



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Gonçalo Miguel Andrade Fernandes

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Gonçalo Miguel Andrade Fernandes

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Engenharia Mecânica
Área de especialização em Tecnologias Energéticas e Ambientais

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

Outubro de 2023

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-NãoComercial

CC BY-NC

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho não teria sido possível sem a contribuição de algumas pessoas, às quais quero deixar um especial agradecimento:

À Tykhe Engenharia, pela disponibilidade e pelo conhecimento transmitido durante o estágio curricular.

Ao meu orientador, o professor Pedro Lobarinhas pela sua ajuda com a realização deste projeto.

Aos meus pais e à minha irmã, por todo o apoio e encorajamento não só na realização desta dissertação, mas em todo o meu percurso académico.

Aos meus amigos, em particular aos do secundário e aos do Gabinete 3.4, pelos esclarecimentos, saídas e paciência.

À Maria João pelo apoio e motivação.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

RESUMO

Atualmente existe uma grande pressão pela procura de soluções sustentáveis e eficientes para a utilização dos recursos energéticos nos edifícios, dada a sua grande representação nos consumos energéticos e emissões de gases com efeito de estufa, sendo a preparação de águas quentes sanitárias responsável por uma parte significativa dos consumos energéticos dos edifícios. Com este trabalho pretende avaliar-se soluções para a geração de águas quentes sanitárias num lar de idosos, de modo a otimizar a contribuição das energias renováveis como o solar térmico e fotovoltaico, tendo em conta o impacto financeiro, ambiental e também o impacto na classe energética das soluções encontradas.

Para tal, começou por se realizar a caracterização do edifício, identificando a zona climática em que este se insere e analisando as suas envolventes e os seus sistemas técnicos, tanto a nível de ventilação como de iluminação fixa. Desta forma foi possível realizar a simulação dinâmica multizona do edifício, permitindo a obtenção das cargas térmicas e das necessidades de climatização para todo o edifício, tendo resultado uma potência total necessária para aquecimento de 83 kW e de 192 kW para arrefecimento, assim como necessidades de aquecimento de 29 MWh/ano e de arrefecimento de 237 MWh/ano.

Procedeu-se à definição da solução de geração de AQS, começando por se identificar o perfil de consumo de água quente do edifício, o que permitiu o dimensionamento de um sistema solar térmico, apoiado por uma caldeira a gás natural. Resultou assim um sistema com 45 painéis, correspondendo a uma área de coleção de 113 m², com um depósito de acumulação de 3500 L, e uma caldeira a gás natural com potência útil de 45 kW. Esta solução apenas permitiu atingir uma classe energética B-, não regulamentar, e resultou em emissões equivalentes de CO₂ de 86 618 kg/ano.

Substituindo a caldeira a gás natural por uma bomba de calor aerotérmica, obteve-se uma redução de 2 782 kg/ano nas emissões, mantendo-se, no entanto, a classe energética não regulamentar B-. Introduzindo-se ainda um sistema solar fotovoltaico, tendo em conta o perfil de potência elétrica do edifício, conseguiu atingir-se uma classe energética B, já regulamentar, e uma redução das emissões para 73 650 kg/ano de CO₂, apresentando esta solução um período de retorno simples de 8,92 anos.

Por fim, avaliou-se também uma solução capaz de atingir a classe energética A, tendo-se convergido numa solução com um sistema solar fotovoltaico de maior dimensão, apresentando uma redução das emissões para 49 039 kg/ano e um período de retorno simples de 8,98 anos.

PALAVRAS-CHAVE

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, ENERGIA SOLAR TÉRMICA; ÁGUA QUENTE SANITÁRIA; ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

ABSTRACT

Currently, there is significant pressure to seek sustainable and efficient solutions for the use of energy resources in buildings, given their substantial representation in energy consumption and greenhouse gas emissions. The preparation of hot water accounts for a significant portion of a building's energy consumption. This study aims to evaluate solutions for sanitary hot water generation in an elderly care home in order to optimize the contribution of renewable energies such as solar thermal and photovoltaic, taking into account the financial, environmental, and energy efficiency impacts of the identified solutions.

To achieve this, the first step involved characterizing the building by identifying the climatic zone in which it is located and analysing its envelope and technical systems, including ventilation and fixed lighting. This approach enabled the dynamic multi-zone simulation of the building, resulting in the determination of thermal loads and climatization needs for the entire building. The analysis revealed a total heating power requirement of 83 kW and a cooling requirement of 192 kW, with heating needs of 29 MWh/year and cooling needs of 237 MWh/year.

Followed the definition of the sanitary hot water generation solution, starting with the identification of the building's hot water consumption profile. This information allowed for the sizing of a solar thermal system supported by a natural gas boiler. The resulting system comprised 45 panels with a collection area of 113 m², a 3,500 L storage tank, and a natural gas boiler with a power output of 45 kW. This solution achieved an energy class of B-, which is non-compliant with regulations, and resulted in equivalent CO₂ emissions of 86,618 kg/year.

Replacing the natural gas boiler with an heat pump led to a reduction of 2,782 kg/year in emissions while maintaining the non-compliant B- energy class. Additionally, the introduction of a photovoltaic solar system, considering the building's electrical power profile, allowed the attainment of a compliant B energy class and a reduction in emissions to 73,650 kg/year of CO₂. This solution had a payback time of 8.92 years.

Finally, an evaluation was conducted for a solution capable of achieving an A energy class. This led to a solution with a larger photovoltaic solar system, resulting in emissions reduction to 49,039 kg/year and a payback time of 8.98 years.

KEYWORDS

ENERGY EFFICIENCY; SOLAR THERMAL ENERGY; SANITARY HOT WATER; SOLAR PHOTOVOLTAIC ENERGY

ÍNDICE

Agradecimentos.....	ii
Resumo.....	iv
Abstract.....	v
Índice.....	vi
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas.....	xv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xix
Lista de Símbolos.....	xxi
1. Introdução.....	1
1.1. Objetivos do projeto.....	1
1.2. Apresentação da Empresa.....	2
1.3. Estrutura da Dissertação.....	2
2. Revisão bibliográfica e estado da arte.....	4
2.1. Sistema de Certificação Energética.....	4
2.2. Requisitos do RECS.....	5
2.2.1. Envolvente Opaca.....	5
2.2.2. Envolvente Envidraçada.....	6
2.2.3. Equipamentos de Ventilação.....	8
2.2.3.1. Determinação do Caudal Mínimo de Ar Novo pelo Critério de Ocupação.....	8
2.2.3.2. Determinação do Caudal Mínimo de Ar Novo pelo Critério Edifício.....	9
2.2.3.3. Espaços com Caudal Mínimo de Extração.....	10
2.2.4. Sistemas de Preparação de AQS.....	10
2.2.5. Sistemas de Iluminação Fixa.....	11
2.2.5.1. Iluminância.....	11
2.2.5.2. Densidade de Potência.....	12

2.2.6.	Indicadores de Eficiência Energética	12
2.3.	Programas de Simulação Dinâmica	13
2.4.	Programa SCE.ER	15
2.4.1.	Sistema Solar Térmico para AQS	15
2.4.2.	Sistema Solar Fotovoltaico	16
2.5.	Sistemas de Preparação de AQS.....	17
2.5.1.	Sistema a Caldeira	18
2.5.2.	Sistema a Bomba de Calor	18
2.5.3.	Sistema Solar Térmico.....	20
2.5.3.1.	Painéis de Líquido sem Proteção.....	21
2.5.3.2.	Painéis de Líquido com Proteção.....	21
2.5.3.3.	Painéis de Tubos de Vácuo.....	22
3.	Caso de Estudo.....	24
3.1.	Descrição do Edifício	24
3.2.	Zoneamento Climático.....	25
3.3.	Enquadramento Regulamentar	27
3.4.	Delimitação da Envolvente.....	29
3.5.	Envolvente Opaca.....	33
3.5.1.	Soluções Construtivas da Envolvente.....	34
3.5.1.1.	Envolvente Exterior.....	34
3.5.1.2.	Envolvente Interior	35
3.5.1.3.	Envolvente em Contacto com o Solo.....	36
3.6.	Envolvente Envidraçada.....	37
3.6.1.	Coeficiente de Transmissão Térmica dos Vãos Envidraçados	38
3.6.2.	Fator Solar	42
3.7.	Ventilação	48
3.7.1.	Caudais de Ar Novo e de Extração	48
3.7.2.	Caudais de Projeto	49

3.7.3.	Seleção dos Equipamentos de Ventilação.....	51
3.8.	Iluminação Fixa.....	51
4.	Simulação Dinâmica Multizona.....	53
4.1.	Dados de Entrada.....	53
4.1.1.	Dados Climáticos.....	53
4.1.2.	Perfis de Utilização.....	54
4.1.3.	Envolvente Opaca.....	55
4.1.4.	Envolvente Não Opaca.....	56
4.1.5.	Sombreamentos.....	57
4.1.6.	Definição dos Espaços.....	58
4.1.7.	Definição dos Sistemas de AVAC.....	61
4.2.	Resultados das Cargas Térmicas e Necessidades Energéticas.....	63
4.3.	Seleção dos Sistemas de Climatização.....	66
5.	Sistema de Produção de AQS.....	67
5.1.	Perfil de Consumo de AQS.....	67
5.2.	Dimensionamento do Sistema Solar Térmico.....	69
5.2.1.	Influência do Número de Coletores e Volume de Acumulação na Fração Solar.....	69
5.2.2.	Influência da Disposição do Apoio.....	70
5.2.3.	Influência da Inclinação dos Coletores.....	72
5.2.4.	Solução Seleccionada.....	73
5.2.5.	Disposição dos Coletores na Cobertura e Localização dos Depósitos.....	73
5.3.	Dimensionamento e Seleção da Caldeira.....	75
5.3.1.	Acumulação Total.....	75
5.3.2.	Reaquecimento Intermédio.....	76
5.3.3.	Solução Seleccionada.....	79
6.	Classificação Energética e Propostas de Melhoria.....	81
6.1.	Classe Energética do Edifício.....	81

6.1.1.	Edifício Previsto	81
6.1.2.	Edifício de Referência	82
6.1.3.	Cálculo da Classe Energética e Emissões de CO ₂	84
6.2.	Proposta de Melhoria I – Substituição da Caldeira por uma Bomba de Calor	84
6.2.1.	Seleção da Bomba de Calor	85
6.2.2.	Avaliação Económica	85
6.2.3.	Impacto na Classe Energética e nas Emissões de CO ₂	86
6.3.	Proposta de Melhoria II – Introdução de um Sistema Solar Fotovoltaico	87
6.3.1.	Perfis de Potência	88
6.3.2.	Dimensionamento do Sistema Solar Fotovoltaico	88
6.3.3.	Avaliação Económica	89
6.3.4.	Impacto na Classe Energética e nas Emissões de CO ₂	90
6.4.	Proposta de Melhoria III – Solar Fotovoltaico Classe A	90
6.4.1.	Dimensionamento do Sistema Solar Fotovoltaico	90
6.4.2.	Avaliação Económica	90
6.4.3.	Impacto na Classe Energética e nas Emissões de CO ₂	91
7.	Considerações finais	92
7.1.	Conclusões	92
7.2.	Trabalhos futuros	94
	Referências Bibliográficas	95
	Anexo A: Plantas e Cortes do Edifício	97
	Anexo B: Caracterização Detalhada dos Espaços	102
	Anexo C: Delimitação da Envolvente	109
	Anexo D: Cálculo do U para Todas as Soluções Construtivas da Envolvente Opaca	114
	D.1. Envolvente Exterior	114
	D.2. Envolvente Interior	116

