. Director	19	246	12.8	17400	903.4
U	0 11	Gabinete Médico	14	123	8.7	8700	613.1
U	0 12	Instalações Sanitárias (I.S.1)	5	180	37.2	11600	2396.7
U	0 13	Instalações Sanitárias (I.S.2)	4	13	3.7	600	170.9
U	0 14	Instalações Sanitárias (I.S.3)	7	161	24.0	10000	1488.1
U	0 15	Instalações Sanitárias (I.S.4)	2	13	6.0	600	277.8
U	0 16	Instalações Sanitárias (I.S.5)	6	148	24.7	9400	1569.3
U	0 17	Instalações Sanitárias (I.S.6)	3	13	4.8	600	222.2
U	0 18	Instalações Sanitárias (I.S.7)	5	26	5.7	1200	260.9
U	0 19	Lavandaria	63	336	5.3	23200	366.2
U	0 20	Sala de Pessoal	17	123	7.2	8700	512.4
U	0 21	Sala de Reuniões	22	252	11.4	17400	789.5
U	0 22	Vestíbulo	12	84	7.0	5800	484.9
U	0 23	Zona de Culto	62	456	7.4	21930	355.9
U	0 24	Escadas1	19	0	0.0	0	0.0
U	0 25	Elevador	6	0	0.0	0	0.0
U	0 26	Escadas2	20	0	0.0	0	0.0
U	0 27	Acesso Principal	12	42	3.5	2900	241.7
U	0 28	Elevadores	7	0	0.0	0	0.0
Totais			650	4106	6.3	269860	415.3
Área Não Útil			75	0	0.0	0	0.0
Área Útil			575	4106	7.1	269860	469.5

Piso 1							
-	N.º	Espaço	Área Útil [m ²]	Potência Total [W]	LPD [W/m ²]	Fluxo Total [lm]	Iluminância [lux]
N	1 1	Armazém (A.) de Frio	7	0	0.0	0	0.0
U	1 2	A. de Géneros Alimentares	22	0	0.0	0	0.0

U 1_3	A. de M. de Limpeza	4	10	2.7	400	108.7
U 1_4	Arrumo	4	10	2.6	400	103.1
U 1_5	Arrumos para Vasilhame	4	10	2.2	400	89.3
U 1_6	Circulação	7	42	5.6	2900	388.2
U 1_7	Comp. Lixo	4	0	0.0	0	0.0
U 1_8	Corredor 1 (*1)	136	378	2.8	26100	191.2
U 1_9	Corredor 2 (*2)	62	368	5.9	25400	408.4
U 1_10	Corredor 3 (*3)	23	90	3.9	6000	262.2
U 1_11	Corredor 4 (*4)	7	90	13.8	6000	921.3
U 1_12	Corredor 5 (*5)	13	42	3.3	2900	230.2
U 1_13	Cozinha	71	818	11.6	61900	875.7
U 1_14	Gab. de Enfermagem	13	123	9.8	8700	692.7
U 1_15	Instalações Sanitárias (I.S.1)	5	180	37.2	11600	2396.7
U 1_16	Instalações Sanitárias (I.S.2)	5	33	6.8	690	142.6
U 1_17	Instalações Sanitárias (I.S.3)	5	33	6.8	690	142.6
U 1_18	Instalações Sanitárias (I.S.4)	5	33	6.8	690	142.6
U 1_19	Instalações Sanitárias (I.S.5)	5	33	6.8	690	142.6
U 1_20	Instalações Sanitárias (I.S.6)	5	33	6.8	690	142.6
U 1_21	Instalações Sanitárias (I.S.7)	5	33	6.8	690	142.6
U 1_22	Instalações Sanitárias (I.S.8)	5	33	6.8	690	142.6
U 1_23	Instalações Sanitárias (I.S.9)	5	33	6.8	690	142.6
U 1_24	Instalações Sanitárias (I.S.10)	5	33	6.8	690	142.6
U 1_25	Instalações Sanitárias (I.S.11)	5	33	6.8	690	142.6
U 1_26	Instalações Sanitárias (I.S.12)	5	33	6.8	690	142.6
U 1_27	I.S./Vest. 1	14	84	6.2	5800	427.7
U 1_28	I.S./Vest. 2	14	84	6.1	5800	419.1
U 1_29	I.S. com ajuda	15	52	3.4	2400	155.4
U 1_30	Dispensa de Dia	8	42	5.1	2900	349.4
U 1_31	Posto de Vigia	4	84	20.0	5800	1381.0
U 1_32	Quarto Individual 1	22	105	4.7	7000	314.3
U 1_33	Quarto Individual 2	22	105	4.7	7000	314.3
U 1_34	Quarto Individual 3	22	105	4.7	7000	314.3
U 1_35	Quarto Individual 4	22	105	4.7	7000	314.3
U 1_36	Quarto Individual 5	22	105	4.7	7000	314.3
U 1_37	Quarto Duplo 1	22	163	7.3	11000	493.9
U 1_38	Quarto Duplo 2	22	163	7.3	11000	493.9
U 1_39	Quarto Duplo 3	22	163	7.3	11000	493.9
U 1_40	Quarto Duplo 4	22	163	7.3	11000	493.9
U 1_41	Quarto Duplo 5	22	163	7.3	11000	493.9
U 1_42	Sala de Estar	30	126	4.2	8700	289.0
U 1_43	Sala de Estar c/ copa	62	252	4.1	17400	281.2
U 1_44	Sala de refeições Normal	49	252	5.2	17400	356.8
U 1_45	Sala de refeições Marginal	49	420	8.6	29000	591.4
U 1_46	Sala do Vigilante	12	123	9.9	8700	702.7

Piso 1							
-	N.º	Espaço	Área Útil [m2]	Potência Total [W]	LPD [W/m2]	Fluxo Total [lm]	Iluminância [lux]
U	1_47	Rouparia	12	24	2.0	1230	102.2
U	1_48	Zona de Sujos	6	0	0.0	0	0.0
U	1_49	Escadas1	19	0	0.0	0	0.0
U	1_50	Escadas2	28	0	0.0	0	0.0
U	1_51	Elevadores	7	0	0.0	0	0.0
U	1_52	Elevador	6	0	0.0	0	0.0
U	1_53	S.Pessoal	17	123	7.2	8700	511.2
U	1_54	Escadas Cozinha / Copa	4	0	0.0	0	0.0
Totais			1014	5530	5.5	364120	359.1
Área Não Útil			75	0	0.0	0	0.0
Área Útil			939	5530	5.9	364120	387.8

Piso 2							
-	N.º	Espaço	Área Útil [m2]	Potência Total [W]	LPD [W/m2]	Fluxo Total [lm]	Iluminância [lux]
U	2_1	Arrumos 1	5	10	2.0	400	79.4
U	2_2	Arrumos 2	5	10	2.0	400	80.2
U	2_3	Balneários Fem.	23	126	5.4	8700	376.0
U	2_4	Balneários Masc.	23	126	5.5	8700	379.7
U	2_5	Copa	17	84	5.0	5800	345.9
U	2_6	Fisioterapia	47	225	4.8	15000	320.2
U	2_7	Ginásio	90	810	9.0	54000	598.5
U	2_8	Instalações Sanitárias (I.S.1)	6	180	32.3	11600	2082.6
U	2_9	Instalações Sanitárias (I.S.2)	12	328	27.8	21000	1782.7
U	2_10	Instalações Sanitárias (I.S.3)	12	328	27.1	21000	1732.7
U	2_11	Instalações Sanitárias (I.S.Vig.)	5	246	50.8	17400	3595.0
U	2_12	Instalações Sanitárias (I.S.Q1)	5	33	6.8	690	142.6
U	2_13	Instalações Sanitárias (I.S.Q2)	5	33	6.8	690	142.6
U	2_14	Instalações Sanitárias (I.S.Q3)	5	33	6.8	690	142.6
U	2_15	Instalações Sanitárias (I.S.Q4)	5	33	6.8	690	142.6
U	2_16	Instalações Sanitárias (I.S.Q5)	5	33	6.8	690	142.6
U	2_17	Instalações Sanitárias (I.S.Q6)	5	33	6.8	690	142.6
U	2_18	Instalações Sanitárias (I.S.Q7)	5	33	6.8	690	142.6
U	2_19	Instalações Sanitárias (I.S.Q8)	5	33	6.8	690	142.6
U	2_20	Instalações Sanitárias (I.S.Q9)	5	33	6.8	690	142.6
U	2_21	Instalações Sanitárias (I.S.Q10)	5	33	6.8	690	142.6
U	2_22	Instalação Sanitária (I.S.4)	5	180	37.2	11600	2396.7
U	2_23	I.S. com ajuda	15	52	3.4	2400	155.4
U	2_24	Quarto Individual	22	105	4.7	7000	314.3
U	2_25	Quarto Individual	22	105	4.7	7000	314.3
U	2_26	Quarto Individual	22	105	4.7	7000	314.3

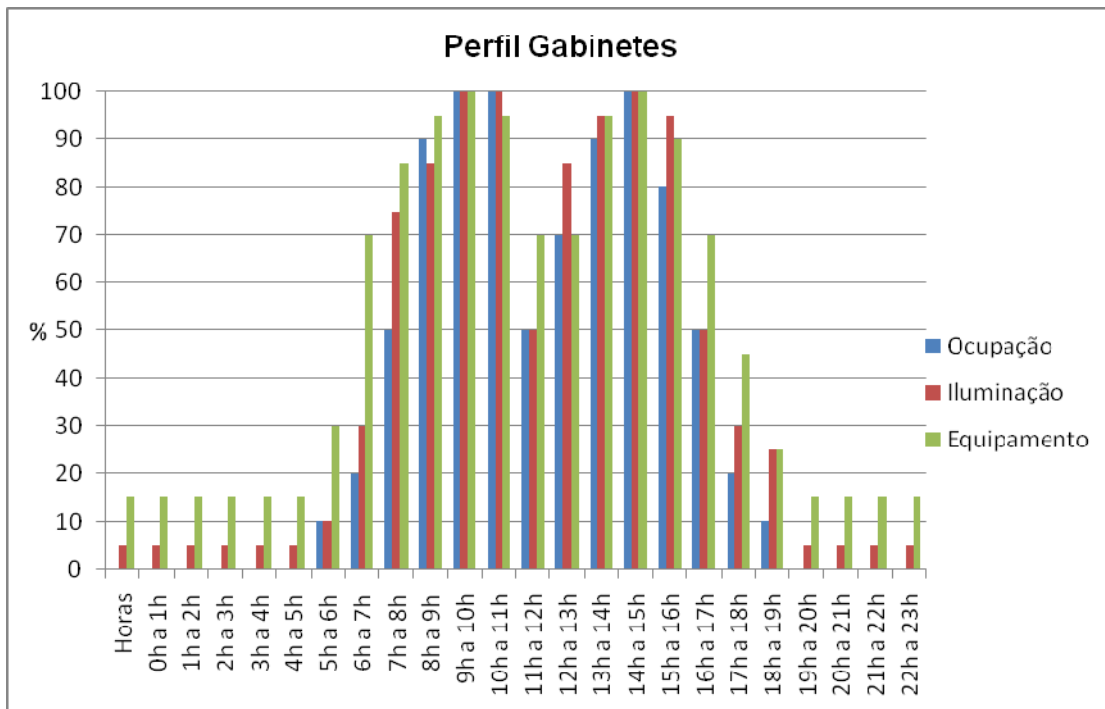
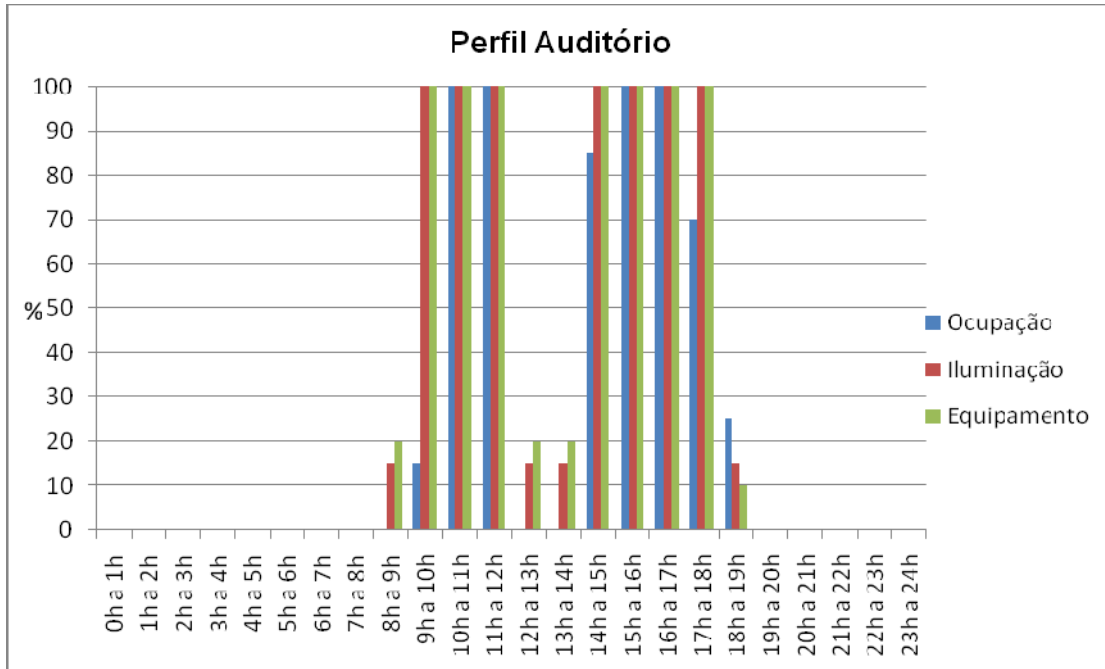
Piso 2							
-	N.º	Espaço	Área Útil [m2]	Potência Total [W]	LPD [W/m2]	Fluxo Total [lm]	Iluminância [lux]
U	2_27	Quarto Individual	22	105	4.7	7000	314.3
U	2_28	Quarto Individual	22	105	4.7	7000	314.3
U	2_29	Quarto Duplo	22	163	7.3	11000	493.9
U	2_30	Quarto Duplo	22	163	7.3	11000	493.9
U	2_31	Quarto Duplo	22	163	7.3	11000	493.9
U	2_32	Quarto Duplo	22	163	7.3	11000	493.9
U	2_33	Quarto Duplo	22	163	7.3	11000	493.9
U	2_34	Sala de Estar 1	30	126	4.2	8700	289.0
U	2_35	Sala de Estar 2	38	168	4.4	11600	302.7
U	2_36	Sala de Estar c/ Copa	62	252	4.1	17400	281.2
U	2_37	Sala de Refeições Normal	61	336	5.5	23200	383.0
U	2_38	Sala de Refeições Marginal	49	420	8.6	29000	591.4
U	2_39	Sala do vigilante	22	246	11.2	17400	789.5
U	2_40	Rouparia	12	24	2.0	1230	102.2
U	2_41	Piscina	134	1210	9.0	104000	775.0
U	2_42	Zona de Sujos	6	24	4.1	1230	211.3
U	2_43	Elevadores	7	0	0.0	0	0.0
U	2_44	Elevador	6	0	0.0	0	0.0
U	2_45	Escadas1	28	0	0.0	0	0.0
U	2_46	Escadas2	19	0	0.0	0	0.0
U	2_47	Corredor1	43	336	7.8	23200	539.5
U	2_48	Corredor2	92	484	5.3	33200	360.9
U	2_49	Corredor3	113	378	3.3	26100	231.0
U	2_50	Escadas Cozinha / Copa	7	0	0.0	0	0.0
Totais			1264	8379	6.6	571160	451.9
Área Não Útil			66	0	0.0	0	0.0
Área Útil			1198	8379	7.0	571160	476.9