D.3. Envolvente em Contacto com o Solo	118
Anexo E: Ficha Técnica da Caixilharia Seleccionada	119
Anexo F: Ficha Técnica do Vidro Seleccionado	120
Anexo G: Cálculo dos Coeficientes de Transmissão Térmica dos Vãos Envidraçados	121
Anexo H: Cálculo dos Fatores Solares dos Vãos Envidraçados	134
Anexo I: Cálculo dos Caudais Mínimos de Ar Novo e de Extração e Caudais de Projeto	139
Anexo J: Iluminância e Densidade de Potência dos Sistemas de Iluminação Fixa	169
Anexo K: Perfis de Utilização.....	195
Anexo L: Sistemas Agrupados para Introdução no HAP	201
Anexo M: Resultados das Cargas Térmicas	210
Anexo N: Fatores de Correção do Consumo de Água Quente Sanitária.....	214
Anexo O: Fichas Técnicas dos Coletores Solares	215
Anexo P: Fichas Técnicas dos Depósitos Baxi.....	219
Anexo Q: Custos Detalhados das Soluções do Sistema Solar Térmico	221
Anexo R: Ficha Técnica das Caldeiras Consideradas.....	223
Anexo S: Ficha Técnica dos Equipamentos de Climatização.....	225
Anexo T: Ficha Técnica da Bomba de Calor Seleccionada Para Preparação de AQS.....	227
Anexo U: Ficha Técnica do Painel Fotovoltaico Seleccionado	228

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução da legislação relativa ao desempenho energético dos edifícios desde 1990 a 2020. [5] (adaptado)	5
Figura 2 – Quadrante sem requisitos a nível de fator solar dos vãos envidraçados. [5].....	7
Figura 3 – Interface para definição dos sistemas solares térmicos para produção de AQS no SCE.ER. [9]	15
Figura 4 – Parâmetros de caracterização dos coletores solares no SCE.ER. [10]	16
Figura 5 – Janela de introdução dos parâmetros relativos aos sistemas solares fotovoltaicos no SCE.ER. [9].....	16
Figura 6 – Janela utilizada para definição de novos módulos PV. [9].....	17
Figura 7 – Princípio de funcionamento de uma caldeira de condensação. [12] (adaptado)	18
Figura 8 – Ciclo termodinâmico: (a) de uma bomba de calor; (b) de bombas de calor em cascata. [13] (adaptado).....	19
Figura 9 – Painel solar de líquido sem proteção. [16] (adaptado)	21
Figura 10 – Painel solar de líquido com proteção. [16] (adaptado)	22
Figura 11 – Painel solar de tubos de vácuo. [16] (adaptado)	23
Figura 12 – Fachada sudoeste do edifício em estudo.	24
Figura 13 – Planta do piso 0 em que se encontram identificadas as duas fases de construção do edifício.	25
Figura 14 – Localização e altitude do imóvel.	26
Figura 15 – Distância à costa do imóvel.....	26
Figura 16 - Janela do programa SCE.CLIMA da DGEG que permite obter as zonas climáticas do local de implantação.	27
Figura 17 - Marcação de pavimentos e coberturas, respetivamente. [8]	32
Figura 18 – Parâmetros dimensionais de um vão envidraçado (vista de alçado). [8]	39
Figura 19 – Localização do vão envidraçado VE 1.11, na planta (a) e em alçado, a vermelho (b).	41
Figura 20 – Identificação da zona relevante para contabilização dos obstáculos no horizonte. [8]	44
Figura 21 – Ângulo para determinação do fator de sombreamento por elementos horizontais. [8].....	45
Figura 22 – Ângulo para determinação do fator de sombreamento por elementos verticais. [8].....	46

Figura 23 – Zonas funcionais do piso 0, dentro das quais se equilibraram os caudais de insuflação e de extração.	49
Figura 24 - Janela de introdução de dados relativos aos parâmetros climáticos no programa HAP 5.11.	53
Figura 25 – Perfil de ocupação total do edifício.	54
Figura 26 – Janela para introdução dos perfis no HAP, em que é visível o perfil de ocupação definido para os quartos.	55
Figura 27 – Janela de introdução de dados relativos às paredes do edifício no HAP 5.11.	55
Figura 28 - Janela de introdução dos dados relativos aos envidraçados no programa HAP 5.11.	56
Figura 29 - Janela de introdução dos dados relativos aos elementos de sombreamento dos vãos, no programa HAP 5.11.	57
Figura 30 – Definição dos parâmetros que caracterizam os sombreamentos no programa HAP 5.11. [19]	57
Figura 31 – Janela de introdução dos parâmetros gerais do espaço, no HAP 5.11.....	58
Figura 32 – Janela de introdução dos parâmetros referentes às cargas internas do espaço, no HAP 5.11.	58
Figura 33 – Janela de introdução dos parâmetros referentes à envolvente exterior do espaço, no HAP 5.11.....	59
Figura 34 – Janela de introdução dos parâmetros referentes às infiltrações através dos vãos do espaço, no HAP 5.11.	59
Figura 35 – Janela de introdução dos parâmetros referentes ao pavimento do espaço, no HAP 5.11.	60
Figura 36 – Janela de introdução dos parâmetros referentes às separações com ENUs do espaço, no HAP 5.11.	60
Figura 37 – Janela de introdução dos parâmetros gerais dos sistemas no HAP 5.11.	61
Figura 38 – Janela de introdução dos parâmetros relativos ao recuperador de calor (a) e ventiladores (b) do sistema de ventilação.	62
Figura 39 – Página “ <i>Equipment Data</i> ” em que se definem os coeficientes de desempenho do equipamento de climatização.....	62
Figura 40 – Zonas afetas a cada unidade exterior de climatização para o piso 0.....	64
Figura 41 – Necessidades energéticas do edifício.	65
Figura 42 – Contributo das necessidade de aquecimento e de arrefecimento para os consumos totais de climatização.	65

Figura 43 – Localização dos equipamentos de climatização nas coberturas da fase 1 e fase 2, representados a verde.	66
Figura 44 – Esquema ilustrativo do sistema de produção de AQS.....	67
Figura 45 – Perfil de consumo de água quente estimado para um lar de idosos nos dias da semana. 68	
Figura 46 – Perfil de consumo de água quente estimado para um lar de idosos para o sábado.	68
Figura 47 – Perfil de consumo de água quente estimado para um lar de idosos para o domingo.	68
Figura 48 – Tipos de disposição do apoio dos sistemas solares térmicos. [10]	71
Figura 49 – Fração solar em função da área de coleção, para diferentes disposições do apoio.	72
Figura 50 – Fração solar em função da inclinação dos coletores solares.....	73
Figura 51 – Localização do depósito de acumulação solar, no piso -1, representado a verde.	74
Figura 52 – Parâmetros a considerar para determinar o distanciamento entre filas de coletores para maximizar a incidência solar. [21]	74
Figura 53 - Disposição dos coletores solares térmicos na cobertura do edifício, representados a verde.	75
Figura 54 – Normalização dos consumos a dois picos, para os dias da semana.	77
Figura 55 – Localização da caldeira e do depósito selecionados, representados a verde.	79
Figura 56 – Esquema de princípio da solução de produção de AQS com sistema solar térmico e apoio em paralelo de caldeira a gás natural, com acumulação.....	80
Figura 57 – Evolução dos custos ao longo do tempo para a solução de preparação com caldeira a gás natural ou com bomba de calor. PRS = 10,51 anos.	86
Figura 58 – Perfil de potência elétrica média anual do edifício.....	88
Figura 59 – Parâmetros de simulação para o sistema solar fotovoltaico.....	89
Figura 60 – Poupanças expectáveis para a solução de bomba de calor e sistema solar fotovoltaico, ao longo do seu tempo de vida expectável de 25 anos.	89
Figura 61 – Poupanças expectáveis para a solução de bomba de calor com sistema solar fotovoltaico da Proposta de Melhoria III.....	91
Figura 62 - Plano do piso -1.....	97
Figura 63 - Planta do piso 0.....	98
Figura 64 - Planta do piso 1.....	99
Figura 65 - Planta do piso 2.....	100
Figura 66 - Planta da cobertura.....	101
Figura 67 - Delimitação de envolvente vertical do piso 0.....	109

Figura 68 - Delimitação dos pavimentos do piso 0.....	110
Figura 69 - Delimitação das coberturas do piso 0.....	110
Figura 70 - Delimitação de envolvente vertical do piso 1.....	110
Figura 71 - Delimitação dos pavimentos do piso 1.....	111
Figura 72 - Delimitação das coberturas do piso 1.....	111
Figura 73 - Delimitação de envolvente vertical do piso 2.....	112
Figura 74 - Delimitação dos pavimentos do piso 2.....	112
Figura 75 - Delimitação das coberturas do piso 2.....	113
Figura 76 - Ficha técnica da caixilharia selecionada para os vãos envidraçados.....	119
Figura 77 - Ficha técnica do vidro selecionado para os vãos envidraçados.....	120
Figura 78 – Perfis de utilização do tipo de espaço “Quartos”.....	196
Figura 79 – Perfis de utilização do tipo de espaço “Serviços”.....	196
Figura 80 – Perfis de utilização do tipo de espaço “Refeições”.....	197
Figura 81 – Perfis de utilização do tipo de espaço “Pessoal”.....	197
Figura 82 – Perfis de utilização do tipo de espaço “Permanente”.....	198
Figura 83 – Perfis de utilização do tipo de espaço “Geral”.....	198
Figura 84 – Perfis de utilização do tipo de espaço “Espaços Comuns”.....	199
Figura 85 – Perfis de utilização do tipo de espaço “Atividades”.....	199
Figura 86 – Perfis de utilização do tipo de espaço “Áreas Técnicas”.....	200
Figura 87 – Fatores do correção do consumo médio horário de AQS.....	214
Figura 88 – Fatores do correção do consumo médio mensal de AQS.....	214
Figura 89 – Certificado Solar Keymark dos coletores solares “Baxi SOL 250”.....	216
Figura 90 – Certificado Solar Keymark dos coletores solares “Viessmann Vitosol 200-FM SV2F”.....	218
Figura 91 – Ficha técnica dos depósitos Baxi AS.....	220
Figura 92 – Ficha técnica das caldeiras Baxi Power HT Plus.....	224
Figura 93 – Ficha técnica do equipamento de climatização selecionado para a UE1.....	225
Figura 94 – Ficha técnica do equipamento de climatização selecionado para a UE2.....	225
Figura 95 – Ficha técnica do equipamento de climatização selecionado para a UE3.....	226
Figura 96 – Ficha técnica do equipamento de climatização selecionado para a UE4.....	226
Figura 97 – Especificações técnicas da bomba de calor Daikin selecionada.....	227
Figura 98 – Ficha técnica do painel fotovoltaico selecionado.....	229

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos dos elementos da envolvente opaca dos edifícios de comércio e serviços, $Umáx$ [W/(m ² .°C)]. [6].....	6
Tabela 2 – Coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos dos elementos da envolvente envidraçada, $UW, máx$ [W/(m ² .°C)]. [6].....	6
Tabela 3 – Fatores solares máximos admissíveis de vãos envidraçados com condição fronteira exterior ou interior com ganhos solares, $gtot, máx$. [6]	8
Tabela 4 – Caudais mínimos de extração de ar a assegurar para locais e instalações específicas [m ³ /h]. [6].....	10
Tabela 5 – Requisitos dos edifícios de comércio e serviços novos. [7]	13
Tabela 6 – Intervalos de valor de $RIEE$ para edifícios de comércio e serviços. [8]	13
Tabela 7 – Caracterização dos espaços do edifício.	28
Tabela 8 – Condições de fronteira da envolvente de um edifício. [8]	29
Tabela 9 - Coeficientes de redução de perdas, $bztu$. [8].....	30
Tabela 10 – Determinação do b_{ztu} dos espaços interiores não úteis.	31
Tabela 11 – Temperaturas máximas e mínimas para os espaços interiores não úteis.	32
Tabela 12 - Cores para marcação da envolvente. [8]	32
Tabela 13 - Solução construtiva das paredes exteriores (Pext1).	34
Tabela 14 – Coeficientes de transmissão térmica da envolvente exterior.	35
Tabela 15 – Solução construtiva das paredes interiores em contacto com ENU's com b_{ztu} inferior a 0,7.	35
Tabela 16 - Coeficientes de transmissão térmica da envolvente interior.	36
Tabela 17 – Solução construtiva dos pavimentos em contacto com o solo.	37
Tabela 18 - Cálculo do coeficiente de transmissão térmica para o pavimento em contacto com o solo.	37
Tabela 19 – Coeficiente de transmissão térmica linear da ligação vidro/caixilho. [8].....	39
Tabela 20 – Resistência térmica adicional devido ao dispositivo de proteção ativado. [8]	40
Tabela 21 – Fração envidraçada, Fg . [8]	41
Tabela 22 – Dimensões do vão envidraçado VE 1.11.	42