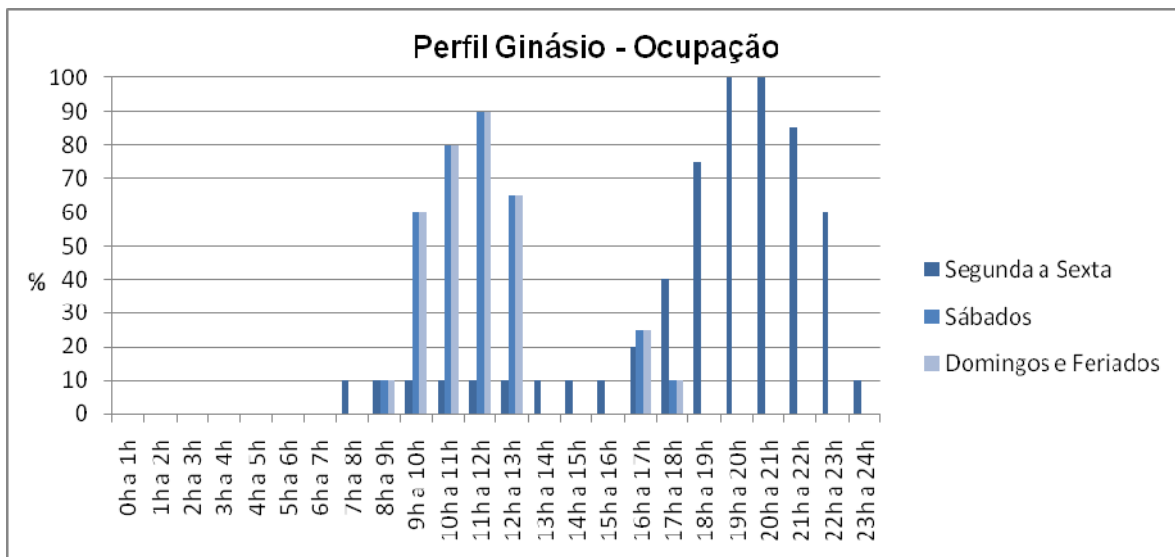
Piso 3							
-	N.º	Espaço	Área Útil [m2]	Potência Total [W]	LPD [W/m2]	Fluxo Total [lm]	Iluminância [lux]
U	3_1	Arrumo (Oeste)	11	24	2.1	1230	108.7
U	3_2	Corredor Oeste (aprox.)	117	378	3.2	26100	223.7
U	3_3	Corredor central e escadas	94	394	4.2	27200	290.6
U	3_4	Corredor Este (aprox.)	119	378	3.2	26100	218.6
U	3_5	Biblioteca/Espaço Multimédia	87	420	4.9	29000	334.9
U	3_6	Instalações Sanitárias (I.S.Q1)	5	33	6.8	690	142.6
U	3_7	Instalações Sanitárias (I.S.Q2)	5	33	6.8	690	142.6
U	3_8	Instalações Sanitárias (I.S.Q3)	5	33	6.8	690	142.6
U	3_9	Instalações Sanitárias (I.S.Q4)	5	33	6.8	690	142.6
U	3_10	Instalações Sanitárias (I.S.Q5)	5	33	6.8	690	142.6

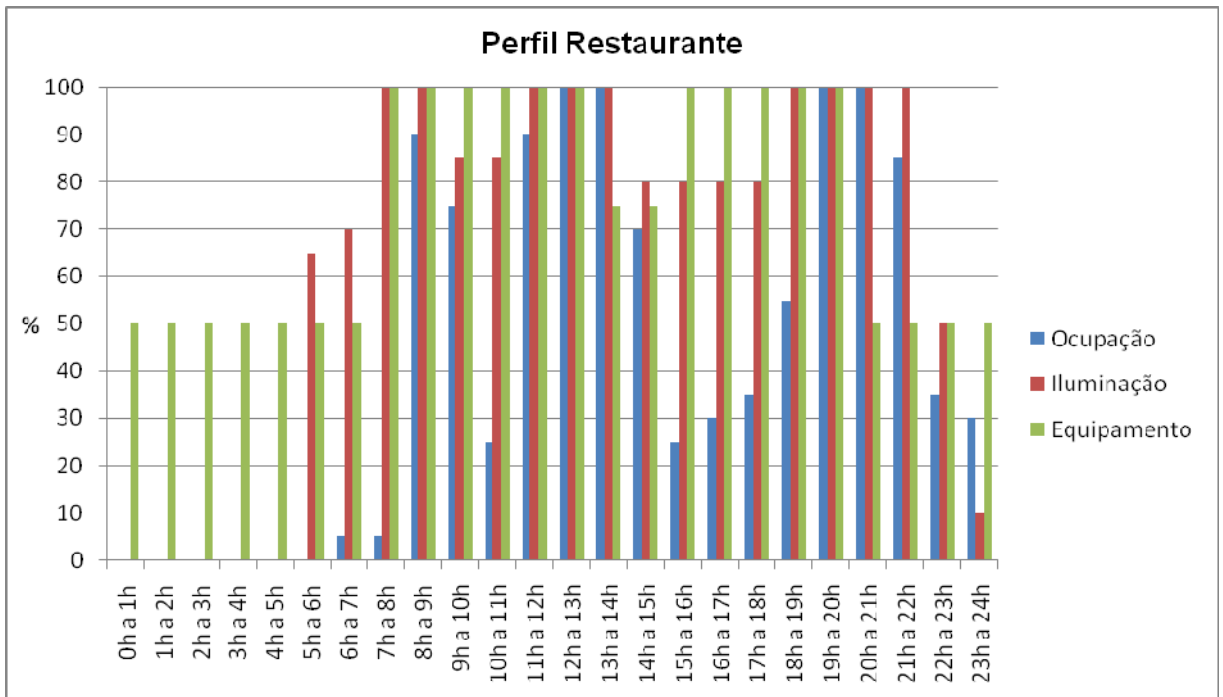
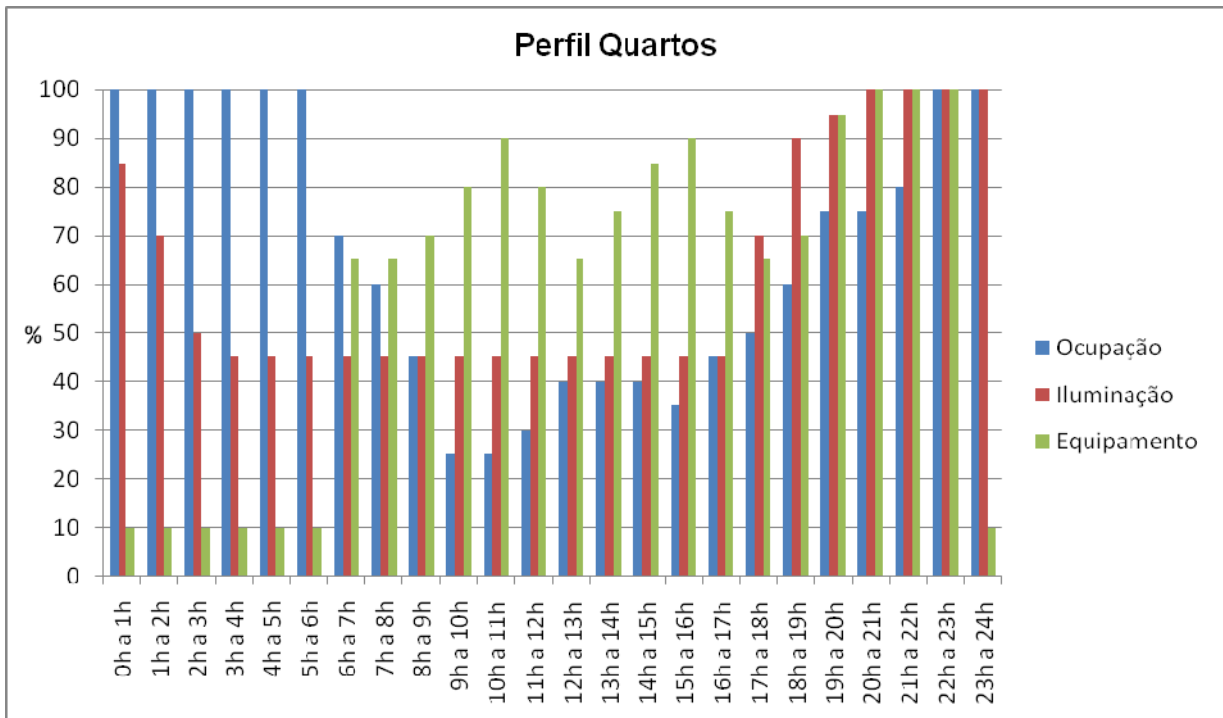
Piso 3							
-	N.º	Espaço	Área Útil [m2]	Potência Total [W]	LPD [W/m2]	Fluxo Total [lm]	Iluminância [lux]
U 3_11		Instalações Sanitárias (I.S.Q6)	5	33	6.8	690	142.6
U 3_12		Instalações Sanitárias (I.S.Q7)	5	33	6.8	690	142.6
U 3_13		Instalações Sanitárias (I.S.Q8)	5	33	6.8	690	142.6
U 3_14		Instalações Sanitárias (I.S.Q9)	5	33	6.8	690	142.6
U 3_15		Instalações Sanitárias (I.S.Q10)	5	33	6.8	690	142.6
U 3_16		Instalações Sanitárias (I.S.Q11)	5	33	6.8	690	142.6
U 3_17		Instalações Sanitárias (I.S.Q12)	5	33	6.8	690	142.6
U 3_18		Instalações Sanitárias (I.S.Q13)	5	33	6.8	690	142.6
U 3_19		Instalações Sanitárias (I.S.Q14)	5	33	6.8	690	142.6
U 3_20		Instalações Sanitárias (I.S.Q15)	5	33	6.8	690	142.6
U 3_21		Instalações Sanitárias (I.S.Q16)	5	33	6.8	690	142.6
U 3_22		Instalações Sanitárias (I.S.Q17)	5	33	6.8	690	142.6
U 3_23		Instalações Sanitárias (I.S.Q18)	5	33	6.8	690	142.6
U 3_24		Instalações Sanitárias (I.S.Q19)	5	33	6.8	690	142.6
U 3_25		Instalações Sanitárias (I.S.Q20)	5	33	6.8	690	142.6
U 3_26		Instalações Sanitárias (I.S.1)	5	90	18.6	6000	1239.7
U 3_27		Instalações Sanitárias (I.S.2)	5	180	37.2	11600	2396.7
U 3_28		Instalações Sanitárias (I.S.3)	12	328	27.8	21000	1782.7
U 3_29		Instalações Sanitárias (I.S.4)	12	328	27.1	21000	1732.7
U 3_30		I.S. com ajuda (Oeste)	15	26	1.7	1200	77.7
U 3_31		I.S. com ajuda (Este)	15	52	3.4	2400	155.4
U 3_32		Quarto Individual 6	22	105	4.7	7000	314.3
U 3_33		Quarto Individual 7	22	105	4.7	7000	314.3
U 3_34		Quarto Individual 8	22	105	4.7	7000	314.3
U 3_35		Quarto Individual 9	22	105	4.7	7000	314.3
U 3_36		Quarto Individual 10	22	105	4.7	7000	314.3
U 3_38		Quarto Individual 11	22	105	4.7	7000	314.3
U 3_39		Quarto Individual 12	22	105	4.7	7000	314.3
U 3_40		Quarto Individual 13	22	105	4.7	7000	314.3
U 3_41		Quarto Individual 14	22	105	4.7	7000	314.3
U 3_42		Quarto Individual 15	22	105	4.7	7000	314.3
U 3_43		Quarto Duplo 1	22	163	7.3	11000	493.9
U 3_44		Quarto Duplo 2	22	163	7.3	11000	493.9
U 3_45		Quarto Duplo 3	22	163	7.3	11000	493.9
U 3_46		Quarto Duplo 4	22	163	7.3	11000	493.9
U 3_47		Quarto Duplo 5	22	163	7.3	11000	493.9
U 3_49		Quarto Duplo 16	22	163	7.3	11000	493.9
U 3_50		Quarto Duplo 17	22	163	7.3	11000	493.9
U 3_51		Quarto Duplo 18	22	163	7.3	11000	493.9
U 3_52		Quarto Duplo 19	22	163	7.3	11000	493.9
U 3_53		Quarto Duplo 20	22	163	7.3	11000	493.9

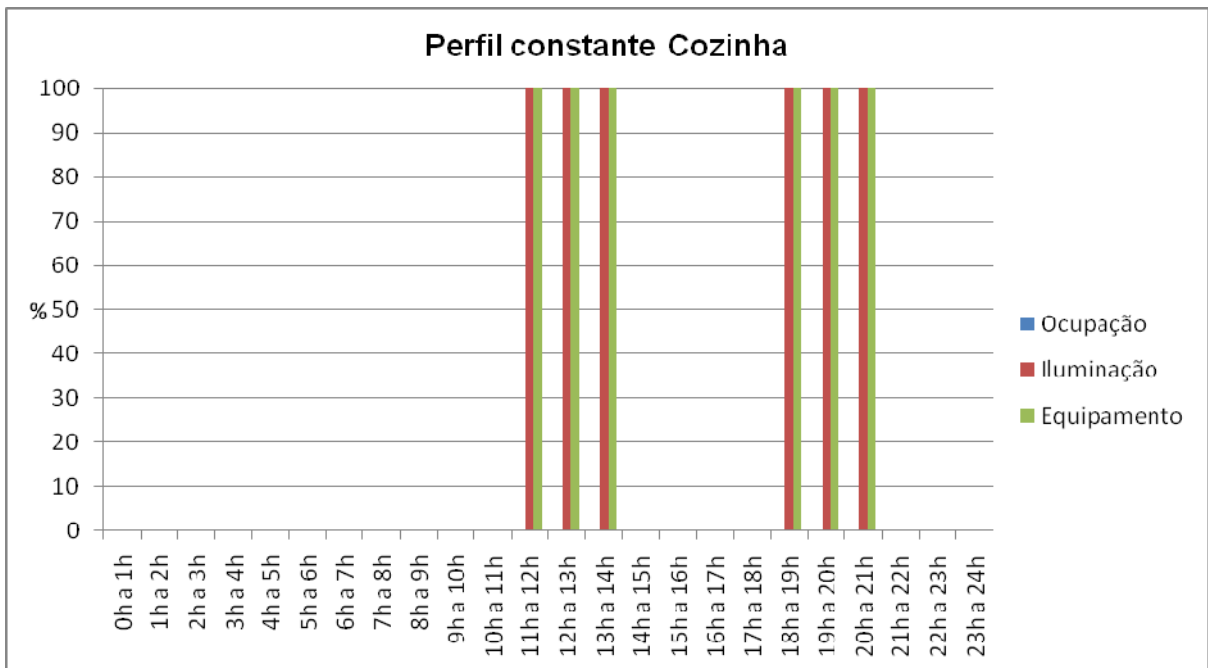
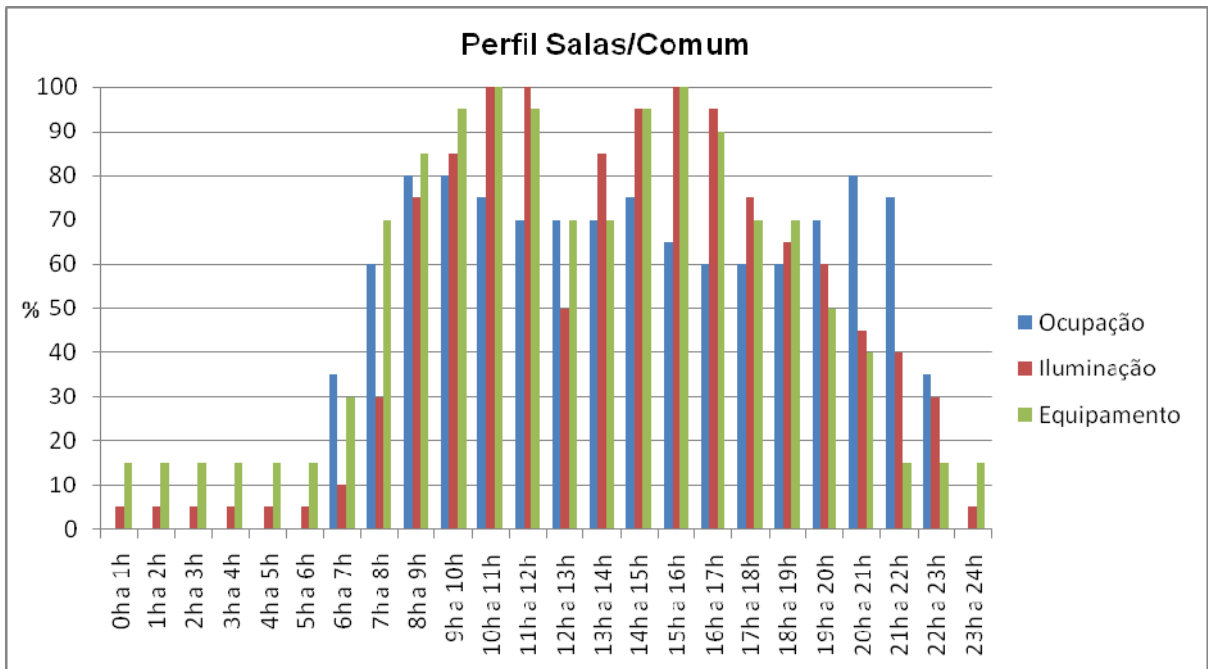
Piso 3							
-	N.º	Espaço	Área Útil [m2]	Potência Total [W]	LPD [W/m2]	Fluxo Total [lm]	Iluminância [lux]
U	3_54	Sala de Convívio Normal	61	336	5.5	23200	383.0
U	3_55	Sala de Convívio Marginal	49	210	4.3	14500	295.7
U	3_56	Sala de Estar 1	38	168	4.4	11600	302.7
U	3_57	Sala de Estar c/ Copa 1 (Oeste)	52	210	4.1	14500	281.4
U	3_58	Sala de Estar c/ Copa 2 (Este)	62	252	4.1	17400	281.2
U	3_59	Rouparia (Oeste)	12	24	2.0	1230	102.2
U	3_60	Rouparia (Este)	12	24	2.0	1230	102.2
U	3_61	Zona de Sujos 1 (Oeste)	6	24	4.1	1230	211.3
U	3_62	Zona de Sujos 2 (Este)	6	24	4.1	1230	211.3
U	3_63	Sala do vigilante	22	246	11.2	17400	789.5
U	3_64	Sala de estar 2	30	126	4.2	8700	289.0
U	3_65	Elevadores	7	0	0.0	0	0.0
U	3_66	Elevador	6	0	0.0	0	0.0
U	3_67	Escadas1	28	0	0.0	0	0.0
U	3_68	Escadas2	19	0	0.0	0	0.0
U	3_69	Instalações Sanitárias (I.S.Vig.)	5	13	2.7	600	124.0
Totais			1448	7595	5.2	479450	331.1
Área Não Útil			60	0	0.0	0	0.0
Área Útil			1388	7595	5.5	479450	345.4

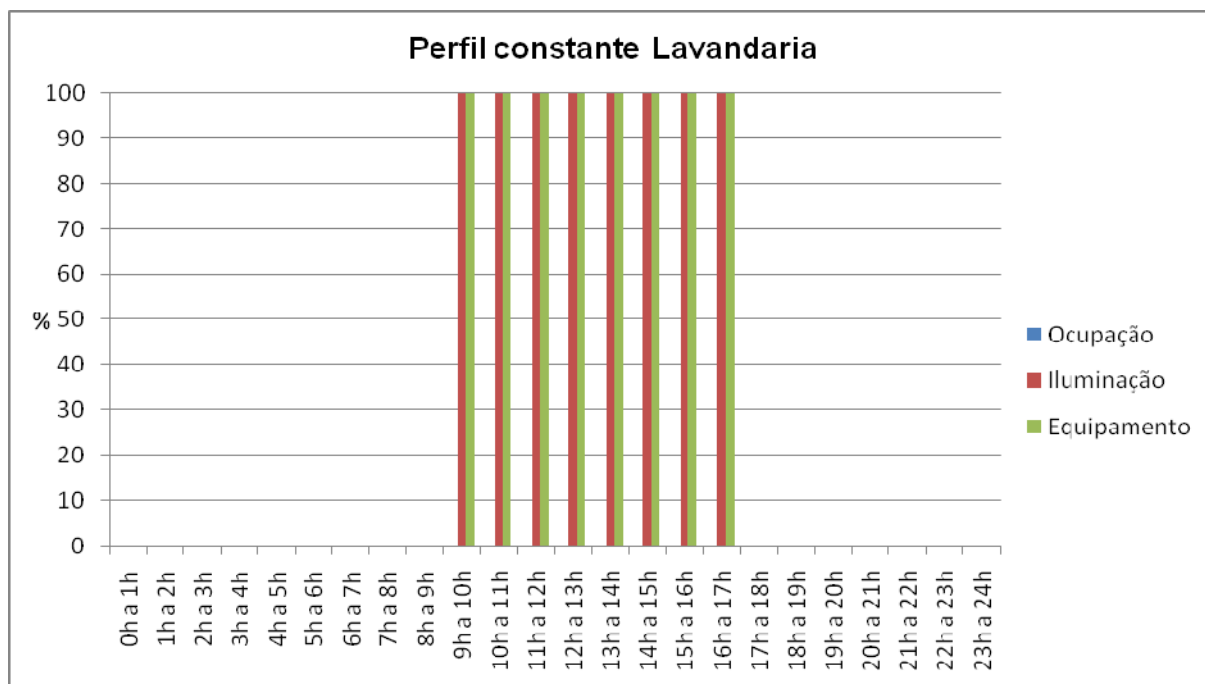
Anexo XXII – Perfis de Utilização de Projecto











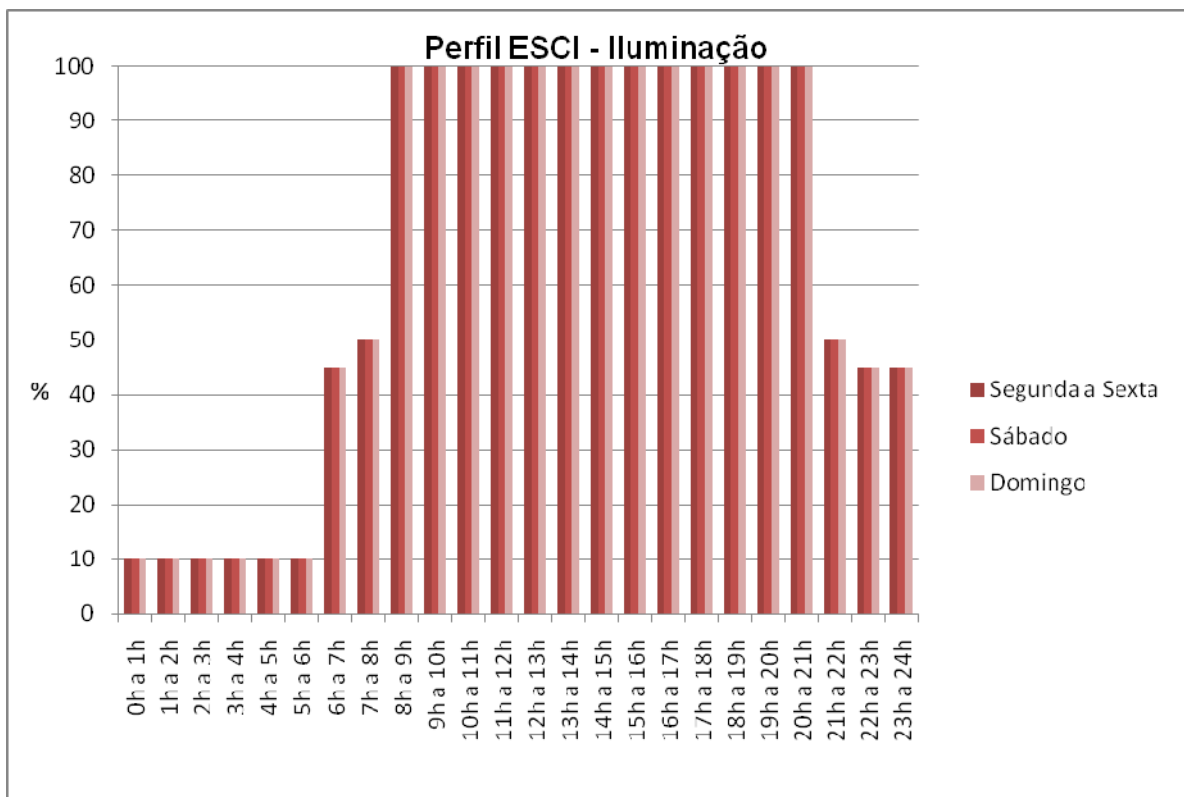
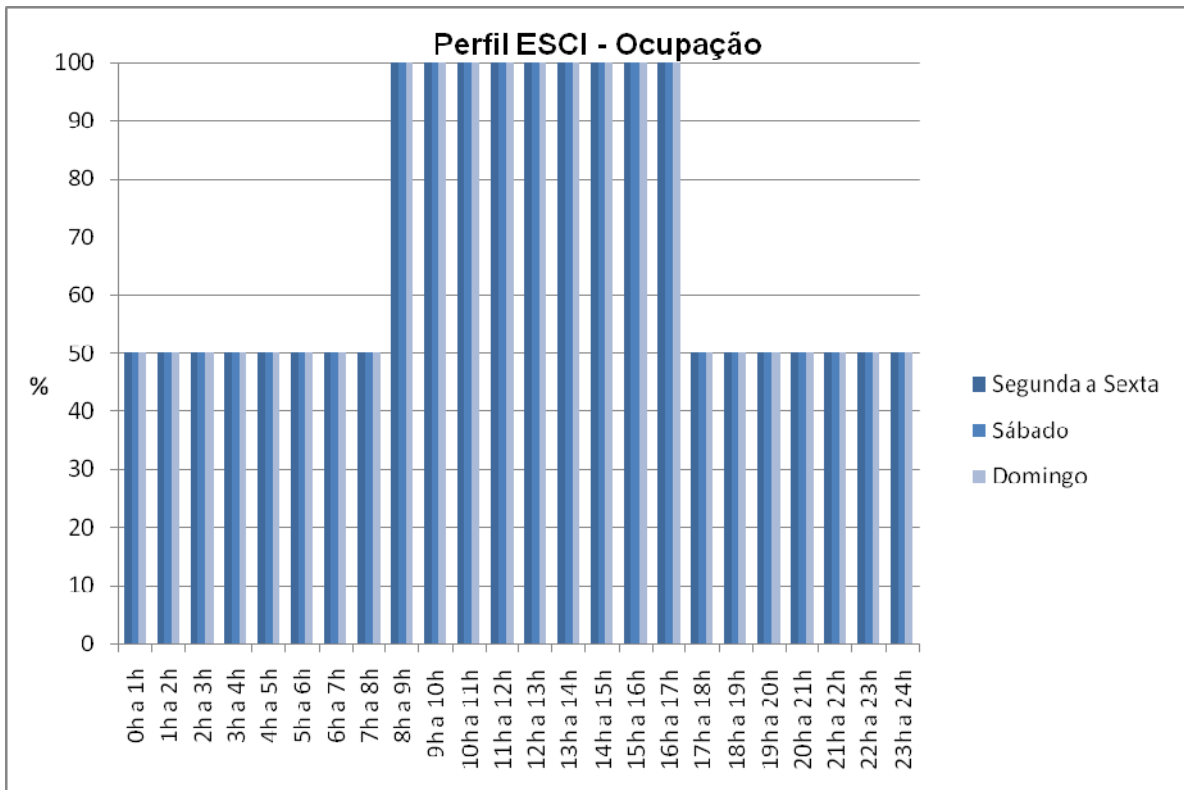
Note-se que o perfil “PR_NC” não aparece definido aqui porque este perfil possui o mesmo perfil que “PR_Salas”.