Tabela 23 – Fator solar do vão envidraçado com vidro corrente e dispositivo de proteção solar. (adaptada) [8].....	43
Tabela 24 – Fator de sombreamento do horizonte na estação de aquecimento. [8]	45
Tabela 25 – Fatores de sombreamento de elementos horizontais na estação de arrefecimento. [8] ...	45
Tabela 26 – Fatores de sombreamento de elementos verticais na estação de arrefecimento. [8]	46
Tabela 27 – Determinação dos fatores de sombreamento do vão envidraçado VE 1.11	47
Tabela 28 – Determinação da relação de área de fachada com área dos vãos envidraçados para a direção SO do edifício.	47
Tabela 29 – Verificação do cumprimento dos requisitos de fator solar para o vão envidraçado VE 1.11.	48
Tabela 30 - Caudais regulamentares resultantes por piso.	48
Tabela 31 – Equilíbrio de caudais dentro das zonas funcionais do piso 0.....	50
Tabela 32 – Equilíbrio de caudais por pisos.	50
Tabela 33 – Distribuição dos caudais pelos equipamentos de ventilação, SFP dos ventiladores de insuflação e extração e eficiência de recuperação dos equipamentos.....	51
Tabela 34 – Excerto da tabela com os valores de iluminância média requerida.....	52
Tabela 35 – Excerto da tabela com os valores de densidade de potência por 100 lx.	52
Tabela 36 – Resultados das cargas térmicas para alguns dos espaços climatizados.	63
Tabela 37 – Distribuição das cargas térmicas pelas máquinas exteriores e cargas térmicas totais para os espaços climatizados.....	64
Tabela 38 – Equipamentos de climatização selecionados e características técnicas.....	66
Tabela 39 – Temperaturas de consumo e de abastecimento consideradas para o cálculo das necessidade energéticas para produção de AQS.	69
Tabela 40 – Configurações de número de coletores solares e volume de acumulação que garantem frações solares entre 65% e 75%, assim como o custo de cada uma das soluções e o seu custo normalizado à energia produzida.	70
Tabela 41 – Fração solar obtida para diferente número de coletores, volume de acumulação e disposição do apoio.....	71
Tabela 42 – Resultados obtidos para a solução de acumulação total.....	76
Tabela 43 – Resultados da primeira opção de reaquecimento intermédio.....	77
Tabela 44 – Resultados da segunda opção de reaquecimento intermédio, com redução da potência de aquecimento necessária.	78

Tabela 45 – Resultados da terceira opção de reaquecimento intermédio, com redução do volume de acumulação.	79
Tabela 46 – Resumo das opções consideradas para o reaquecimento intermédio.	79
Tabela 47 – Consumos de energia final e energia primária de tipo S para o edifício previsto.	82
Tabela 48 – Valores de referência para o coeficiente de transmissão térmica dos elementos da envolvente opaca e envidraçada e valor de referência para o fator solar.	83
Tabela 49 – Valores de SFP dos ventiladores associados à ventilação do edifício de referência.	83
Tabela 50 – Valores de eficiência dos equipamentos de climatização e produção de AQS a considerar para o edifício de referência.	84
Tabela 51 – Consumos de energia final e energia primária de tipo S para o edifício de referência.	84
Tabela 52 – Características técnicas da bomba de calor selecionada.	85
Tabela 53 – Consumos de energia final e energia primária de tipo S para o edifício previsto da proposta de melhoria I.	86
Tabela 54 – Consumos de energia final e energia primária de tipo S para o edifício de referência da proposta de melhoria I.	87
Tabela 55 – Indicadores de eficiência energética, classe energética e emissões obtidas para a proposta de melhoria II.	90
Tabela 56 – Indicadores de eficiência energética, classe energética e emissões obtidas para a proposta de melhoria III.	91
Tabela 57 - Caracterização detalhada dos espaços.	102
Tabela 58 – Solução construtiva da parede exterior (Pext1).	114
Tabela 59 – Solução construtiva da cobertura exterior (Cobext1).	115
Tabela 60 – Solução construtiva do pavimento exterior (Pavext1).	115
Tabela 61 – Solução construtiva da ponte térmica plana (PTP1).	116
Tabela 62 – Solução construtiva da parede interior em contacto com ENU com bztu inferior a 0,7 (Pint1).	116
Tabela 63 – Solução construtiva do pavimento interior em contacto com ENU com bztu superior a 0.7 (Pavint1).	117
Tabela 64 – Solução construtiva do pavimento interior em contacto com ENU com bztu inferior a 0.7 (Pavint2).	117
Tabela 65 – Solução construtiva dos pavimentos em contacto com o solo.	118

Tabela 66 – Cálculo do coeficiente de transmissão térmica para o pavimento em contacto com o solo.-	118
Tabela 67 – Cálculo do UW para todos os vãos envidraçados.	121
Tabela 68 - Cálculo do $UWDN$ para todos os vãos envidraçados e verificação do cumprimento dos requisitos.	127
Tabela 69 – Cálculo do g_{tot} para todos os vãos envidraçados e verificação do cumprimento dos requisitos.	134
Tabela 70 – Caudais mínimos de ar novo a insuflar.	139
Tabela 71 - Caudais mínimos de extração.	149
Tabela 72 – Caudais de projeto.	159
Tabela 73 – Valores de iluminância dos sistemas de iluminação fixa.	169
Tabela 74 - Densidade de potência dos sistemas de iluminação fixa.	175
Tabela 75 – Atribuições dos perfis aos espaços.	195
Tabela 76 – Sistemas a serem introduzidos no HAP.	201
Tabela 77 – Resultados das cargas térmicas e atribuição das máquinas exteriores a cada espaço climatizado.	210
Tabela 78 – Materiais a utilizar para as soluções com coletores Baxi e seus custos.	221
Tabela 79 – Materiais a utilizar para as soluções com coletores Viessmann e seus custos.	222

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

AQ	Água quente
AQS	Água quente sanitária
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i>
AVAC	Aquecimento, ventilação e ar condicionado
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
COP	<i>Coefficient of Performance</i>
DGEG	Direção-Geral de Energia e Geologia
ENU	Espaço não útil
EPBD	<i>Energy performance of buildings directive</i>
EPW	<i>Energy Plus Weather Data File</i>
ERPI	Estrutura residencial para pessoas idosas
EU	Espaço útil
FER	Fontes de energia renováveis
GEE	Gases com efeito de estufa
GES	Grande edifício de comércio e serviços
GN	Gás natural
HAP	<i>Hourly Analysis Program</i>
MM	Medida de melhoria
NUTS	Nomenclatura das unidades territoriais para fins estatísticos
OADB	<i>Original air outdoor dry bulb temperature</i>
PTP	Ponte térmica plana
PV	Fotovoltaico
QAI	Qualidade do ar interior
RCCTE	Regulamento das Características de Comportamento térmico dos Edifícios
RECS	Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços
REH	Regulamento do Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação
RESP	Rede elétrica de serviço público

RQSECE	Regulamento da Qualidade dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios	
SCE	Sistema Nacional de Certificação Energética	
SCOP	<i>Seasonal Coefficient of Performance</i>	
SDM	Simulação dinâmica multizona	
SEER	<i>Seasonal energy efficiency ratio</i>	
SFP	<i>Specific fan power</i>	W/(m ³ /s)
UE	Unidade exterior	
UTAN	Unidade de tratamento de ar novo	
VRF	<i>Variable Refrigerant Flow</i>	

LISTA DE SÍMBOLOS

$A_{env, fac}$	Área dos vãos envidraçados dos espaços úteis	m^2
$A_{espaço}$	Área de pavimento do espaço	m^2
A_{fac}	Área da envolvente dos espaços úteis	m^2
A_g	Área transparente	m^2
A_i	Somatório das áreas dos elementos de todas as frações de habitação e comércio e serviços que separam os respetivos espaços interiores úteis do espaço interior não útil	m^2
$A_{p, solo}$	Área interior útil de pavimento em contacto com o solo	m^2
A_{pav}	Área interior útil de pavimento	m^2
A_u	Somatório das áreas dos elementos que separam o espaço interior não útil do ambiente exterior	m^2
A_W	Área do vão envidraçado	m^2
B'	Dimensão característica do pavimento em contacto com o solo	m
b_{ztu}	Coefficiente de redução de perdas	
c_p	Calor específico	$J/(kg.K)$
d	Distância entre coletores solares	m
D_j	Espessura da camada	m
DPI_{100lx}	Densidade de potência de iluminação instalada no espaço, por 100 lx	$(W/m^2)/100\ lx$
$DPI_{100lx, máx}$	Densidade de potência de iluminação máxima do espaço, por 100 lx	$(W/m^2)/100\ lx$
DPI_{inst}	Densidade de potência de iluminação instalada no espaço	W/m^2
\bar{E}_m	Iluminância média mantida no espaço	lx
E_{ren}	Energia produzida a partir de fontes de origem renovável destinada a autoconsumo nos usos regulados do edifício	kWh/ano
f	Espaço interior não útil que tem todas as ligações entre elementos bem vedadas, sem aberturas de ventilação permanentemente abertas	

F	Espaço interior não útil permeável ao ar devido à presença de ligações e aberturas de ventilação permanentemente abertas	
F_0	Fator de sombreamento do elemento opaco horizontal	
F_d	Fator de disponibilidade de luz natural do espaço	
F_f	Fator de sombreamento do elemento opaco vertical	
$F_{f,direita}$	Fator de sombreamento do elemento opaco vertical à direita	
$F_{f,esquerda}$	Fator de sombreamento do elemento opaco vertical à esquerda	
F_h	Fator de sombreamento do horizonte	
F_{oc}	Fator de ocupação do espaço	
F_s	Fator de obstrução solar	
$g_{\perp,vi}$	Fator solar da área transparente para uma incidência da radiação perpendicular ao vão envidraçado	
g_{tot}	Fator solar do vão envidraçado com os dispositivos de proteção solar totalmente ativados	
$g_{tot,máx}$	Fator solar máximo admissível de vãos envidraçados com condição fronteira exterior ou interior com ganhos solares	
g_{tot,vc_i}	Fator solar do vão envidraçado com vidro corrente e um dispositivo de proteção solar totalmente ativado	
h	Pé direito	m
h_0	Altura solar mínima	°
$IEE_{fóssil,S}$	Indicador de eficiência energética fóssil do tipo S	kWh _{EP} /(m ² .ano)
$IEE_{pr,ren}$	Indicador de eficiência energética previsto renovável	kWh _{EP} /(m ² .ano)
$IEE_{pr,S}$	Indicador de eficiência energética previsto do tipo S	kWh _{EP} /(m ² .ano)
$IEE_{ref,S}$	Indicador de eficiência energética de referência do tipo S	kWh _{EP} /(m ² .ano)
L	Altura do coletor solar	m
l_g	Desenvolvimento linear da ligação da área transparente com o caixilho	m
l_{gb}	Desenvolvimento linear da quadrícula inserida no espaço de ar	m
n	Número de ocupantes do espaço	
P	Perímetro exposto	m
P_c	Potência nominal dos sistemas de controlo do espaço	W