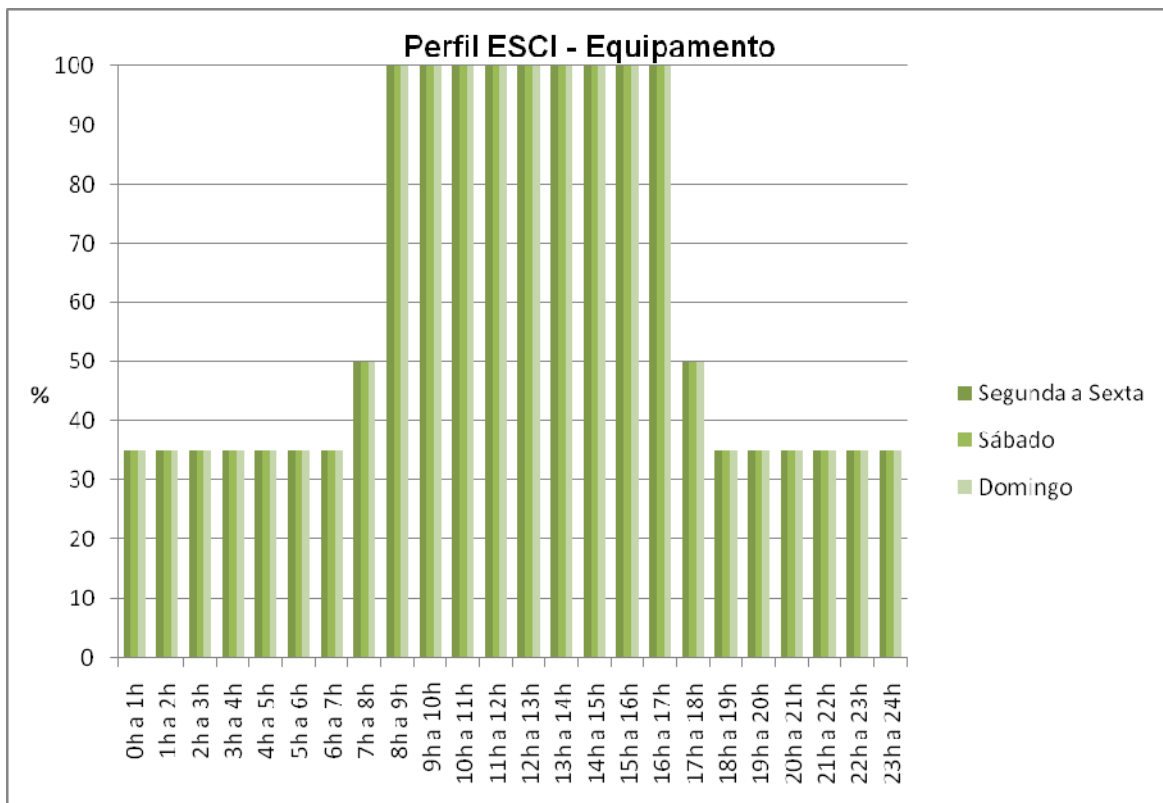
Anexo XXIII – Perfis de Utilização Nominal

- Estabelecimento de Saúde com Internamento:

Perfis Variáveis de Acordo com os Valores das Tabelas	
	Densidades
Ocupação [m ² /Ocupante]	20
Iluminação [W/m ²]	-
Equipamento [W/m ²]	10

Perfis Constantes		
	Densidade [W/m ²]	Nº de horas de funcionamento
Iluminação Exterior	-	5400
Lavandaria	Densidades [W/m ²]	Nº de horas de funcionamento
Iluminação	-	2080
Equipamento	500	
Ventilação	8	
Cozinha	Densidades [W/m ²]	Nº de horas de funcionamento
Iluminação	-	2192
Equipamento	250	
Ventilação	8	

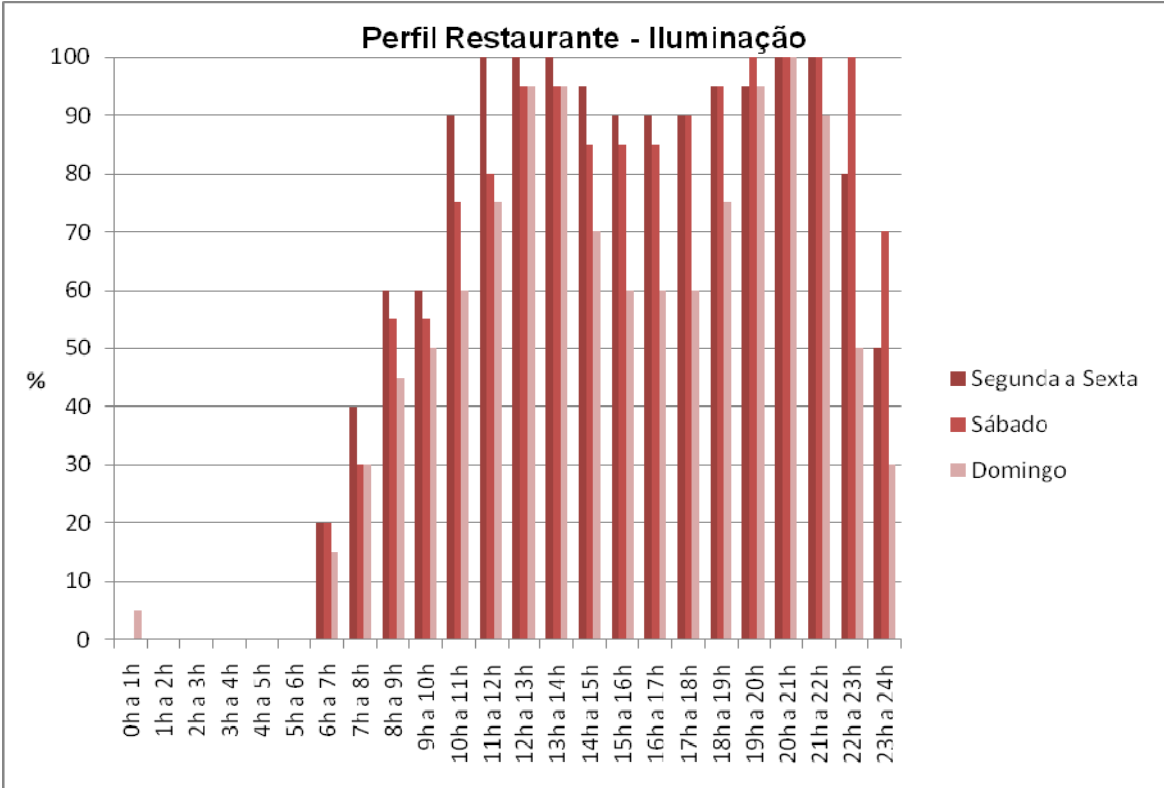
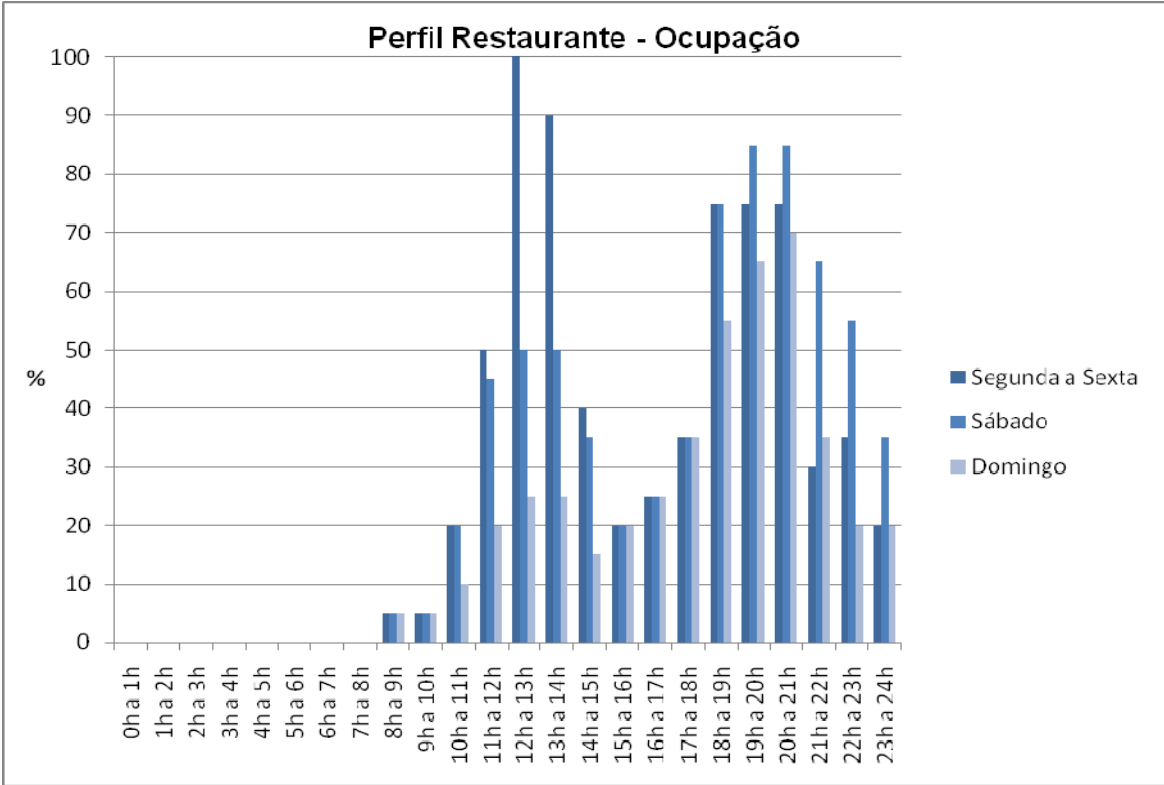


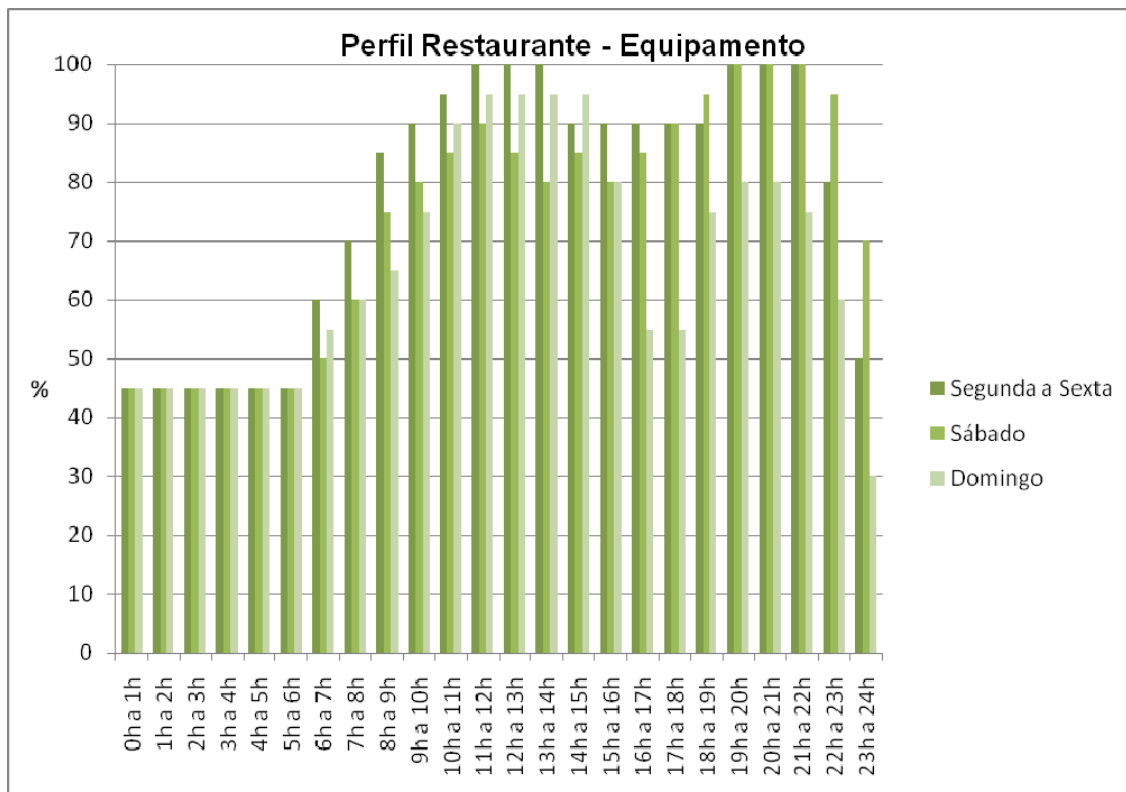


- **Restaurante:**

Perfis Variáveis de Acordo com os Valores das Tabelas	
	Densidades
Ocupação [m2/Ocupante]	5
Iluminação [W/m2]	-
Equipamento [W/m2]	5

Perfis Constantes		
	Densidade [W/m2]	Nº de horas de funcionamento
Iluminação Exterior	-	5400
Cozinha	Densidades [W/m2]	Nº de horas de funcionamento
Iluminação	-	2192
Equipamento	250	
Ventilação	8	

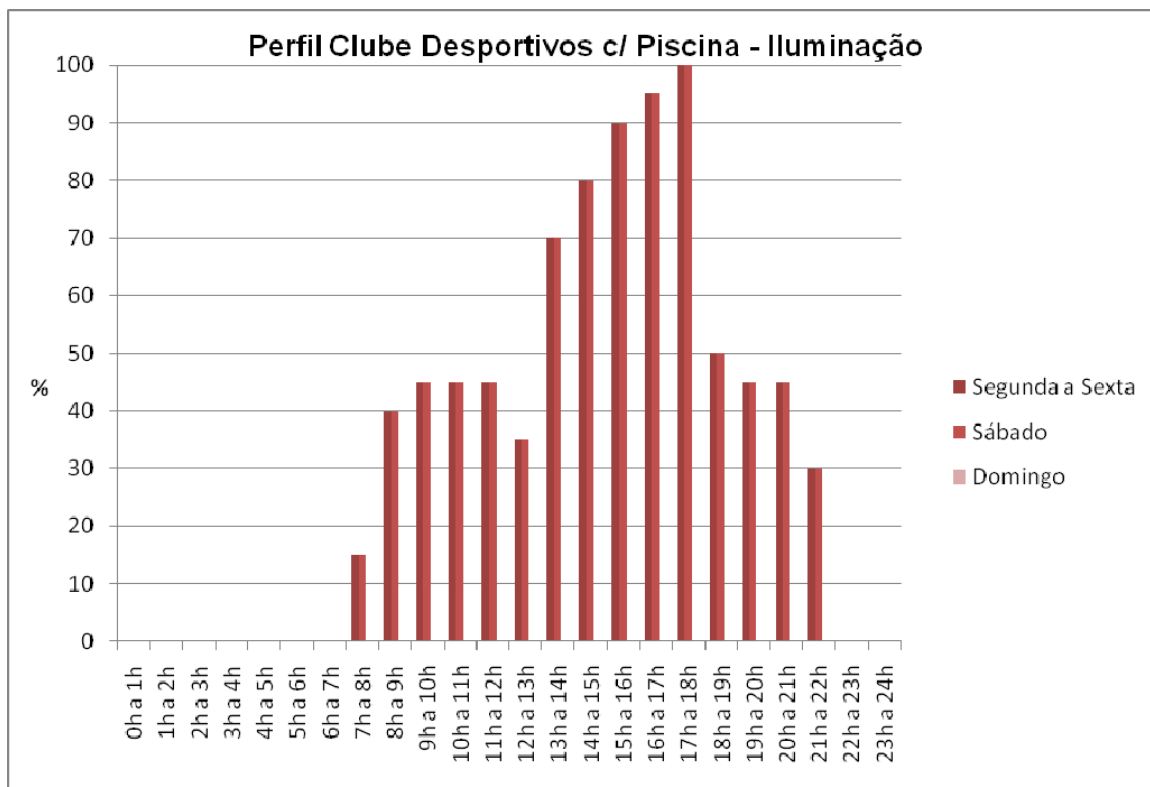
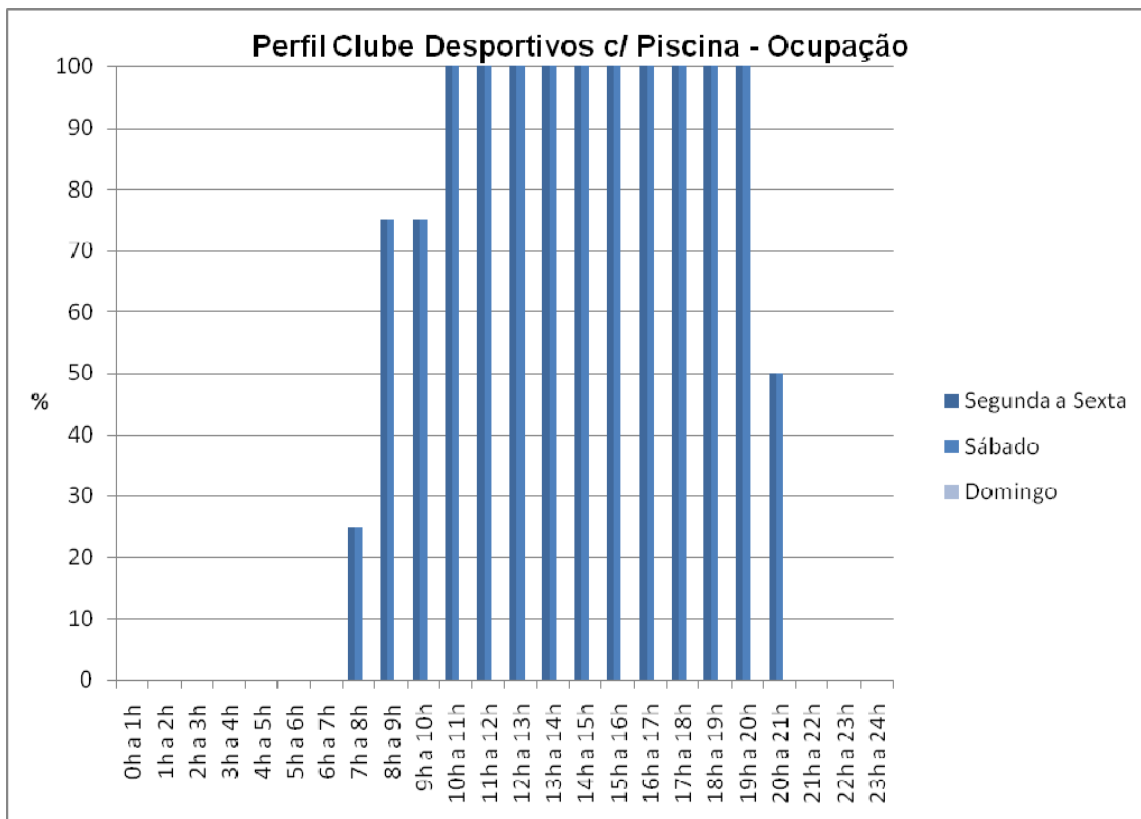


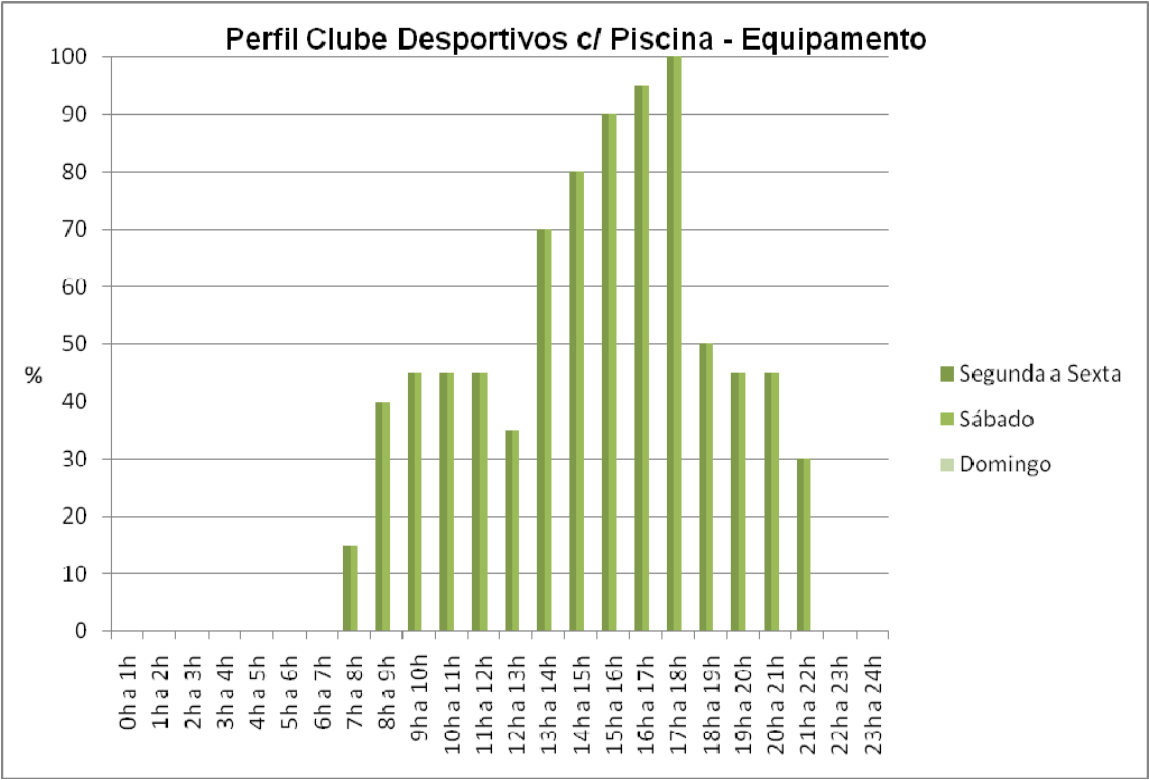


- **Clube Desportivo com Piscina**

Perfis Variáveis de Acordo com os Valores das Tabelas	
	Densidades
Ocupação [m2/Ocupante]	7
Iluminação [W/m2]	-
Equipamento [W/m2]	1

Perfis Constantes		
	Densidade [W/m2]	Nº de horas de funcionamento
Iluminação Exterior	-	5400





Anexo XXIV – Caudais e Zonamento de Projecto

PISO 0:

Esp. N.º	Espaço	Zona do Modelo	Ar Novo [l/s]		Extracção UTA's		Extracção I.S.	
			[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]
0 1	Átrio (Recepção)	P0Comum	520.0	144.4	520.0	144.4		
0 2	Cabeleireiro	P0Cabeleireiro	40.0	11.1	40.0	11.1		
0 3	Casa das Máquinas	P0Comum					55.0	15.3
0 4	Central Técnica	P0Esc.+CT.NC						
0 5	Macas e Cadeiras (Corredor 1)	P0Comum	100.0	27.8	100.0	27.8		
0 6	Corredor 2	P0Comum	30.0	8.3				
0 7	Corredor de Entrada	P0Comum						
0 8	Espaço de Transição	P0EspTrans					185.0	51.4
0 9	Gab. Administrativo	P0G.Administrativo	100.0	27.8	100.0	27.8		
0 10	Gab. Director	P0G.Director	50.0	13.9	50.0	13.9		
0 11	Gabinete Médico	P0G.Médico	100.0	27.8	100.0	27.8		
0 12	Instalações Sanitárias (I.S.1)	P0Comum					60.0	16.7
0 13	Instalações Sanitárias (I.S.2)	P0Comum					40.0	11.1
0 14	Instalações Sanitárias (I.S.3)	P0Comum					80.0	22.2
0 15	Instalações Sanitárias (I.S.4)	P0Comum					25.0	6.9
0 16	Instalações Sanitárias (I.S.5)	P0Comum					70.0	19.4
0 17	Instalações Sanitárias (I.S.6)	P0Comum					30.0	8.3
0 18	Instalações Sanitárias (I.S.7)	P0Comum					55.0	15.3
0 19	Lavandaria	P0LavandariaNC	650.0	180.6	650.0	180.6		
0 20	Sala de Pessoal	P0S.Pessoal	200.0	55.6	200.0	55.6		
0 21	Sala de Reuniões	P0S.Reunioes	400.0	111.1	400.0	111.1		
0 22	Vestíbulo	P0Comum	300.0	83.3	300.0	83.3		
0 23	Zona de Culto	P0Z.Culto	2500.0	694.4	1020.0	283.3		
0 24	Escadas1	P0Esc.+CT.NC						
0 25	Elevador	P0Esc.+CT.NC						
0 26	Escadas2	P0EscadasNC						
0 27	Acesso Principal	P0EscadasNC						
0 28	Elevadores	P0Esc.+CT.NC						
TOTAIS			4990.0	1386.1	3480.0	966.7	600.0	166.7

Zona	Área [m2]	Ilum. [W]	Equip. [W]	Ocup.	Ar Novo [l/s]		Extracção UTA's		Extracção I.S.	
					[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]
P0LavandariaNC	63	336.0	32181.8	13.0	650.0	180.6	650.0	180.6		
P0EspTrans	15	90.0							185.0	51.4
P0Z.Culto	62	456.0	924.2	50.0	2500.0	694.4	1020.0	283.3		
P0Comum	298	1946.0	179.4	21.9	950.0	263.9	920.0	255.6	415.0	115.3
P0G.Médico	14	123.0	212.9	2.0	100.0	27.8	100.0	27.8		
P0Cabeleireiro	16	123.0	235.4	4.0	40.0	11.1	40.0	11.1		
P0S.Pessoal	17	123.0	254.7	4.0	200.0	55.6	200.0	55.6		
P0G.Director	19	246.0	288.9	1.0	50.0	13.9	50.0	13.9		
P0S.Reunioes	22	252.0	330.6	8.0	400.0	111.1	400.0	111.1		
P0G.Administrativo	36	369.0	540.5	2.0	100.0	27.8	100.0	27.8		
P0Esc.+CT.NC	55									
P0EscadasNC	32	42.0								
TOTAIS	650	4106	35148	105.9	4990.0	1386.1	3480.0	966.7	600.0	166.7

PISO 1:

Esp. N.º	Espaço	Zona do Modelo	Ar Novo [l/s]		Extracção UTA's		Extracção I.S.	
			[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]
1_1	Armazém (A.) de Frio	P1Esc.+Arr.NC						
1_2	A. de Géneros Alimentares	P1Z.Comum						
1_3	A. de M. de Limpeza	P1Z.Comum					45.0	12.5
1_4	Arrumo	P1Z.Comum					50.0	13.9
1_5	Arrumos para Vasilhame	P1Z.Comum					55.0	15.3
1_6	Circulação	P1Esc.+Arr.NC	45.0	12.5	45.0	12.5		
1_7	Comp. Lixo	P1Esc.+Arr.NC						
1_8	Corredor 1 (*1)	P1Z.Comum	855.0	237.5	855.0	237.5		
1_9	Corredor 2 (*2)	P1Z.Comum	390.0	108.3	540.0	150.0		
1_10	Corredor 3 (*3)	P1Z.Comum	145.0	40.3	190.0	52.8		
1_11	Corredor 4 (*4)	P1Z.Comum	40.0	11.1	40.0	11.1		
1_12	Corredor 5 (*5)	P1CozinhaNC	80.0	22.2	80.0	22.2		
1_13	Cozinha	P1CozinhaNC						
1_14	Gab. de Enfermagem	P1Gab.Enfermagem	150.0	41.7	150.0	41.7		
1_15	Instalações Sanitárias (I.S.1)	P1Z.Comum					45.0	12.5
1_16	Instalações Sanitárias (I.S.2)	P1Quartos					45.0	12.5
1_17	Instalações Sanitárias (I.S.3)	P1Quartos					45.0	12.5
1_18	Instalações Sanitárias (I.S.4)	P1Quartos					45.0	12.5
1_19	Instalações Sanitárias (I.S.5)	P1Quartos					45.0	12.5
1_20	Instalações Sanitárias (I.S.6)	P1Quartos					45.0	12.5