P_{tot}	Potência nominal de iluminação fixa do espaço	W
Q_{AN}	Caudal de ar novo	m ³ /h
$Q_{AN_{\text{área}}}$	Caudal de ar por unidade de área	m ³ /(h.m ²)
$Q_{AN_{\text{mín}}}$	Caudal de ar novo mínimo	m ³ /h
$Q_{AN,M_{\text{met}}}$	Caudal de ar novo por ocupante	m ³ /(h.ocupante)
Q_{ANF}	Caudal de ar novo mínimo em espaços dotados de ventilação mecânica	m ³ /h
$Ren_{C\&S}$	Indicador de energia primária renovável em edifícios de comércio e serviços	
R_f	Resistência térmica de todas as camadas que compõem o pavimento	(m ² .°C)/W
R_{IEE}	Rácio de classe energética em edifícios de comércio e serviços	
R_j	Resistência térmica da camada	(m ² .°C)/W
R_{se}	Resistência térmica superficial exterior	(m ² .°C)/W
R_{si}	Resistência térmica superficial interior	(m ² .°C)/W
R_{tot}	Resistência térmica total	(m ² .°C)/W
U	Coeficiente de transmissão térmica	W/(m ² .°C)
U_{bf}	Coeficiente de transmissão térmica do pavimento enterrado	W/(m ² .°C)
U_f	Coeficiente de transmissão térmica do caixilho	W/(m ² .°C)
U_g	Coeficiente de transmissão térmica da área transparente	W/(m ² .°C)
$U_{m\acute{a}x}$	Coeficiente de transmissão térmica superficial máximo dos elementos da envolvente opaca	W/(m ² .°C)
U_W	Coeficiente de transmissão térmica do vão envidraçado não considerando dispositivos de proteção solar	W/(m ² .°C)
$U_{W,m\acute{a}x}$	Coeficiente de transmissão térmica superficial máximo dos elementos da envolvente envidraçada	W/(m ² .°C)
U_{WDN}	Coeficiente de transmissão térmica do vão envidraçado médio dia-noite	W/(m ² .°C)
U_{WS}	Coeficiente de transmissão térmica do vão envidraçado com os dispositivos de proteção solar ativados	W/(m ² .°C)
V_{ENU}	Volume do espaço interior não útil	m ³

z_{solo}	Profundidade média da parede ou do pavimento em contacto com o solo	m
β	Inclinação do coletor solar	°
ΔR	Acréscimo da resistência térmica devido ao dispositivo de proteção solar e ao espaço de ar	(m ² .°C)/W
ε_v	Eficácia de remoção de poluentes	
θ_{enu}	Temperatura do espaço interior não útil	°C
θ_{ext}	Temperatura do ambiente exterior	°C
θ_{int}	Temperatura interior	°C
λ_j	Condutibilidade térmica da camada	W/(m.°C)
Ψ_g	Coefficiente de transmissão térmica linear da ligação da área transparente com o caixilho	W/(m.°C)
Ψ_{gb}	Coefficiente de transmissão térmica linear que traduz o efeito da quadrícula inserida no espaço de ar	W/(m.°C)

1. INTRODUÇÃO

Dada a atual pressão pela procura de soluções sustentáveis e eficientes na utilização dos recursos energéticos, quer seja por questões económicas, políticas ou ambientais, torna-se imperativa a redução dos consumos energéticos dos edifícios, uma vez que estes representam cerca de 40% do consumo de energia final na União Europeia e 36% das emissões de gases com efeito de estufa (GEE) [1]. Dos vários sistemas que contribuem para o consumo de energia nos edifícios, os sistemas de produção de águas quentes sanitárias (AQS) representam cerca de 14,5% dos consumos nos edifícios domésticos. [2]

Devem ser estudadas soluções eficientes e sustentáveis para os edifícios, de modo a cumprir com os objetivos definidos no Acordo de Paris em 2015 e com as metas da União Europeia definidas no seu Plano legislativo “*Fit for 55*” de 2023 [3]:

- Redução de 55% na intensidade carbónica até 2030, em relação aos valores de 1990;
- 42,5% de energia renovável até 2030;
- 49% de energia renovável no setor dos edifícios até 2030.

Assim, é importante avaliar os sistemas de produção de AQS a nível de consumos energéticos e emissões de gases com efeito de estufa, considerando as várias tecnologias disponíveis que podem contribuir para esses objetivos, nomeadamente, pela inclusão de energias renováveis como o solar térmico e solar fotovoltaico.

1.1. OBJETIVOS DO PROJETO

Este trabalho tem como objetivo avaliar o impacto de várias soluções para a produção de AQS de uma Estrutura Residencial Para Pessoas Idosas (ERPI), tendo em conta o seu impacto financeiro e ambiental, e por fim definir qual a solução que otimiza a contribuição de sistemas solares térmicos e solares fotovoltaicos no sistema de geração de AQS, garantindo também uma classe energética regulamentar.

Para tal será também analisada a envolvente opaca e envidraçada do edifício, assim como os seus sistemas técnicos, nomeadamente os sistemas de climatização, ventilação e iluminação, recorrendo-se a programas de simulação dinâmica multizona para compreender o comportamento energético do edifício.

1.2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A Tykhe é uma empresa de prestação de serviços de engenharia em todo o tipo de edifícios, nomeadamente: industrial, hospitalar, edifícios públicos e de serviços, edifícios de ensino, hotelaria, espaços comerciais e habitações. A prestação de serviços consiste em [4]:

- Execução de projetos nas especialidades de: Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC); Hidráulicas; Sistemas de Desenfumagem; Sistemas de Automação e Controlo dos Edifícios (SACE) e Sistemas solares térmicos;
- Coordenação e fiscalização de obra;
- Consultadoria, auditorias técnicas e certificação energética;
- Planeamento, preparação e gestão de obra;
- Manutenção no âmbito das instalações técnicas.

A empresa adotou preferencialmente a tecnologia *Building Information Modeling* (BIM) para o desenvolvimento dos projetos, devido à sua maior fiabilidade na sua execução. A Tykhe disponibilizou um caso de estudo real e auxiliou na execução do projeto.

1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este relatório encontra-se dividido em sete capítulos: introdução, revisão bibliográfica e estado da arte, caso de estudo, simulação dinâmica multizona, sistema de produção de AQS, classificação energética e propostas de melhoria e por fim as considerações finais.

No primeiro capítulo introduz-se a motivação e o objetivo do trabalho. Finalizando-se o capítulo introduzindo a empresa Tykhe, que forneceu o caso de estudo para este trabalho.

No segundo capítulo começa-se por contextualizar o trabalho a nível da evolução da legislação que rege a eficiência energética dos edifícios, seguido de uma apresentação dos requisitos aplicáveis aos edifícios de comércio e serviços novos de acordo com a legislação atual. Faz-se também uma introdução aos programas de simulação dinâmica multizona e ao programa de simulação de sistemas de energia renovável SCE.ER, utilizados neste trabalho. Por fim, apresentam-se alguns tipos de sistemas de preparação de águas quentes sanitárias, considerados neste trabalho.

No capítulo três apresenta-se o caso de estudo, realizando-se uma descrição do edifício, estabelecendo o seu zoneamento climático e fazendo um enquadramento regulamentar. De seguida apresentam-se os passos tomados para realizar a delimitação da envolvente e para calcular os parâmetros térmicos da envolvente opaca e envidraçada do edifício. Por último caracterizam-se os sistemas técnicos de ventilação e de iluminação fixa presentes no edifício.

No capítulo quatro descreve-se a metodologia utilizada para introduzir os dados do edifício no programa de simulação dinâmica multizona utilizado, o HAP. Apresentam-se também os resultados das cargas térmicas e necessidades energéticas obtidos e por fim apresentam-se a seleção dos sistemas de climatização feita de acordo com os resultados obtidos.

No capítulo cinco descreve-se o estudo feito para definir o sistema de produção de AQS, iniciando-se este capítulo pela descrição do processo realizado para obter o perfil de consumo de água quente do edifício. Depois apresenta-se o dimensionamento do sistema solar térmico e da caldeira de apoio a este sistema.

O capítulo seis é iniciado pelo cálculo da classe energética do edifício, seguindo-se o estudo de três propostas de melhoria que visam a melhoria da classe energética e a redução das emissões do edifício.

Por fim, no capítulo sete, estabelecem-se as conclusões obtidas com a realização deste trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E ESTADO DA ARTE

Neste capítulo procura-se apresentar os conceitos essenciais à compreensão do restante relatório, começando-se por contextualizar o sistema de certificação energética e o seu processo evolutivo, seguindo-se uma apresentação da legislação relevante à realização deste trabalho, em particular a nível de requisitos técnicos aplicáveis ao edifício em estudo e aos seus equipamentos. Introduzem-se também alguns conceitos relativos à simulação dinâmica multizona e aos programas de simulação. Introduce-se o programa SCE.ER e as suas funcionalidades a nível de simulação de sistemas solares térmicos e fotovoltaicos. Por fim, apresentam-se alguns princípios relativos aos sistemas de preparação de AQS mais comumente utilizados.

2.1. SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA

O Sistema Nacional de Certificação Energética (SCE) visa avaliar e classificar a eficiência energética de edifícios, sejam estes habitações ou edifícios de comércio e serviços. Este sistema foi implementado em 2006, mas tomou os seus primeiros passos em 1990, nomeadamente com o Decreto-Lei nº 40/90, que introduziu o Regulamento das Características de Comportamento térmico dos Edifícios (RCCTE), impondo requisitos às soluções construtivas da envolvente dos edifícios. Em 1992 foi publicado o Decreto-Lei nº 156/92, do qual se incluía o Regulamento da Qualidade dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RQSECE), estabelecendo regras para o dimensionamento e instalação dos sistemas energéticos de climatização em edifícios, não tendo sido, no entanto, aplicado. Em 1998 o RQSECE foi alterado, pela publicação do Decreto-Lei nº 188/98, dando origem ao Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE). [5]

Em 2002 deu-se a introdução da Diretiva Comunitária 2002/91/CE, designada *Energy Performance of Buildings Directive* (EPBD), que definia a necessidade de estabelecer requisitos ao nível do desempenho energético dos edifícios e da sua certificação energética, assim como ao nível das metodologias para efetuar o cálculo desse desempenho energético e também a necessidade de definição da inspeção regular a vários equipamentos de climatização, em particular nos grandes edifícios de comércio e serviços (GES). Esta diretiva foi transposta para a legislação nacional em 2006 através dos Decreto-Lei 78, 79 e 80 de 2006, que aprovam o SCE, o RSECE atualizado e o RCCTE atualizado, respetivamente. [5]

A diretiva comunitária foi revista em 2010 sob a forma da Diretiva Comunitária 2010/31/EU, promovendo a continuação da certificação energética dos edifícios e a melhoria dos requisitos impostos, tendo sido transposta para a legislação nacional na forma do Decreto-Lei nº 118/2013 que pôs fim ao RSECE e ao RCCTE e deu origem ao Regulamento do Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e ao Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS). Na Figura 1 encontra-se um resumo da evolução da legislação relativa ao desempenho energético dos edifícios desde 1990 a 2020. [5]



Figura 1 – Evolução da legislação relativa ao desempenho energético dos edifícios desde 1990 a 2020. [5] (adaptado)

Mais recentemente, com a segunda revisão da EPBD, a Diretiva 2018/844/EU, o SCE foi atualizado sob a forma do Decreto-Lei nº 101-D/2020, em conjunto com as Portarias nº 138/2021 e os Despachos nº 6476/2021, que transpõem a diretiva europeia e atualizam os requisitos impostos à construção de novos edifícios e à renovação de edifícios existentes.

2.2. REQUISITOS DO RECS

Neste subcapítulo serão apresentados os requisitos dispostos na Portaria nº 138-I/2021, relativos à envolvente opaca e envidraçada dos edifícios de comércio e serviços, assim como aos seus sistemas técnicos, nomeadamente os sistemas de ventilação, preparação de AQS, de iluminação e dos indicadores de eficiência energética. No entanto, apenas serão apresentados os requisitos considerados mais relevantes para este estudo, sendo que se pode consultar a totalidade destes requisitos na portaria supramencionada.