Esp. N.º	Espaço	Zona do Modelo	Ar Novo [l/s]		Extracção UTA's		Extracção I.S.	
			[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]
1 21	Instalações Sanitárias (I.S.7)	P1Quartos					45.0	12.5
1 22	Instalações Sanitárias (I.S.8)	P1Quartos					45.0	12.5
1 23	Instalações Sanitárias (I.S.9)	P1Quartos					45.0	12.5
1 24	Instalações Sanitárias (I.S.10)	P1Quartos					45.0	12.5
1 25	Instalações Sanitárias (I.S.11)	P1Quartos					45.0	12.5
1 26	Instalações Sanitárias (I.S.12)	P1Z.Comum					45.0	12.5
1 27	I.S./Vest. 1	P1Z.Comum					170.0	47.2
1 28	I.S./Vest. 2	P1Z.Comum					175.0	48.6
1 29	I.S. com ajuda	P1Z.Comum					190.0	52.8
1 30	Dispensa de Dia	P1Z.Comum	40.0	11.1	40.0	11.1		
1 31	Posto de Vigia	P1Z.Comum	50.0	13.9	50.0	13.9		
1 32	Quarto Individual 1	P1Quartos	150.0	41.7				
1 33	Quarto Individual 2	P1Quartos	150.0	41.7				
1 34	Quarto Individual 3	P1Quartos	150.0	41.7				
1 35	Quarto Individual 4	P1Quartos	150.0	41.7				
1 36	Quarto Individual 5	P1Quartos	150.0	41.7				
1 37	Quarto Duplo 1	P1Quartos	150.0	41.7				
1 38	Quarto Duplo 2	P1Quartos	150.0	41.7				
1 39	Quarto Duplo 3	P1Quartos	150.0	41.7				
1 40	Quarto Duplo 4	P1Quartos	150.0	41.7				
1 41	Quarto Duplo 5	P1Quartos	150.0	41.7				
1 42	Sala de Estar	P1S.Estar	200.0	55.6	200.0	55.6		
1 43	Sala de Estar c/ copa	P1Salas	400.0	111.1	400.0	111.1		
1 44	Sala de refeições Normal	P1Rest.Interno	700.0	194.4	700.0	194.4		
1 45	Sala de refeições Marginal	P1Rest.Marginal	1050.0	291.7	1050.0	291.7		
1 46	Sala do Vigilante	P1S.Vigilante	50.0	13.9	50.0	13.9		
1 47	Rouparia	P1Z.Comum	60.0	16.7	60.0	16.7		
1 48	Zona de Sujos	P1Z.Comum					70.0	19.4
1 49	Escadas1	P1Esc.NC						
1 50	Escadas2	P1Esc.+Arr.NC						
1 51	Elevadores	P1Esc.+Arr.NC						
1 52	Elevador	P1Esc.+Arr.NC						
1 53	S.Pessoal	P1S.Pessoal	200.0	55.6	200.0	55.6		
1 54	Escadas Cozinha / Copa	P1CozinhaNC						
TOTAIS			5955.0	1654.2	4650.0	1291.7	1295.0	359.7

Zona	Área [m ²]	Ilum. [W]	Equip. [W]	Ocup.	Ar Novo [l/s]		Extracção UTA's		Extracção I.S.	
					[m ³ /h]	[l/s]	[m ³ /h]	[l/s]	[m ³ /h]	[l/s]
P1CozinhaNC	87	860.0	18238.0	3.2	80.0	22.2	80.0	22.2		
P1Rest.Marginal	49	420.0	245.2	18.0	1050.0	291.7	1050.0	291.7		
P1Rest.Interno	49	252.0	243.9	12.0	700.0	194.4	700.0	194.4		
P1Z.Comum	345	1539.0	2572.9	29.5	1580.0	438.9	1775.0	493.1	845.0	234.7
P1Quartos	271	1670.0	890.8	20.0	1500.0	416.7			450.0	125.0
P1Gab.Enfermagem	13	123.0	188.4	3.0	150.0	41.7	150.0	41.7		
P1S.Vigilante	12	123.0	49.5	1.0	50.0	13.9	50.0	13.9		
P1S.Estar	30	126.0	120.4	4.0	200.0	55.6	200.0	55.6		
P1Salas	62	252.0	247.5	8.0	400.0	111.1	400.0	111.1		
P1S.Pessoal	17	123.0	68.1	4.0	200.0	55.6	200.0	55.6		
P1Esc.NC	19									
P1Esc.+Arr.NC	60	42.0	4011.7	0.9	45.0	12.5	45.0	12.5		
TOTAIS	1014	5530	26876	103.6	5955.0	1654.2	4650.0	1291.7	1295.0	359.7

PISO 2:

Esp. N.º	Espaço	Zona do Modelo	Ar Novo [l/s]		Extracção UTA's		Extracção I.S.	
			[m ³ /h]	[l/s]	[m ³ /h]	[l/s]	[m ³ /h]	[l/s]
2_1	Arrumos 1	P2Piscina					60.0	16.7
2_2	Arrumos 2	P2Piscina					60.0	16.7
2_3	Balneários Fem.	P2Piscina					290.0	80.6
2_4	Balneários Masc.	P2Piscina					285.0	79.2
2_5	Copa	P2Rest.Interno					160.0	44.4
2_6	Fisioterapia	P2Fisioterapia	175.0	48.6	175.0	48.6		
2_7	Ginásio	P2Ginásio	295.0	81.9	295.0	81.9		
2_8	Instalações Sanitárias (I.S.1)	P2Comum1					70.0	19.4
2_9	Instalações Sanitárias (I.S.2)	P2Comum2					145.0	40.3
2_10	Instalações Sanitárias (I.S.3)	P2Comum2					150.0	41.7
2_11	Instalações Sanitárias (I.S.Vig.)	P2S.Vigilante					45.0	12.5
2_12	Instalações Sanitárias (I.S.Q1)	P2Quartos					45.0	12.5
2_13	Instalações Sanitárias (I.S.Q2)	P2Quartos					45.0	12.5
2_14	Instalações Sanitárias (I.S.Q3)	P2Quartos					45.0	12.5
2_15	Instalações Sanitárias (I.S.Q4)	P2Quartos					45.0	12.5
2_16	Instalações Sanitárias (I.S.Q5)	P2Quartos					45.0	12.5
2_17	Instalações Sanitárias (I.S.Q6)	P2Quartos					45.0	12.5
2_18	Instalações Sanitárias (I.S.Q7)	P2Quartos					45.0	12.5
2_19	Instalações Sanitárias (I.S.Q8)	P2Quartos					45.0	12.5
2_20	Instalações Sanitárias (I.S.Q9)	P2Quartos					45.0	12.5

Esp. N.º	Espaço	Zona do Modelo	Ar Novo [l/s]		Extracção UTA's		Extracção I.S.	
			[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]
2_21	Instalações Sanitárias (I.S.Q10)	P2Quartos					45.0	12.5
2_22	Instalação Sanitária (I.S.4)	P2Comum2					45.0	12.5
2_23	I.S. com ajuda	P2Comum2					190.0	52.8
2_24	Quarto Individual	P2Quartos	150.0	41.7				
2_25	Quarto Individual	P2Quartos	150.0	41.7				
2_26	Quarto Individual	P2Quartos	150.0	41.7				
2_27	Quarto Individual	P2Quartos	150.0	41.7				
2_28	Quarto Individual	P2Quartos	150.0	41.7				
2_29	Quarto Duplo	P2Quartos	150.0	41.7				
2_30	Quarto Duplo	P2Quartos	150.0	41.7				
2_31	Quarto Duplo	P2Quartos	150.0	41.7				
2_32	Quarto Duplo	P2Quartos	150.0	41.7				
2_33	Quarto Duplo	P2Quartos	150.0	41.7				
2_34	Sala de Estar 1	P2S.Estar	200.0	55.6	200.0	55.6		
2_35	Sala de Estar 2	P2Salas	200.0	55.6	200.0	55.6		
2_36	Sala de Estar c/ Copa	P2Salas	350.0	97.2	350.0	97.2		
2_37	Sala de Refeições Normal	P2Rest.Interno	700.0	194.4	700.0	194.4		
2_38	Sala de Refeições Marginal	P2Rest.Marginal	1050.0	291.7	1050.0	291.7		
2_39	Sala do vigilante	P2S.Vigilante	50.0	13.9	50.0	13.9		
2_40	Rouparia	P2Comum2	60.0	16.7	60.0	16.7		
2_41	Piscina	P2Piscina	2240.0	622.2			2240.0	622.2
2_42	Zona de Sujos	P2Comum1					70.0	19.4
2_43	Elevadores	P2EscadasNC						
2_44	Elevador	P2EscadasNC						
2_45	Escadas1	P2Esc.NC						
2_46	Escadas2	P2EscadasNC						
2_47	Corredor1	P2Comum1	270.0	75.0	270.0	75.0		
2_48	Corredor2	P2Comum2	575.0	159.7	575.0	159.7		
2_49	Corredor3	P2Comum2	710.0	197.2	710.0	197.2		
2_50	Escadas Cozinha / Copa	P2Rest.Interno						
TOTAIS			8375.0	2326.4	4635.0	1287.5	4260.0	1183.3

Zona	Área [m ²]	Ilum. [W]	Equip. [W]	Ocup.	Ar Novo [l/s]		Extracção UTA's		Extracção I.S.	
					[m ³ /h]	[l/s]	[m ³ /h]	[l/s]	[m ³ /h]	[l/s]
P2Piscina	190	1482.0	134.2	15.0	2240.0	622.2			2935.0	815.3
P2Ginásio	90	810.0	90.2	5.0	295.0	81.9	295.0	81.9		
P2Rest.Marginal	49	420.0	245.2	18.0	1050.0	291.7	1050.0	291.7		
P2Rest.Interno	84	420.0	386.7	13.0	700.0	194.4	700.0	194.4	160.0	44.4
P2Comum1	54	540.0		5.4	270.0	75.0	270.0	75.0	140.0	38.9
P2Comum2	261	1774.0		25.6	1345.0	373.6	1345.0	373.6	530.0	147.2
P2Fisioterapia	47	225.0	702.8	3.0	175.0	48.6	175.0	48.6		
P2S.Vigilante	27	492.0	88.2	1.0	50.0	13.9	50.0	13.9	45.0	12.5
P2S.Estar	30	126.0	120.4	4.0	200.0	55.6	200.0	55.6		
P2Quartos	271	1670.0	890.8	20.0	1500.0	416.7			450.0	125.0
P2Salas	100	420.0	400.8	11.0	550.0	152.8	550.0	152.8		
P2Esc.NC	28									
P2EscadasNC	32									
TOTAIS	1264	8379	3059	121.0	8375.0	2326.4	4635.0	1287.5	4260.0	1183.3

PISO 3:

Esp. N.º	Espaço	Zona do Modelo	Ar Novo [l/s]		Extracção UTA's		Extracção I.S.	
			[m ³ /h]	[l/s]	[m ³ /h]	[l/s]	[m ³ /h]	[l/s]
3 1	Arrumo (Oeste)	P3Comum					140.0	38.9
3 2	Corredor Oeste (aprox.)	P3Comum	730.0	202.8	730.0	202.8		
3 3	Corredor central e escadas	P3Comum	585.0	162.5	585.0	162.5		
3 4	Corredor Este (aprox.)	P3Comum	750.0	208.3	750.0	208.3		
3 5	Biblioteca/Espaço Multimédia	P3Biblioteca	250.0	69.4	250.0	69.4		
3 6	Instalações Sanitárias (I.S.Q1)	P3Quartos1					45.0	12.5
3 7	Instalações Sanitárias (I.S.Q2)	P3Quartos1					45.0	12.5
3 8	Instalações Sanitárias (I.S.Q3)	P3Quartos1					45.0	12.5
3 9	Instalações Sanitárias (I.S.Q4)	P3Quartos1					45.0	12.5
3 10	Instalações Sanitárias (I.S.Q5)	P3Quartos1					45.0	12.5
3 11	Instalações Sanitárias (I.S.Q6)	P3Quartos1					45.0	12.5
3 12	Instalações Sanitárias (I.S.Q7)	P3Quartos1					45.0	12.5
3 13	Instalações Sanitárias (I.S.Q8)	P3Quartos1					45.0	12.5
3 14	Instalações Sanitárias (I.S.Q9)	P3Quartos1					45.0	12.5
3 15	Instalações Sanitárias (I.S.Q10)	P3Quartos1					45.0	12.5
3 16	Instalações Sanitárias (I.S.Q11)	P3Quartos2					45.0	12.5
3 17	Instalações Sanitárias (I.S.Q12)	P3Quartos2					45.0	12.5
3 18	Instalações Sanitárias (I.S.Q13)	P3Quartos2					45.0	12.5
3 19	Instalações Sanitárias (I.S.Q14)	P3Quartos2					45.0	12.5

Esp. N.º	Espaço	Zona do Modelo	Ar Novo [l/s]		Extracção UTA's		Extracção I.S.	
			[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]
3 20	Instalações Sanitárias (I.S.Q15)	P3Quartos2					45.0	12.5
3 21	Instalações Sanitárias (I.S.Q16)	P3Quartos2					45.0	12.5
3 22	Instalações Sanitárias (I.S.Q17)	P3Quartos2					45.0	12.5
3 23	Instalações Sanitárias (I.S.Q18)	P3Quartos2					45.0	12.5
3 24	Instalações Sanitárias (I.S.Q19)	P3Quartos2					45.0	12.5
3 25	Instalações Sanitárias (I.S.Q20)	P3Quartos2					45.0	12.5
3 26	Instalações Sanitárias (I.S.1)	P3Comum					60.0	16.7
3 27	Instalações Sanitárias (I.S.2)	P3Comum					60.0	16.7
3 28	Instalações Sanitárias (I.S.3)	P3Comum					145.0	40.3
3 29	Instalações Sanitárias (I.S.4)	P3Comum					145.0	40.3
3 30	I.S. com ajuda (Oeste)	P3Comum					190.0	52.8
3 31	I.S. com ajuda (Este)	P3Comum					190.0	52.8
3 32	Quarto Individual 6	P3Quartos1	150.0	41.7				
3 33	Quarto Individual 7	P3Quartos1	150.0	41.7				
3 34	Quarto Individual 8	P3Quartos1	150.0	41.7				
3 35	Quarto Individual 9	P3Quartos1	150.0	41.7				
3 36	Quarto Individual 10	P3Quartos1	150.0	41.7				
3 38	Quarto Individual 11	P3Quartos2	150.0	41.7				
3 39	Quarto Individual 12	P3Quartos2	150.0	41.7				
3 40	Quarto Individual 13	P3Quartos2	150.0	41.7				
3 41	Quarto Individual 14	P3Quartos2	150.0	41.7				
3 42	Quarto Individual 15	P3Quartos2	150.0	41.7				
3 43	Quarto Duplo 1	P3Quartos1	150.0	41.7				
3 44	Quarto Duplo 2	P3Quartos1	150.0	41.7				
3 45	Quarto Duplo 3	P3Quartos1	150.0	41.7				
3 46	Quarto Duplo 4	P3Quartos1	150.0	41.7				
3 47	Quarto Duplo 5	P3Quartos1	150.0	41.7				
3 49	Quarto Duplo 16	P3Quartos2	150.0	41.7				
3 50	Quarto Duplo 17	P3Quartos2	150.0	41.7				
3 51	Quarto Duplo 18	P3Quartos2	150.0	41.7				
3 52	Quarto Duplo 19	P3Quartos2	150.0	41.7				
3 53	Quarto Duplo 20	P3Quartos2	150.0	41.7				
3 54	Sala de Convívio Normal	P3S.Conv.Interno	400.0	111.1	400.0	111.1		
3 55	Sala de Convívio Marginal	P3S.Conv.Marg.	300.0	83.3	300.0	83.3		
3 56	Sala de Estar 1	P3SalasEste	400.0	111.1	400.0	111.1		
3 57	Sala de Estar c/ Copa 1 (Oeste)	P3SalaOeste	500.0	138.9	500.0	138.9		
3 58	Sala de Estar c/ Copa 2(Este)	P3SalasEste	600.0	166.7	600.0	166.7		
3 59	Rouparia (Oeste)	P3Comum	60.0	16.7	60.0	16.7		
3 60	Rouparia (Este)	P3Comum	60.0	16.7	60.0	16.7		
3 61	Zona de Sujos 1 (Oeste)	P3Comum					70.0	19.4
3 62	Zona de Sujos 2 (Este)	P3Comum					70.0	19.4