2.2.1. ENVOLVENTE OPACA

Os elementos da envolvente opaca dos edifícios de comércio e serviços devem obedecer aos requisitos de coeficiente de transmissão térmica superficial apresentados na Tabela 1. Estes requisitos podem não

ser cumpridos caso o somatório de energia útil para aquecimento e arrefecimento ambiente seja inferior ao obtido considerando o cumprimento desses requisitos. [6]

Tabela 1 – Coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos dos elementos da envolvente opaca dos edifícios de comércio e serviços, $U_{m\acute{a}x}$ [W/(m².°C)]. [6]

Portugal Continental e Regiões Autónomas			Zona Climática		
Tipo de elemento		Condição fronteira	I1	I2	I3
Zona corrente da envolvente	Verticais	Exterior ou Interior com $b_{tu} > 0,7$	0,70	0,60	0,50
	Horizontais	Exterior ou Interior com $b_{tu} > 0,7$	0,50	0,45	0,40
Zona de PTP	Verticais	Exterior	0,90		
		Interior com $b_{tu} > 0,7$	1,75	1,60	1,45
	Horizontais	Exterior	0,90		
		Interior com $b_{tu} > 0,7$	1,25	1,00	0,90

2.2.2. ENVOLVENTE ENVIDRAÇADA

A envolvente envidraçada dos edifícios de comércio e serviços encontra-se sujeita aos requisitos de coeficiente de transmissão térmica apresentados na Tabela 2, podendo estes requisitos ser dispensados caso o somatório de energia útil para aquecimento e arrefecimento ambiente seja inferior ao obtido considerando o cumprimento desses requisitos. [6]

Tabela 2 – Coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos dos elementos da envolvente envidraçada, $U_{W,m\acute{a}x}$ [W/(m².°C)]. [6]

Portugal Continental e Regiões Autónomas		Zona Climática		
Autónomas		I1	I2	I3
Portugal Continental	Edifícios de Comércio e Serviços	3,30	3,30	3,30

No caso de espaços com dormida nos edifícios de comércio e serviços a verificação do requisito deve ser avaliada tendo em conta o efeito dos dispositivos de proteção solar, considerando o valor de $U_{W\text{DN}}$. [6]

Existem também requisitos ao nível do fator solar dos vãos envidraçados, excetuando os vãos no quadrante norte, de acordo com a Figura 2.

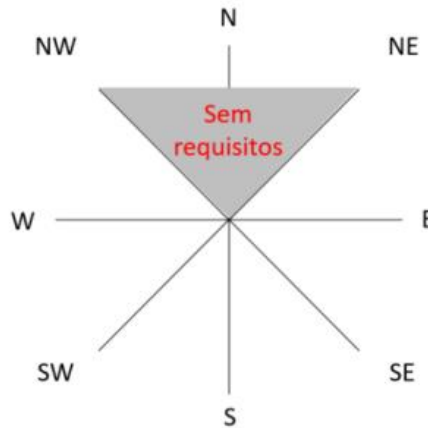


Figura 2 – Quadrante sem requisitos a nível de fator solar dos vãos envidraçados. [5]

Assim, os vãos que se encontrem sujeitos a requisitos de fator solar devem respeitar a condição apresentada na equação (2.1).

$$g_{tot} \cdot F_0 \cdot F_f \leq g_{tot,m\acute{a}x} \quad (2.1)$$

Em que,

g_{tot} – Fator solar dos vãos envidraçados com os dispositivos de proteção totalmente ativados;

F_0 – Fator de sombreamento por elementos opacos horizontais sobrejacentes ao envidraçado, designadamente palas, varandas, outros corpos ou partes de um edificio;

F_f – Fator de sombreamento por elementos opacos verticais adjacentes ao envidraçado, designadamente palas, outros corpos ou partes de um edificio;

$g_{tot,m\acute{a}x}$ – Fator solar máximo admissível dos vãos envidraçados com condição fronteira exterior ou interior com ganhos solares.

No caso dos grandes edificios de comércio e serviços, em que a soma das áreas dos vãos envidraçados dos espaços úteis ($A_{env,fac}$) seja superior a 30% da soma das áreas da envolvente dos espaços úteis (A_{fac}), por orientação, estes devem cumprir a seguinte condição [6]:

$$g_{tot} \cdot F_0 \cdot F_f \leq g_{tot,m\acute{a}x} \cdot \frac{0,30}{\left(\frac{A_{env,fac}}{A_{fac}}\right)} \quad (2.2)$$

O $g_{tot,m\acute{a}x}$ é dado em função da zona climática do edifício de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3 – Fatores solares máximos admissíveis de vãos envidraçados com condição fronteira exterior ou interior com ganhos solares, $g_{tot,m\acute{a}x}$. [6]

Tipo de edifício	Inércia do espaço	Zona Climática		
		V1	V2	V3
Edifícios de Comércio e Serviços	Fraca, média ou forte	0,56	0,56	0,50

2.2.3. EQUIPAMENTOS DE VENTILAÇÃO

Os edifícios de comércio e serviços encontram-se sujeitos a vários requisitos a nível dos sistemas técnicos. No que diz respeito ao sistema de ventilação, este deve garantir caudais mínimos de ar novo e de extração.

O caudal mínimo de ar novo $Q_{AN_{m\acute{i}n}}$ a ser insuflado em cada espaço deve ser determinado em função dos critérios de ocupação e do edifício, de acordo com a equação (2.3).

$$Q_{AN_{m\acute{i}n}} = \text{Máximo} (Q_{AN} \text{ critério de ocupação}; Q_{AN} \text{ critério edifício}) \quad (2.3)$$

Sendo afetado da eficácia de remoção de poluentes (ε_v), para os sistemas de ventilação mecânica, de acordo com a equação (2.4). O valor de ε_v pode ser obtido através da Tabela 68 do Manual do SCE.

$$Q_{ANF} = \frac{Q_{AN_{m\acute{i}n}}}{\varepsilon_v} \quad (2.4)$$

2.2.3.1. DETERMINAÇÃO DO CAUDAL MÍNIMO DE AR NOVO PELO CRITÉRIO DE OCUPAÇÃO

O caudal de ar novo (Q_{AN}) determinado pelo critério de ocupação pode ser calculado recorrendo a dois métodos distintos, o prescritivo ou o analítico, e tem como objetivo garantir a diluição da carga poluente devido aos ocupantes. Neste trabalho optou-se por seguir o método prescritivo, pelo que o Q_{AN} deve ser calculado de acordo com a equação (2.5).

$$Q_{AN} = n \cdot Q_{AN,M_{met}} \quad (2.5)$$

Em que,

Q_{AN} – Caudal de ar novo [m^3/h];

n – Número de ocupantes do espaço [ocupantes];

$Q_{AN,M_{met}}$ – Caudal de ar novo por ocupante, obtido através da Tabela 1 da Portaria nº 138-I/2021 [$m^3/(h \cdot \text{ocupante})$].

2.2.3.2. DETERMINAÇÃO DO CAUDAL MÍNIMO DE AR NOVO PELO CRITÉRIO EDIFÍCIO

A determinação do caudal de ar novo pelo critério edifício tem por base garantir a diluição e remoção da carga poluente dos materiais do próprio espaço. Assim, o Q_{AN} pode ser obtido de acordo com a equação (2.6).

$$Q_{AN} = A_{\text{espaço}} \cdot Q_{AN,\text{área}} \quad (2.6)$$

Em que,

$A_{\text{espaço}}$ – Área de pavimento do espaço [m^2];

$Q_{AN,\text{área}}$ – Caudal de ar novo por unidade de área, obtido através da Tabela 12 da Portaria nº 138-I/2021 [$m^3/(h \cdot m^2)$].

Além dos requisitos apresentados anteriormente, devem ter-se em conta os seguintes pontos também [6]:

- Para os espaços com tipo de atividade “Sono” o $Q_{AN_{\text{mín}}}$ deve ser apenas determinado pelo critério de ocupação;
- Os corredores, balneários, instalações sanitárias, arrumos, armazéns, cozinhas, copas ou similares e os espaços técnicos e locais com requisitos específicos de higiene e segurança, relativos à renovação de ar interior, não se encontram sujeitos aos requisitos de ar novo anteriormente apresentados.
- Nos casos em que se verifique recirculação do ar ou em que a ventilação do espaço se processe com recurso a ar transferido, este não deve provir de locais com fontes de

contaminação identificadas, como instalações sanitárias, cozinhas, arrecadações, parques de estacionamento e espaços com fumadores.

2.2.3.3. ESPAÇOS COM CAUDAL MÍNIMO DE EXTRAÇÃO

O sistema de ventilação das instalações sanitárias e balneários deve garantir caudais mínimos de extração, de acordo com o tipo de instalação sanitária e tipo de funcionamento do sistema, de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4 – Caudais mínimos de extração de ar a assegurar para locais e instalações específicas [m³/h]. [6]

Tipo de espaço	Sistema de extração	Caudal de extração [m³/h]
Instalação Sanitária privada (1)	Com funcionamento contínuo (3)	$Máx (45; 10 \times A_{pav})$
	Sem funcionamento contínuo	$Máx (90; 10 \times A_{pav})$
Instalação Sanitária pública (2)	Funcionamento normal	$Máx (90 \times (n^{\circ} \text{urinóis} + n^{\circ} \text{sanitas} + n^{\circ} \text{duches}); 10 \times A_{pav})$
	Funcionamento intensivo (4)	$Máx (125 \times (n^{\circ} \text{urinóis} + n^{\circ} \text{sanitas} + n^{\circ} \text{duches}); 10 \times A_{pav})$

(1) Espaço ocupado por apenas uma pessoa em cada utilização.

(2) Espaço ocupado por várias pessoas em simultâneo, incluindo balneários e similares.

(3) O sistema de ventilação com um horário de funcionamento, no mínimo, igual ao do espaço que a instalação sanitária serve.

(4) Os espaços com probabilidade de elevada taxa de ocupação, designadamente, instalações sanitárias ou balneários em teatros, cinemas, escolas, instalações desportivas ou similares.

Deve também garantir-se que as instalações sanitárias são mantidas em depressão em relação aos espaços adjacentes.

2.2.4. SISTEMAS DE PREPARAÇÃO DE AQS

De acordo com a Portaria n.º 138-I/2021, os sistemas de preparação de AQS devem também cumprir vários requisitos a nível de desempenho energético, dimensionamento e instalação, sendo que, em particular, os sistemas solares térmicos devem cumprir os requisitos seguintes [6]:

- Os sistemas e/ou os coletores solares térmicos devem ser certificados por laboratório credenciado para o efeito e de acordo com as Normas EN 12976 ou 12975, respetivamente;

- O sistema solar térmico deve ser responsável pelo aquecimento, em exclusivo, da parte mais fria do depósito de acumulação, cabendo ao sistema de apoio o aquecimento da respetiva parte mais quente;
- No caso de sistemas solares térmicos compostos por, pelo menos, três grupos autónomos e com vista a assegurar o equilíbrio hidráulico e térmico entre estes, devem ser instaladas válvulas de regulação de caudal para o efeito;
- De forma a otimizar o seu funcionamento, recomenda-se que o sistema assegure entre 50% a 75% das necessidades anuais de AQ;
- Nos sistemas solares térmicos de circulação forçada que sirvam vários depósitos ou frações devem ser instaladas válvulas de regulação de caudal de forma a garantir o equilíbrio hidráulico e térmico;
- Em sistemas solares térmicos de circulação forçada, com temperatura de estagnação superior a 120°C, o vaso de expansão deve ser dimensionado para absorver as dilatações do circuito e receber o líquido expulso durante a vaporização do coletor;
- Nos sistemas solares térmicos de circulação forçada com mais de 15 m² de área de captação, a rede de tubagem do circuito primário deve apresentar um valor de perda de carga igual ou inferior a 4 mbar por metro linear de tubagem.

Adicionalmente, devem ser considerados os consumos de água quente dispostos na Tabela 23 da Portaria n.º 138-I/2021 para dimensionar os sistemas de preparação de AQS. No entanto, no caso de edifícios de comércio e serviços, podem ser considerados outros valores de consumo diário de AQS, quando devidamente justificados pelo respetivo projeto de especialidade.

2.2.5. SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO FIXA

De acordo com o Decreto-Lei n.º 101-D/2020, os sistemas de iluminação fixa encontram-se sujeitos a vários requisitos, nomeadamente a nível de iluminância máxima e densidade de potência.

2.2.5.1. ILUMINÂNCIA

Os sistemas de iluminação fixa não podem gerar valores de iluminância nos espaços que excedam em mais de 30% os valores de iluminância média dispostos na norma EN 12464-1 e que se encontram apresentados no Anexo IV do Manual do SCE.

2.2.5.2. DENSIDADE DE POTÊNCIA

Estes sistemas encontram-se também sujeitos a requisitos de densidade de potência máxima por 100 lx ($DPI_{100lx,máx}$), apresentados, para os vários tipos de espaços, na Tabela 25 da Portaria nº 138-I/2021.

É necessário comparar o valor de densidade de potência instalada por 100 lx (DPI_{100lx}) com o requisito apresentado anteriormente, para tal deve-se aplicar a equação (2.7).

$$DPI_{100lx} = DPI_{inst} \cdot \frac{100}{\bar{E}_m} \quad (2.7)$$

Em que,

DPI_{inst} – Densidade de potência de iluminação instalada no espaço [W/m²];

\bar{E}_m – Iluminância média mantida no espaço [lx].

A densidade de potência de iluminação instalada no espaço pode ser, por sua vez, obtida através da equação (2.8).

$$DPI_{inst} = \frac{(P_{tot} \cdot F_{oc} \cdot F_d) + P_c}{A_{espaço}} \quad (2.8)$$

Em que,

P_{tot} – Potência nominal total dos sistemas de iluminação fixa do espaço [W];

F_{oc} – Fator de ocupação do espaço;

F_d – Fator de disponibilidade de luz natural do espaço;

P_c – Potência nominal total dos sistemas de controlo do espaço [W];

$A_{espaço}$ – Área de pavimento do espaço [m²].

2.2.6. INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Os edifícios de comércio e serviços, para se encontrarem regulamentares, devem apresentar níveis mínimos de desempenho energético, definidos no Despacho nº 6476-E/2021. Estes requisitos são apresentados, para os edifícios de comércio e serviços novos, na Tabela 5.

Tabela 5 – Requisitos dos edifícios de comércio e serviços novos. [7]

Tipo de requisito	Requisito
Classe Energética	Igual ou superior a B
Energia primária total	$R_{IEE} \leq 0,75$
Energia primária renovável	$Ren_{C\&S} \geq 0,50$ (1)
Energia primária fóssil	$IEE_{fóssil,S} \leq 0,75 \times IEE_{ref,S}$

(1) Apenas aplicável quando existam necessidades de AQS.

Em que,

 R_{IEE} – Rácio de classe energética em edifícios de comércio e serviços; $Ren_{C\&S}$ – Indicador de energia primária renovável em edifícios de comércio e serviços; $IEE_{fóssil,S}$ – Indicador de eficiência energética fóssil do tipo S [kWh_{EP}/(m².ano)]; $IEE_{ref,S}$ – Indicador de eficiência energética de referência do tipo S [kWh_{EP}/(m².ano)].

A classe energética é atribuída de acordo com a Tabela 6.

Tabela 6 – Intervalos de valor de R_{IEE} para edifícios de comércio e serviços. [8]

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

2.3. PROGRAMAS DE SIMULAÇÃO DINÂMICA

Os programas de simulação dinâmica multizona (SDM) são ferramentas computacionais utilizadas para modelar, analisar e otimizar o desempenho energético de edifícios e sistemas AVAC. Estes programas permitem simular o comportamento de sistemas energéticos complexos, tendo em consideração as condições ambientais, a dinâmica do edifício e as necessidades de conforto dos ocupantes.

Estes programas são utilizados no projeto de edifícios, permitindo avaliar o desempenho energético dos edifícios e facilitando a avaliação do impacto de medidas de eficiência energética, como alterações ao isolamento, sistemas de iluminação e equipamentos, que minimizem o consumo de energia, os custos operacionais e as emissões de CO₂. Recorrendo a programas de SDM é possível também dimensionar os sistemas AVAC de forma eficiente, garantindo conforto térmico e a qualidade do ar interior (QAI).

Os programas de SDM utilizam modelos matemáticos detalhados para representar o comportamento dos sistemas energéticos e do edifício ao longo do tempo. Estes consideram variáveis como a temperatura ambiente, radiação solar, ocupação do edifício e características dos sistemas de aquecimento, arrefecimento e ventilação, realizando a simulação em intervalos de tempo curtos, geralmente horários. Os utilizadores inserem dados de entrada, como especificações do edifício, características dos sistemas, dados climáticos e padrões de utilização e o programa determina então o consumo de energia, as cargas térmica, o conforto térmico e outras métricas relevantes ao longo do tempo.

De acordo com a legislação atual, estes programas devem ser acreditados segundo a Norma ASHRAE 140 [8] e devem apresentar a capacidade para modelar:

- Mais que uma zona térmica;
- Com um incremento de tempo horário, ou menos, por um período de um ano civil, contabilizando 8760 horas;
- A variação horária das cargas internas, diferenciadas em ocupação, iluminação e equipamentos;
- Os pontos de ajuste dos termóstatos das zonas térmicas e a operação dos sistemas de climatização, permitindo a respetiva parametrização, de forma independente, para dias da semana e fins de semana;
- A recuperação de calor do ar de rejeição;
- O efeito da massa térmica do edifício.

Alguns exemplos de programas de simulação dinâmica multizona são: o Hourly Analysis Program (HAP), desenvolvido pela Carrier; o EnergyPlus, um programa de simulação energética de código aberto desenvolvido pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos e o TRNSYS, um programa desenvolvido na Universidade do Wisconsin e também o TRACE, desenvolvido pela TRANE. Neste trabalho foi utilizado o HAP para realizar as simulações energéticas do edifício.

2.4. PROGRAMA SCE.ER

O SCE.ER é um programa disponibilizado gratuitamente pela DGEG, que tem utilização obrigatório para o cálculo da energia renovável produzida por sistemas solares térmicos ou fotovoltaicos (PV) para efeitos de certificação energética de edifícios, que está implementado em folhas de cálculo Microsoft Excel, utilizando “macros”. [9]

Este programa, apesar de não se tratar de um programa de apoio a projeto de sistemas de fontes de energia renováveis (FER), permite simulação quase-dinâmica de sistemas solares, de acordo com dados fornecidos pelo utilizador e também recorrendo a uma base de dados meteorológicos contida no próprio programa. Desta forma é possível realizar o pré-dimensionamento de sistemas solares térmicos para AQS, permitindo estimar a fração solar do sistema, que se trata da percentagem de energia para produção de AQS que é de origem solar. Permite também dimensionar sistemas solares fotovoltaicos, calculando a energia para autoconsumo e para injeção na rede destes sistemas. [9]

2.4.1. SISTEMA SOLAR TÉRMICO PARA AQS

O SCE.ER permite estudar sistemas solares térmicos para produção de AQS, deixando o utilizador definir diversos parâmetros através da interface apresentada na Figura 3. Destes parâmetros destacam-se o número e modelos dos coletores, o tipo de apoio e a sua montagem, o modelo do depósito de acumulação e a direção e inclinação dos coletores.

The screenshot shows the SCE.ER software interface. At the top, it says 'DGEG SCE.ER' and 'Sistema Solar Térmico : consumo AQS'. There is a button for 'outros sistemas'. The version is 'v1.6.0'. The system is installed in 'exemplo A' (Lisboa, Grande Lisboa) with '2' zones. Parameters listed include: 5 collectors of model 'Padrão REH' with an area of 0.65 m² (panel 3.2 m²) in a fixed orientation of 0° azimuth and 35° inclination. Storage is a 'central' 'Aelios 300L' tank in 'vertical' position. Support is 'elétrico' with 100% efficiency. Primary circuit is forced circulation with 15 mm pipes, 10 m exterior, and 7 m to the tank, insulated with 20 mm polyurethane. Fluid has 25% antifreeze. Pumps are 30 W, providing 46 l/m²/h. Distribution circuit has 18 mm pipes, 40 m to the zone, and 20 mm insulation.

On the right, there is a 'Simular' button and a schematic diagram of the solar thermal system showing the collector, storage tank, and distribution network.

Figura 3 – Interface para definição dos sistemas solares térmicos para produção de AQS no SCE.ER. [9]

O programa permite a introdução dos dados que caracterizam um painel solar térmico, como a área de coleção, o rendimento ótico, a curva dos modificadores de ângulo de incidência e os coeficientes de perdas térmicas, como apresentado na Figura 4. Todos estes parâmetros podem ser obtidos através do

certificado “Solar Keymark” dos coletores. A nível dos depósitos de acumulação, o programa permite definir o seu volume, as suas dimensões e o coeficiente de perdas térmicas.

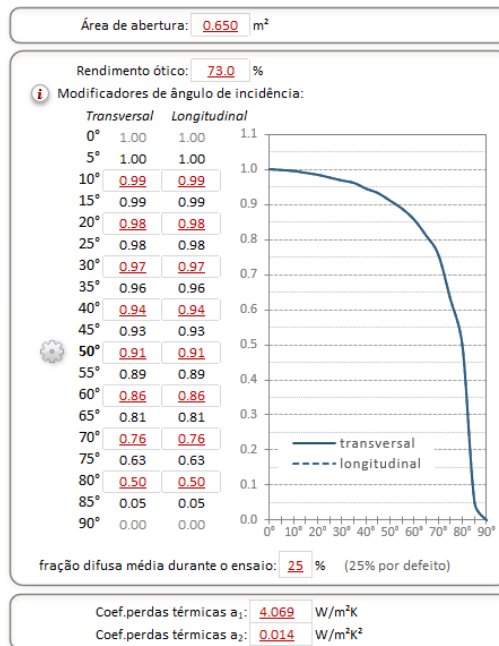


Figura 4 – Parâmetros de caracterização dos coletores solares no SCE.ER. [10]

2.4.2. SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

O SCE.ER permite simular sistemas solares fotovoltaicos com ou sem armazenamento em baterias, mas sempre ligados à rede elétrica de serviço público (RESP). A interface de introdução dos parâmetros relativos a este tipo de sistemas é apresentada na Figura 5. [9]

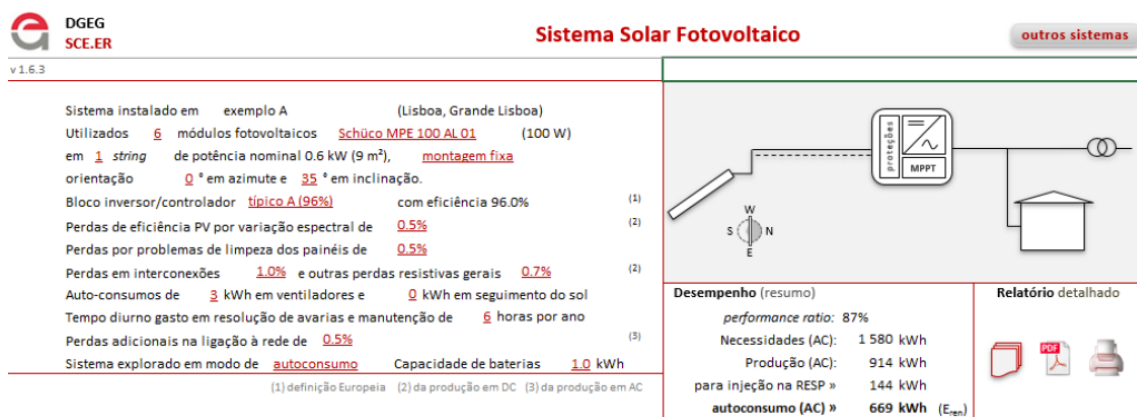


Figura 5 – Janela de introdução dos parâmetros relativos aos sistemas solares fotovoltaicos no SCE.ER. [9]

O programa faz simulação horária do balanço energético do sistema priorizando a energia produzida pelo sistema numa certa hora para atender ao consumo próprio do edifício, seguido da energia para acumular nas baterias, caso estas existam, e por fim é que o excesso de produção é considerado para injeção na rede. Para isto o utilizador tem de definir um perfil de consumo elétrico do edifício. [9]

O SCE.ER tem bancos de dados para modelos de blocos inversor/controlador e para módulos PV, sendo que o primeiro banco de dados não pode ser alterado pelo utilizar e nele constam modelos aprovados pela DGEG [9]. O utilizador pode, no entanto, definir novos modelos de módulos PV, através da janela apresentada na Figura 6, da qual constam parâmetros que podem ser encontrados na ficha técnica dos módulos, como as suas dimensões, o tipo de tecnologia, número de células, parâmetros elétricos, incluindo perdas de eficiência com a variação de temperatura e a degradação anual das células.