Esp. N.º	Espaço	Zona do Modelo	Ar Novo [l/s]		Extracção UTA's		Extracção I.S.	
			[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]
3_63	Sala do vigilante	P3S.Vigilante	50.0	13.9	50.0	13.9		
3_64	Sala de estar 2	P3S.Estar	500.0	138.9	500.0	138.9		
3_65	Elevadores	P3EscadasNC						
3_66	Elevador	P3EscadasNC						
3_67	Escadas1	P3Esc.NC						
3_68	Escadas2	P3EscadasNC						
3_69	Instalações Sanitárias (I.S.Vig.)	P3S.Vigilante					45.0	12.5
TOTAIS			8185.0	2273.6	5185.0	1440.3	2015.0	559.7

Zona	Área [m2]	Ilum. [W]	Equip. [W]	Ocup.	Ar Novo [l/s]		Extracção UTA's		Extracção I.S.	
					[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]
P3Quartos1	271	1670.0	890.8	20.0	1500.0	416.7			450.0	125.0
P3SalaOeste	52	210.0	206.1	10.0	500.0	138.9	500.0	138.9		
P3Comum	441	2274.0		41.2	2185.0	606.9	2185.0	606.9	1070.0	297.2
P3Biblioteca	87	420.0	1298.9	5.0	250.0	69.4	250.0	69.4		
P3S.Conv.Marg.	49	210.0	196.2	6.0	300.0	83.3	300.0	83.3		
P3S.Conv.Interno	61	336.0	242.3	8.0	400.0	111.1	400.0	111.1		
P3S.Vigilante	27	259.0	88.2	1.0	50.0	13.9	50.0	13.9	45.0	12.5
P3S.Estar	30	126.0	120.4	10.0	500.0	138.9	500.0	138.9		
P3Quartos2	271	1670.0	890.8	20.0	1500.0	416.7			450.0	125.0
P3SalasEste	100	420.0	400.8	20.0	1000.0	277.8	1000.0	277.8		
P3EscadasNC	32									
P3Esc.NC	28									
TOTAIS	1448	7595	4334	141.2	8185.0	2273.6	5185.0	1440.3	2015.0	559.7

Anexo XXV – Caudais e Zonamento Nominal

PISO 0:

Esp. N.º	Espaço	Zona do Modelo	Ar Novo [l/s]		Extracção UTA's		Extracção I.S.	
			[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]
0 1	Átrio (Recepção)	P0Comum	520.0	144.4	520.0	144.4		
0 2	Cabeleireiro	P0Cabeleireiro	40.0	11.1	40.0	11.1		
0 3	Casa das Máquinas	P0Comum					55.0	15.3
0 4	Central Técnica	P0Esc.+CT.NC						
0 5	Macas e Cadeiras (Corredor 1)	P0Comum	90.0	25.0	90.0	25.0		
0 6	Corredor 2	P0Comum	10.0	2.8				
0 7	Corredor de Entrada	P0Comum	10.0	2.8				
0 8	Espaço de Transição	P0EspTrans					185.0	51.4
0 9	Gab. Administrativo	P0G.Administrativo	90.0	25.0	90.0	25.0		
0 10	Gab. Director	P0G.Director	50.0	13.9	50.0	13.9		
0 11	Gabinete Médico	P0G.Médico	35.0	9.7	35.0	9.7		
0 12	Instalações Sanitárias (I.S.1)	P0Comum					60.0	16.7
0 13	Instalações Sanitárias (I.S.2)	P0Comum					40.0	11.1
0 14	Instalações Sanitárias (I.S.3)	P0Comum					80.0	22.2
0 15	Instalações Sanitárias (I.S.4)	P0Comum					25.0	6.9
0 16	Instalações Sanitárias (I.S.5)	P0Comum					70.0	19.4
0 17	Instalações Sanitárias (I.S.6)	P0Comum					30.0	8.3
0 18	Instalações Sanitárias (I.S.7)	P0Comum					55.0	15.3
0 19	Lavandaria	P0LavandariaNC						
0 20	Sala de Pessoal	P0S.Pessoal	40.0	11.1	40.0	11.1		
0 21	Sala de Reuniões	P0S.Reunioes	55.0	15.3	55.0	15.3		
0 22	Vestíbulo	P0Comum	30.0	8.3	30.0	8.3		
0 23	Zona de Culto	P0Z.Culto	155.0	43.1	60.0	16.7		
0 24	Escadas1	P0Esc.+CT.NC						
0 25	Elevador	P0Esc.+CT.NC						
0 26	Escadas2	P0EscadasNC						
0 27	Acesso Principal	P0EscadasNC						
0 28	Elevadores	P0Esc.+CT.NC						
TOTAIS			1125.0	312.5	1010.0	280.6	600.0	166.7

Zona	Área [m2]	Ilum. [W]	Equip. [W]	Ocup.	Ar Novo [l/s]		Extracção UTA's		Extracção I.S.	
					[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]
P0LavandariaNC	63	336.0	32181.8							
P0EspTrans	15	90.0	154.9	0.8					185.0	51.4
P0Z.Culto	62	456.0	616.1	3.1	155.0	43.1	60.0	16.7		
P0Comum	298	1946.0	2981.4	14.7	660.0	183.3	640.0	177.8	415.0	115.3
P0G.Médico	14	123.0	141.9	0.7	35.0	9.7	35.0	9.7		
P0Cabeleireiro	16	123.0	156.9	0.8	40.0	11.1	40.0	11.1		
P0S.Pessoal	17	123.0	169.8	0.8	40.0	11.1	40.0	11.1		
P0G.Director	19	246.0	192.6	1.0	50.0	13.9	50.0	13.9		
P0S.Reunioes	22	252.0	220.4	1.1	55.0	15.3	55.0	15.3		
P0G.Administrativo	36	369.0	360.3	1.8	90.0	25.0	90.0	25.0		
P0Esc.+CT.NC	55									
P0EscadasNC	32	42.0	120.0	0.6						
TOTAIS	650	4106	37296	25.3	1125.0	312.5	1010.0	280.6	600.0	166.7

PISO 1:

Esp. N.º	Espaço	Zona do Modelo	Ar Novo [l/s]		Extracção UTA's		Extracção I.S.	
			[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]
1_1	Armazém (A.) de Frio	P1Esc.+Arr.NC						
1_2	A. de Géneros Alimentares	P1Z.Comum	55.0	15.3	55.0	15.3		
1_3	A. de M. de Limpeza	P1Z.Comum	10.0	2.8			45.0	12.5
1_4	Arrumo	P1Z.Comum	10.0	2.8	10.0	2.8	50.0	13.9
1_5	Arrumos para Vasilhame	P1Z.Comum	10.0	2.8	10.0	2.8	55.0	15.3
1_6	Circulação	P1Esc.+Arr.NC	20.0	5.6	20.0	5.6		
1_7	Comp. Lixo	P1Esc.+Arr.NC						
1_8	Corredor 1 (*1)	P1Z.Comum	340.0	94.4	340.0	94.4		
1_9	Corredor 2 (*2)	P1Z.Comum	155.0	43.1	220.0	61.1		
1_10	Corredor 3 (*3)	P1Z.Comum	60.0	16.7	80.0	22.2		
1_11	Corredor 4 (*4)	P1Z.Comum	15.0	4.2	15.0	4.2		
1_12	Corredor 5 (*5)	P1CozinhaNC						
1_13	Cozinha	P1CozinhaNC						
1_14	Gab. de Enfermagem	P1Gab.Enfermagem	30.0	8.3	30.0	8.3		
1_15	Instalações Sanitárias (I.S.1)	P1Z.Comum					45.0	12.5
1_16	Instalações Sanitárias (I.S.2)	P1Quartos					45.0	12.5
1_17	Instalações Sanitárias (I.S.3)	P1Quartos					45.0	12.5
1_18	Instalações Sanitárias (I.S.4)	P1Quartos					45.0	12.5
1_19	Instalações Sanitárias (I.S.5)	P1Quartos					45.0	12.5
1_20	Instalações Sanitárias (I.S.6)	P1Quartos					45.0	12.5

Esp. N.º	Espaço	Zona do Modelo	Ar Novo [l/s]		Extracção UTA's		Extracção I.S.	
			[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]
1_21	Instalações Sanitárias (I.S.7)	P1Quartos					45.0	12.5
1_22	Instalações Sanitárias (I.S.8)	P1Quartos					45.0	12.5
1_23	Instalações Sanitárias (I.S.9)	P1Quartos					45.0	12.5
1_24	Instalações Sanitárias (I.S.10)	P1Quartos					45.0	12.5
1_25	Instalações Sanitárias (I.S.11)	P1Quartos					45.0	12.5
1_26	Instalações Sanitárias (I.S.12)	P1Z.Comum					45.0	12.5
1_27	I.S./Vest. 1	P1Z.Comum					170.0	47.2
1_28	I.S./Vest. 2	P1Z.Comum					170.0	47.2
1_29	I.S. com ajuda	P1Z.Comum					190.0	52.8
1_30	Despensa de Dia	P1Z.Comum	20.0	5.6	20.0	5.6		
1_31	Posto de Vigia	P1Z.Comum	10.0	2.8	10.0	2.8		
1_32	Quarto Individual 1	P1Quartos	85.0	23.6				
1_33	Quarto Individual 2	P1Quartos	85.0	23.6				
1_34	Quarto Individual 3	P1Quartos	85.0	23.6				
1_35	Quarto Individual 4	P1Quartos	85.0	23.6				
1_36	Quarto Individual 5	P1Quartos	85.0	23.6				
1_37	Quarto Duplo 1	P1Quartos	85.0	23.6				
1_38	Quarto Duplo 2	P1Quartos	85.0	23.6				
1_39	Quarto Duplo 3	P1Quartos	85.0	23.6				
1_40	Quarto Duplo 4	P1Quartos	85.0	23.6				
1_41	Quarto Duplo 5	P1Quartos	85.0	23.6				
1_42	Sala de Estar	P1S.Estar	75.0	20.8	75.0	20.8		
1_43	Sala de Estar c/ copa	P1Salas	155.0	43.1	155.0	43.1		
1_44	Sala de refeições Normal	P1Rest.Interno	570.0	158.3	570.0	158.3		
1_45	Sala de refeições Marginal	P1Rest.Marginal	570.0	158.3	570.0	158.3		
1_46	Sala do Vigilante	P1S.Vigilante	30.0	8.3	30.0	8.3		
1_47	Rouparia	P1Z.Comum	30.0	8.3	30.0	8.3		
1_48	Zona de Sujos	P1Z.Comum	15.0	4.2	15.0	4.2	70.0	19.4
1_49	Escadas1	P1Esc.NC						
1_50	Escadas2	P1Esc.+Arr.NC						
1_51	Elevadores	P1Esc.+Arr.NC						
1_52	Elevador	P1Esc.+Arr.NC						
1_53	S.Pessoal	P1S.Pessoal	170.0	47.2	170.0	47.2		
1_54	Escadas Cozinha / Copa	P1CozinhaNC						
TOTAIS			3200.0	888.9	2425.0	673.6	1290.0	358.3

Zona	Área [m2]	Ilum. [W]	Equip. [W]	Ocup.	Ar Novo [l/s]		Extracção UTA's		Extracção I.S.	
					[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]
P1CozinhaNC	87	860.0	18301.0	4.1						
P1Rest.Marginal	49	420.0	245.2	9.8	570.0	158.3	570.0	158.3		
P1Rest.Interno	49	252.0	243.9	9.8	570.0	158.3	570.0	158.3		
P1Z.Comum	345	1539.0	3453.9	17.3	730.0	202.8	805.0	223.6	840.0	233.3
P1Quartos	271	1670.0	2711.0	13.6	850.0	236.1			450.0	125.0
P1Gab.Enfermagem	13	123.0	125.6	0.6	30.0	8.3	30.0	8.3		
P1S.Vigilante	12	123.0	123.8	0.6	30.0	8.3	30.0	8.3		
P1S.Estar	30	126.0	301.0	1.5	75.0	20.8	75.0	20.8		
P1Salas	62	252.0	618.8	3.1	155.0	43.1	155.0	43.1		
P1S.Pessoal	17	123.0	85.1	3.4	170.0	47.2	170.0	47.2		
P1Esc.NC	19									
P1Esc.+Arr.NC	60	42.0	1576.5	0.4	20.0	5.6	20.0	5.6		
TOTAIS	1014	5530	27786	64.1	3200.0	888.9	2425.0	673.6	1290.0	358.3

PISO 2:

Esp. N.º	Espaço	Zona do Modelo	Ar Novo [l/s]		Extracção UTA's		Extracção I.S.	
			[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]
2 1	Arrumos 1	P2Piscina					60.0	16.7
2 2	Arrumos 2	P2Piscina					60.0	16.7
2 3	Balneários Fem.	P2Piscina					290.0	80.6
2 4	Balneários Masc.	P2Piscina					285.0	79.2
2 5	Copa	P2Rest.Interno					160.0	44.4
2 6	Fisioterapia	P2Fisioterapia	390.0	108.3	390.0	108.3		
2 7	Ginásio	P2Ginásio	750.0	208.3	750.0	208.3		
2 8	Instalações Sanitárias (I.S.1)	P2Comum1					70.0	19.4
2 9	Instalações Sanitárias (I.S.2)	P2Comum2					145.0	40.3
2 10	Instalações Sanitárias (I.S.3)	P2Comum2					150.0	41.7
2 11	Instalações Sanitárias (I.S.Vig.)	P2S.Vigilante					45.0	12.5
2 12	Instalações Sanitárias (I.S.Q1)	P2Quartos					45.0	12.5
2 13	Instalações Sanitárias (I.S.Q2)	P2Quartos					45.0	12.5
2 14	Instalações Sanitárias (I.S.Q3)	P2Quartos					45.0	12.5
2 15	Instalações Sanitárias (I.S.Q4)	P2Quartos					45.0	12.5
2 16	Instalações Sanitárias (I.S.Q5)	P2Quartos					45.0	12.5
2 17	Instalações Sanitárias (I.S.Q6)	P2Quartos					45.0	12.5
2 18	Instalações Sanitárias (I.S.Q7)	P2Quartos					45.0	12.5
2 19	Instalações Sanitárias (I.S.Q8)	P2Quartos					45.0	12.5
2 20	Instalações Sanitárias (I.S.Q9)	P2Quartos					45.0	12.5