Marca e modelo		<input type="text"/>	?
Dimensões		Comprimento: <u>1.755</u> m	Largura: <u>1.038</u> m
Tecnologia		Material: <u>Si</u>	Estrutura: <u>crystalino</u>
Parâmetros técnicos			
Nº de células: <u>120</u>			
Voc:	<u>40.4</u> V	δ Voc:	<u>-0.27%</u> /K ▲ -109 mV/K
Isc:	<u>11.29</u> A	δ Isc:	<u>0.050%</u> /K ▲ 5.65 mA/K
Vmpp:	<u>33.7</u> V	δ Pmax:	<u>-0.35%</u> /K ▲ -1.28 W/K
Impp:	<u>10.82</u> A	NOCT:	<u>41.0</u> °C
degradação máxima: <u>0.6%</u> /ano			

Figura 6 – Janela utilizada para definição de novos módulos PV. [9]

2.5. SISTEMAS DE PREPARAÇÃO DE AQS

Existem diversos tipos de sistemas para preparação de AQS, podendo ser classificados de acordo com a fonte de energia para o aquecimento da água, como o gás natural, eletricidade, energia solar, biomassa ou vários combustíveis fósseis. Podem também ser classificados conforme a sua resposta às necessidades de água quente, quer sejam sistemas instantâneos ou de acumulação.

Os sistemas instantâneos são concebidos para responder à necessidade de água quente com uma produção direta, ou seja, a totalidade da água quente que está a ser consumida num determinado instante, estará a ser produzida uns instantes antes. [11]

Nos sistemas de acumulação, a água quente é produzida e armazenada num depósito de acumulação previamente à sua utilização nos pontos de consumo. Desta forma permite-se utilizar

potências de aquecimento significativamente inferiores às requeridas pelos sistemas instantâneos e, também, permite um funcionamento mais contínuo e regular do equipamento de aquecimento, garantindo um maior rendimento térmico. [11]

Nos subcapítulos subsequentes serão apresentados alguns dos sistemas de preparação de AQS que se consideram mais relevantes atualmente.

2.5.1. SISTEMA A CALDEIRA

As caldeiras são dos sistemas de preparação de AQS mais utilizados. Estas podem recorrer a diversas fontes de energia, como o gás natural, o gasóleo ou a biomassa, no entanto, o seu princípio de funcionamento é semelhante e bastante simples, independentemente da fonte de energia utilizada. Dá-se a combustão de uma mistura de ar e combustível gerando gases a alta temperatura, estes gases transferem energia para a água através de um permutador de calor, aumentando a temperatura da água. Existem também caldeiras de condensação, que realizam um pré-aquecimento da água da rede através da condensação do vapor de água presente nos gases de combustão da caldeira, como representado na Figura 7, aumentando a eficiência do equipamento.

Esta água quente pode ser utilizada de forma instantânea nos pontos de consumo ou pode ser armazenada em depósitos de acumulação, conforme se trata de um sistema instantâneo ou de acumulação, respetivamente.

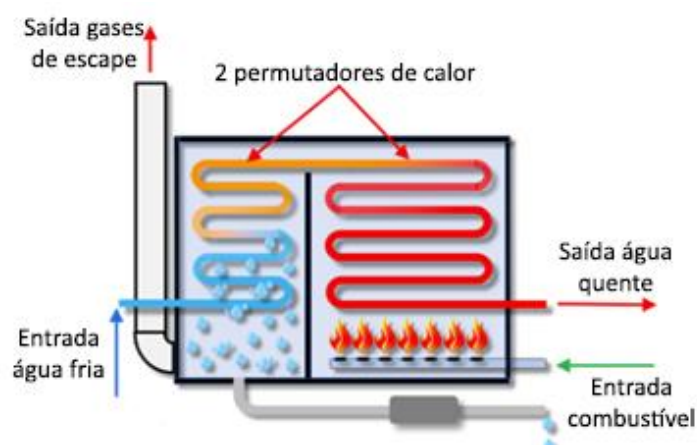


Figura 7 – Princípio de funcionamento de uma caldeira de condensação. [12] (adaptado)

2.5.2. SISTEMA A BOMBA DE CALOR

Uma bomba de calor recorre a um ciclo termodinâmico para aproveitar energia do exterior do edifício, quer seja do ar, de uma fonte de água ou do solo, para aquecer água que pode ser posteriormente usada

nos pontos de consumo. Este ciclo termodinâmico encontra-se representado na Figura 8 (a) e consiste num ciclo frigorífico por compressão de vapor, em que o refrigerante é comprimido, aplicando-se trabalho, passando posteriormente por um condensador, fornecendo parte da sua energia à água que se pretende aquecer, seguindo para uma válvula de expansão que reduz a sua pressão e passando por fim num evaporador, que permite absorver energia do meio ambiente.

Nos casos em que seja necessário atingir uma temperatura da água muito elevada pode ser necessário recorrer a bombas de calor em cascata, que funcionam segundo um ciclo termodinâmico em cascata, como representado na Figura 8 (b).

Desta forma, como é aproveitada energia do ambiente para aquecer a água, a eficiência de uma bomba de calor, que se designa como *Coefficient of Performance* (COP), é geralmente superior à unidade, uma vez que a energia útil que este equipamento produz é superior à energia elétrica utilizada para acionar o compressor, os ventiladores e os sistemas de controlo do equipamento.

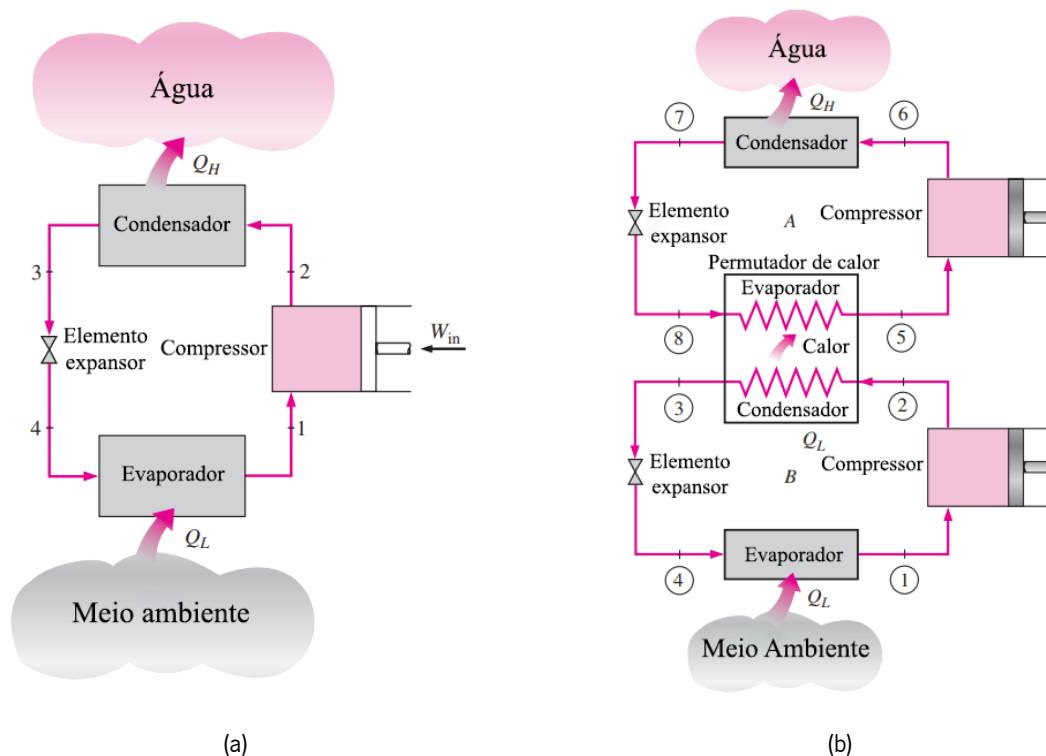


Figura 8 – Ciclo termodinâmico: (a) de uma bomba de calor; (b) de bombas de calor em cascata. [13] (adaptado)

A diretiva europeia Eco-design estabeleceu uma nova metodologia para avaliar a eficiência das bombas de calor, o *Seasonal Coefficient of Performance* (SCOP), que considera as flutuações de temperatura ambiente e os consumos em *standby* para fornecer uma indicação mais realista da eficiência energética

ao longo de uma estação de aquecimento [14]. Isto significa que o mesmo produto poderá ter SCOP diferentes em zonas diferentes da Europa, dadas as condições exteriores diferentes.

As bombas de calor para produção de AQS, de acordo com a legislação anterior, de 2013, encontravam-se sujeitas a um requisito de COP mínimo de 2,3 [15]. Atualmente a legislação não contempla valores mínimos de eficiência para estes equipamentos, no entanto, o contributo da parcela de energia renovável para o cálculo da classe energética do edifício só pode ser considerado quando o SCOP for superior a 2,5, o que se traduz numa penalização significativa na classe energética do edifício caso estes equipamentos não cumpram este valor mínimo [8]. O valor limite de 2,5 deve-se ao facto de esse ser o valor do fator de conversão de energia final sob a forma de eletricidade para energia primária em Portugal, o que significa que caso a eficiência da bomba de calor seja inferior aos 2,5, a sua componente renovável não compensará a energia final consumida para produção da eletricidade que a bomba utiliza.

2.5.3. SISTEMA SOLAR TÉRMICO

Os sistemas solares térmicos utilizam a energia proveniente do Sol, sob a forma de radiação, e convertem-na em energia térmica, que pode ser utilizada para o aquecimento de água. Estes sistemas são normalmente utilizados em conjunto com sistemas de apoio, devendo o sistema solar garantir entre 50% e 75% das necessidades anuais de água quente do edifício (como indicado em 2.2.4) com o restante das necessidades suprido pelo apoio. Desta forma os sistemas solares térmicos permitem obter poupanças energéticas e monetárias significativas.

Os sistemas solares térmicos podem tratar-se de sistemas de termossifão ou sistemas de circulação forçada. Nos primeiros, o sistema é constituído por um painel solar térmico e um acumulador, localizado no topo do painel, de forma a permitir a circulação da água no circuito apenas por ação da sua variação de densidade fruto da variação de temperatura. Já os sistemas de circulação forçada são constituídos não só por um, ou mais, painéis solares e depósitos de acumulação, mas também por uma bomba circuladora, responsável pela movimentação do fluido térmico, que normalmente se trata de água com glicol para evitar o congelamento da água nos tubos. Nestes sistemas, o depósito de acumulação pode-se encontrar numa cota abaixo da dos painéis, já que a circulação do fluido ocorre graças a meios externos.