Esp. N.º	Espaço	Zona do Modelo	Ar Novo [l/s]		Extracção UTA's		Extracção I.S.	
			[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]
2_21	Instalações Sanitárias (I.S.Q10)	P2Quartos					45.0	12.5
2_22	Instalação Sanitária (I.S.4)	P2Comum2					45.0	12.5
2_23	I.S. com ajuda	P2Comum2					190.0	52.8
2_24	Quarto Individual	P2Quartos	85.0	23.6				
2_25	Quarto Individual	P2Quartos	85.0	23.6				
2_26	Quarto Individual	P2Quartos	85.0	23.6				
2_27	Quarto Individual	P2Quartos	85.0	23.6				
2_28	Quarto Individual	P2Quartos	85.0	23.6				
2_29	Quarto Duplo	P2Quartos	85.0	23.6				
2_30	Quarto Duplo	P2Quartos	85.0	23.6				
2_31	Quarto Duplo	P2Quartos	85.0	23.6				
2_32	Quarto Duplo	P2Quartos	85.0	23.6				
2_33	Quarto Duplo	P2Quartos	85.0	23.6				
2_34	Sala de Estar 1	P2S.Estar	75.0	20.8	75.0	20.8		
2_35	Sala de Estar 2	P2Salas	95.0	26.4	95.0	26.4		
2_36	Sala de Estar c/ Copa	P2Salas	155.0	43.1	155.0	43.1		
2_37	Sala de Refeições Normal	P2Rest.Interno	710.0	197.2	710.0	197.2		
2_38	Sala de Refeições Marginal	P2Rest.Interno	570.0	158.3	570.0	158.3		
2_39	Sala do vigilante	P2S.Vigilante	55.0	15.3	55.0	15.3		
2_40	Rouparia	P2Comum2	30.0	8.3	30.0	8.3		
2_41	Piscina	P2Piscina	2240.0	622.2			2240.0	622.2
2_42	Zona de Sujos	P2Comum1					70.0	19.4
2_43	Elevadores	P2EscadasNC						
2_44	Elevador	P2EscadasNC						
2_45	Escadas1	P2Esc.NC						
2_46	Escadas2	P2EscadasNC						
2_47	Corredor1	P2Comum1	110.0	30.6	110.0	30.6		
2_48	Corredor2	P2Comum2	230.0	63.9	230.0	63.9		
2_49	Corredor3	P2Comum2	285.0	79.2	285.0	79.2		
2_50	Escadas Cozinha / Copa	P2Rest.Interno						
TOTAIS			6545.0	1818.1	3455.0	959.7	4260.0	1183.3

Zona	Área [m2]	Ilum. [W]	Equip. [W]	Ocup.	Ar Novo [l/s]		Extracção UTA's		Extracção I.S.	
					[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]
P2Piscina	190	1482.0	190.3	27.2	2240.0	622.2			2935.0	815.3
P2Ginásio	90	810.0	90.2	12.9	750.0	208.3	750.0	208.3		
P2Rest.Marginal	49	420.0	245.2	9.8	570.0	158.3	570.0	158.3		
P2Rest.Interno	84	420.0	419.8	16.8	710.0	197.2	710.0	197.2	160.0	44.4
P2Comum1	54	540.0	543.9	2.7	110.0	30.6	110.0	30.6	140.0	38.9
P2Comum2	261	1774.0	2612.2	13.1	545.0	151.4	545.0	151.4	530.0	147.2
P2Fisioterapia	47	225.0	46.9	6.7	390.0	108.3	390.0	108.3		
P2S.Vigilante	27	492.0	268.8	1.3	55.0	15.3	55.0	15.3	45.0	12.5
P2S.Estar	30	126.0	301.0	1.5	75.0	20.8	75.0	20.8		
P2Quartos	271	1670.0	2711.0	13.6	850.0	236.1			450.0	125.0
P2Salas	100	420.0	1002.0	5.0	250.0	69.4	250.0	69.4		
P2Esc.NC	28									
P2EscadasNC	32									
TOTAIS	1264	8379	8431	110.6	6545.0	1818.1	3455.0	959.7	4260.0	1183.3

PISO 3:

Esp. N.º	Espaço	Zona do Modelo	Ar Novo [l/s]		Extracção UTA's		Extracção I.S.	
			[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]
3_1	Arrumo (Oeste)	P3Comum					140.0	38.9
3_2	Corredor Oeste (aprox.)	P3Comum	290.0	80.6	290.0	80.6		
3_3	Corredor central e escadas	P3Comum	235.0	65.3	235.0	65.3		
3_4	Corredor Este (aprox.)	P3Comum	300.0	83.3	300.0	83.3		
3_5	Biblioteca/Espaço Multimédia	P3Biblioteca	215.0	59.7	215.0	59.7		
3_6	Instalações Sanitárias (I.S.Q1)	P3Quartos1					45.0	12.5
3_7	Instalações Sanitárias (I.S.Q2)	P3Quartos1					45.0	12.5
3_8	Instalações Sanitárias (I.S.Q3)	P3Quartos1					45.0	12.5
3_9	Instalações Sanitárias (I.S.Q4)	P3Quartos1					45.0	12.5
3_10	Instalações Sanitárias (I.S.Q5)	P3Quartos1					45.0	12.5
3_11	Instalações Sanitárias (I.S.Q6)	P3Quartos1					45.0	12.5
3_12	Instalações Sanitárias (I.S.Q7)	P3Quartos1					45.0	12.5
3_13	Instalações Sanitárias (I.S.Q8)	P3Quartos1					45.0	12.5
3_14	Instalações Sanitárias (I.S.Q9)	P3Quartos1					45.0	12.5
3_15	Instalações Sanitárias (I.S.Q10)	P3Quartos1					45.0	12.5
3_16	Instalações Sanitárias (I.S.Q11)	P3Quartos2					45.0	12.5
3_17	Instalações Sanitárias (I.S.Q12)	P3Quartos2					45.0	12.5
3_18	Instalações Sanitárias (I.S.Q13)	P3Quartos2					45.0	12.5
3_19	Instalações Sanitárias (I.S.Q14)	P3Quartos2					45.0	12.5

Esp. N.º	Espaço	Zona do Modelo	Ar Novo [l/s]		Extracção UTA's		Extracção I.S.	
			[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]
3_20	Instalações Sanitárias (I.S.Q15)	P3Quartos2					45.0	12.5
3_21	Instalações Sanitárias (I.S.Q16)	P3Quartos2					45.0	12.5
3_22	Instalações Sanitárias (I.S.Q17)	P3Quartos2					45.0	12.5
3_23	Instalações Sanitárias (I.S.Q18)	P3Quartos2					45.0	12.5
3_24	Instalações Sanitárias (I.S.Q19)	P3Quartos2					45.0	12.5
3_25	Instalações Sanitárias (I.S.Q20)	P3Quartos2					45.0	12.5
3_26	Instalações Sanitárias (I.S.1)	P3Comum					60.0	16.7
3_27	Instalações Sanitárias (I.S.2)	P3Comum					60.0	16.7
3_28	Instalações Sanitárias (I.S.3)	P3Comum					145.0	40.3
3_29	Instalações Sanitárias (I.S.4)	P3Comum					150.0	41.7
3_30	I.S. com ajuda (Oeste)	P3Comum					190.0	52.8
3_31	I.S. com ajuda (Este)	P3Comum					190.0	52.8
3_32	Quarto Individual 6	P3Quartos1	85.0	23.6				
3_33	Quarto Individual 7	P3Quartos1	85.0	23.6				
3_34	Quarto Individual 8	P3Quartos1	85.0	23.6				
3_35	Quarto Individual 9	P3Quartos1	85.0	23.6				
3_36	Quarto Individual 10	P3Quartos1	85.0	23.6				
3_38	Quarto Individual 11	P3Quartos2	85.0	23.6				
3_39	Quarto Individual 12	P3Quartos2	85.0	23.6				
3_40	Quarto Individual 13	P3Quartos2	85.0	23.6				
3_41	Quarto Individual 14	P3Quartos2	85.0	23.6				
3_42	Quarto Individual 15	P3Quartos2	85.0	23.6				
3_43	Quarto Duplo 1	P3Quartos1	85.0	23.6				
3_44	Quarto Duplo 2	P3Quartos1	85.0	23.6				
3_45	Quarto Duplo 3	P3Quartos1	85.0	23.6				
3_46	Quarto Duplo 4	P3Quartos1	85.0	23.6				
3_47	Quarto Duplo 5	P3Quartos1	85.0	23.6				
3_49	Quarto Duplo 16	P3Quartos2	85.0	23.6				
3_50	Quarto Duplo 17	P3Quartos2	85.0	23.6				
3_51	Quarto Duplo 18	P3Quartos2	85.0	23.6				
3_52	Quarto Duplo 19	P3Quartos2	85.0	23.6				
3_53	Quarto Duplo 20	P3Quartos2	85.0	23.6				
3_54	Sala de Convívio Normal	P3S.Conv.Interno	150.0	41.7	150.0	41.7		
3_55	Sala de Convívio Marginal	P3S.Conv.Marg.	125.0	34.7	125.0	34.7		
3_56	Sala de Estar 1	P3SalasEste	95.0	26.4	95.0	26.4		
3_57	Sala de Estar c/ Copa 1 (Oeste)	P3SalaOeste	130.0	36.1	130.0	36.1		
3_58	Sala de Estar c/ Copa 2 (Este)	P3SalasEste	155.0	43.1	155.0	43.1		
3_59	Rouparia (Oeste)	P3Comum	30.0	8.3	30.0	8.3		
3_60	Rouparia (Este)	P3Comum	30.0	8.3	30.0	8.3		
3_61	Zona de Sujos 1 (Oeste)	P3Comum	15.0	4.2	15.0	4.2	70.0	19.4
3_62	Zona de Sujos 2 (Este)	P3Comum	15.0	4.2	15.0	4.2	70.0	19.4

Esp. N.º	Espaço	Zona do Modelo	Ar Novo [l/s]		Extracção UTA's		Extracção I.S.	
			[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]
3_63	Sala do vigilante	P3S.Vigilante	55.0	15.3	55.0	15.3		
3_64	Sala de estar 2	P3S.Estar	75.0	20.8	75.0	20.8		
3_65	Elevadores	P3EscadasNC						
3_66	Elevador	P3EscadasNC						
3_67	Escadas1	P3Esc.NC						
3_68	Escadas2	P3EscadasNC						
3_69	Instalações Sanitárias (I.S.Vig.)	P3S.Vigilante					45.0	12.5
TOTAIS			3615.0	1004.2	1915.0	531.9	2020.0	561.1

Zona	Área [m2]	Ilum. [W]	Equip. [W]	Ocup.	Ar Novo [l/s]		Extracção UTA's		Extracção I.S.	
					[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]	[m³/h]	[l/s]
P3Quartos1	271	1670.0	2711.0	13.6	850.0	236.1			450.0	125.0
P3SalaOeste	52	210.0	515.2	2.6	130.0	36.1	130.0	36.1		
P3Comum	441	2274.0	4412.0	22.1	915.0	254.2	915.0	254.2	1075.0	298.6
P3Biblioteca	87	420.0	865.9	4.3	215.0	59.7	215.0	59.7		
P3S.Conv.Marg.	49	210.0	490.4	2.5	125.0	34.7	125.0	34.7		
P3S.Conv.Interno	61	336.0	605.7	3.0	150.0	41.7	150.0	41.7		
P3S.Vigilante	27	259.0	268.8	1.3	55.0	15.3	55.0	15.3	45.0	12.5
P3S.Estar	30	126.0	301.0	1.5	75.0	20.8	75.0	20.8		
P3Quartos2	271	1670.0	2711.0	13.6	850.0	236.1			450.0	125.0
P3SalasEste	100	420.0	1002.0	5.0	250.0	69.4	250.0	69.4		
P3EscadasNC	32									
P3Esc.NC	28									
TOTAIS	1448	7595	13883	69.4	3615.0	1004.2	1915.0	531.9	2020.0	561.1

Anexo XXVI – Plano de Manutenção Preventiva

De acordo com o estipulado no RSECE, o plano de manutenção preventiva das instalações e equipamentos energéticos, devem constar, pelo menos os seguintes elementos:

- Identificação completa do edifício e sua localização;
- Identificação e contactos do técnico responsável;
- Identificação e contactos do proprietário e, se aplicável, do locatário;
- Descrição e caracterização sumária do edifício e dos respectivos compartimentos interiores climatizados, com a indicação expressa:
 - Tipo de actividade nele habitualmente desenvolvida;
 - Número médio de utilizadores, distinguindo, se possível, os permanentes dos ocasionais;
 - Área climatizada total;
 - Potência térmica total;
- Descrição detalhada dos procedimentos de manutenção preventiva dos sistemas energéticos e da optimização da QAI, em função dos vários tipos de equipamentos e das características específicas dos seus componentes e das potenciais fontes poluentes do ar interior;
- Periodicidade das operações de manutenção preventiva e de limpeza;
- Registo das operações de manutenção realizadas, com indicação do técnico ou técnicos que as realizam, dos resultados das mesmas e outros eventuais comentários pertinentes;
- Registo das análises periódicas da QAI, com indicação do técnico ou técnicos que as realizaram;
- Definição das grandezas a medir para posterior constituição de um histórico do funcionamento da instalação;
- Livro de registo de ocorrências;
- Esquemas de princípio (diagramas) nas centrais;
- Informação de condução e planos de contingência.

Para além do conteúdo obrigatório, sempre que aplicável, um PMP deverá registar também os seguintes procedimentos:

- Inventário e codificação das instalações;
- Fichas técnicas de equipamentos;
- Fichas de funcionamento dos equipamentos;
- “Famílias” de equipamentos;
- Programas específicos de manutenção;
- Planeamento do serviço;
- Pedidos de trabalho sistematizados;
- Aperfeiçoamento do plano e rotinas;
- Registos tipo (mapas) de consumos energéticos e de funcionamento.

Anexo XXVII – Fichas de Licenciamento