Existem vários tipos de painéis solares, que podem ser distinguidos entre painéis de alta temperatura e painéis de baixa temperatura. Os painéis de alta temperatura recorrem a espelhos concentradores para concentrar os raios solares, permitindo atingir temperaturas elevadas. Estes apresentam, no entanto, um custo bastante elevado, pelo que são utilizados de forma específica e

limitada. Os painéis de baixa temperatura, apresentados aqui em maior detalhe, são constituídos por placas absorventes e são utilizados sobretudo para produzir água quente [16]. Estes painéis podem ser caracterizados como painéis sem proteção, painéis com proteção ou painéis de tubos de vácuo. Nos subcapítulos seguintes estes tipos de painéis serão apresentados em maior detalhe.

2.5.3.1. PAINÉIS DE LÍQUIDO SEM PROTEÇÃO

Os painéis de líquido sem proteção são constituídos por uma placa absorvente em plástico e, uma vez que não apresentam cobertura, atingem apenas temperaturas na ordem dos 40 a 45°C, pelo que são maioritariamente utilizados para o aquecimento de piscinas. Estes painéis apresentam um custo reduzido, mas estão sujeitos a problemas de degradação dos materiais. Na Figura 9 apresenta-se uma representação de um painel solar de líquido sem proteção. [16]

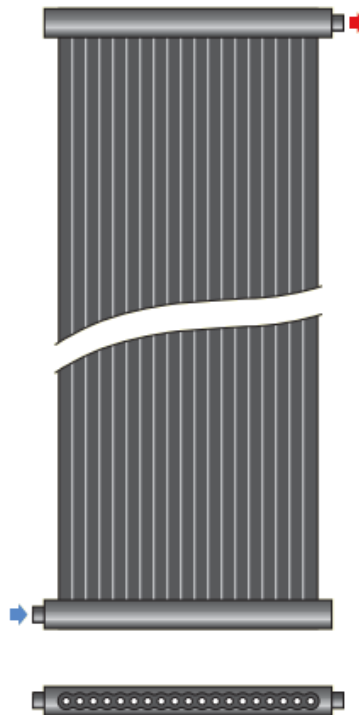


Figura 9 – Painel solar de líquido sem proteção. [16] (adaptado)

2.5.3.2. PAINÉIS DE LÍQUIDO COM PROTEÇÃO

Os painéis de líquido com proteção são constituídos para uma placa absorvente metálica, que inclui os tubos de passagem do líquido solar; uma placa de vidro ou plástico com elevada transparência à radiação solar, mas elevada opacidade à radiação emitida pela placa absorvente; um painel em material isolante, colocado por baixo da placa absorvente e com o intuito de reduzir as perdas por condução pela placa

traseira do painel; e um invólucro de contenção, para proteger os componentes supramencionados e reduzir as perdas térmicas do painel. [16]

Estes painéis são capazes de produzir água quente com uma temperatura na ordem dos 90 a 95°C, no entanto, o seu rendimento reduz significativamente para temperaturas superiores a 65 a 70°C. Este tipo de painel apresenta um custo relativamente baixo e elevado rendimento, sendo, portanto, muito utilizados. [16]

Na Figura 12 encontra-se representado um destes painéis solares.



Figura 10 – Painel solar de líquido com proteção. [16] (adaptado)

2.5.3.3. PAINÉIS DE TUBOS DE VÁCUO

Os painéis de tubos de vácuo são constituídos por vários tubos de vidro com placas absorventes no seu interior, encontrando-se o meio intermédio aos dois componentes sob vácuo. Desta forma conseguem reduzir-se as perdas térmicas dos painéis, assegurando rendimentos elevados e permitindo que a água atinja temperaturas na ordem dos 115 a 120°C, permitindo que estes sistemas sejam utilizados no setor industrial, alimentar e agrícola. No entanto, estes painéis apresentam um custo bastante elevado. [16]

Na Figura 11 apresenta-se uma representação de um painel de tubos de vácuo.

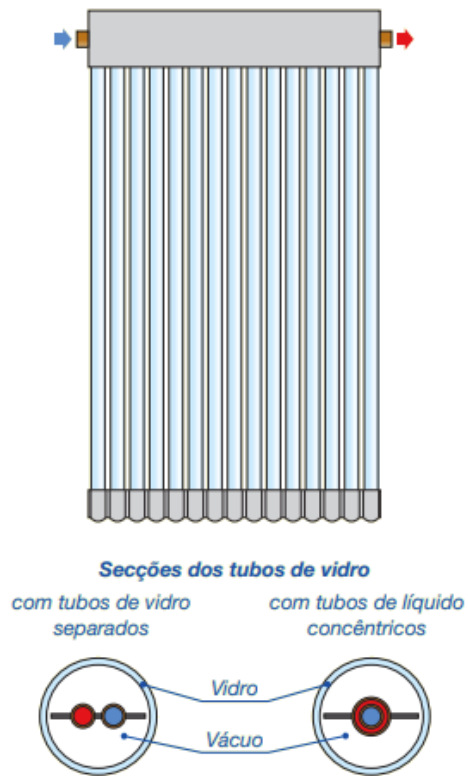


Figura 11 – Painel solar de tubos de vácuo. [16] (adaptado)

3. CASO DE ESTUDO

Neste capítulo será efetuada uma caracterização detalhada do edifício em estudo. Em primeiro lugar localiza-se o edifício e descreve-se a disposição dos vários tipos de espaços, procedendo ao seu zoneamento climático, enquadramento regulamentar e caracterização da envolvente opaca e envidraçada. Caracterizam-se também os sistemas técnicos de ventilação e iluminação fixa.

3.1. DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO

O edifício em estudo trata-se um edifício de comércio e serviços novo, que funcionará como Estrutura Residencial para Pessoas Idosas, localizado no concelho de Lousada. Na Figura 12 pode ser observada a fachada sudoeste do edifício.

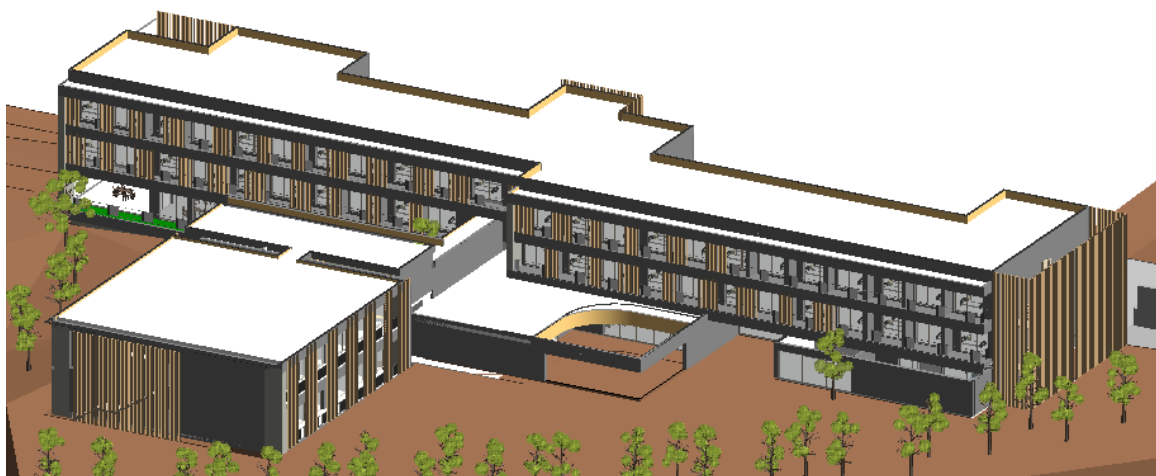


Figura 12 – Fachada sudoeste do edifício em estudo.

Este edifício será desenvolvido em duas fases, uma primeira com 80 camas e outra com 40 camas. As duas fases caracterizam-se da seguinte forma:

- Fase 1:
 - Piso -1: Consiste em zonas técnicas
 - Piso 0: Espaços comuns como a sala de refeições e salas de convívio, espaços administrativos e zonas de serviços, como gabinetes médicos, cabeleireiro, ginásio e capela

- Piso 1 e 2: Maioritariamente quartos, mas também arrumos e salas de estar.
- Fase 2:
 - Piso 0 e 1: Maioritariamente quartos, mas também arrumos e salas de estar

Na Figura 13 pode observar-se a planta do piso 0, em que se encontram identificadas as duas fases do edifício e se podem distinguir os diferentes tipos de espaços descritos anteriormente.

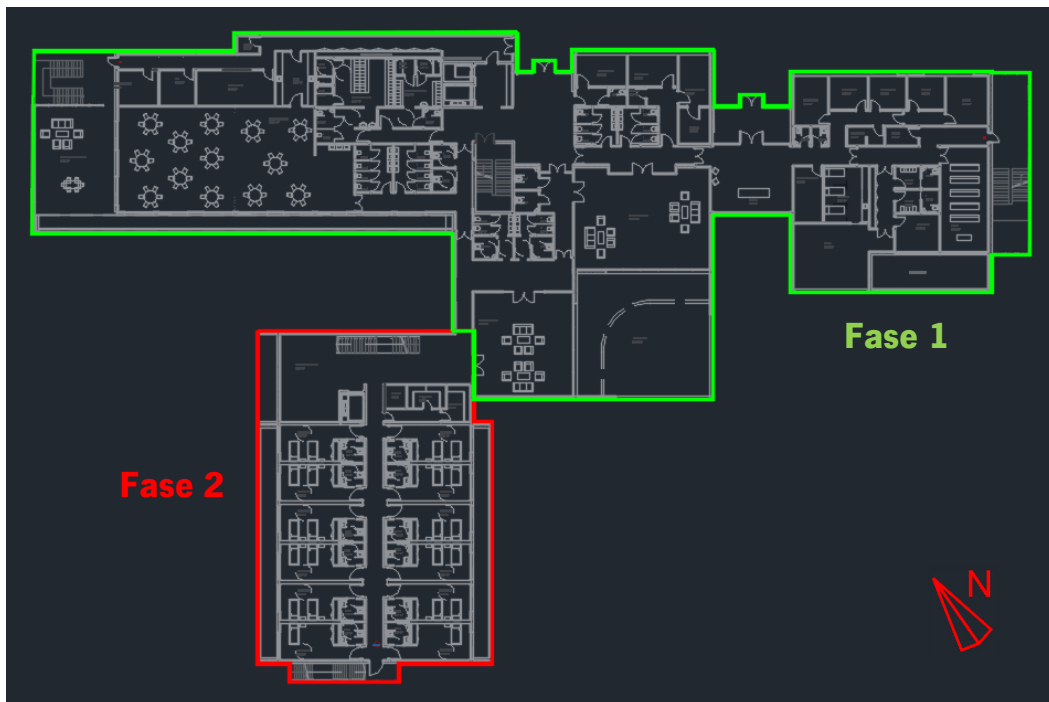


Figura 13 – Planta do piso 0 em que se encontram identificadas as duas fases de construção do edifício.

No Anexo A podem-se encontrar as plantas de todo o edifício.

3.2. ZONEAMENTO CLIMÁTICO

O imóvel em questão localiza-se no concelho de Lousada, numa zona muito exposta, mediante a inexistência de obstáculos que atenuem a ação do vento, com Rugosidade III, implantado a uma altitude de 267 m. Na Figura 14 apresenta-se uma imagem obtida usando o Google Earth em que se podem verificar as coordenadas cartesianas do imóvel e a altitude a que se encontra o local de implantação.

O edifício encontra-se a uma distância de cerca de 38 km da costa marítima, em Portugal continental e a uma altitude inferior a 600 m, pelo que se situa numa Região A, de acordo com o ponto 5.2.1 do Manual do SCE. Pela Figura 15 pode confirmar-se a distância do imóvel à costa marítima.

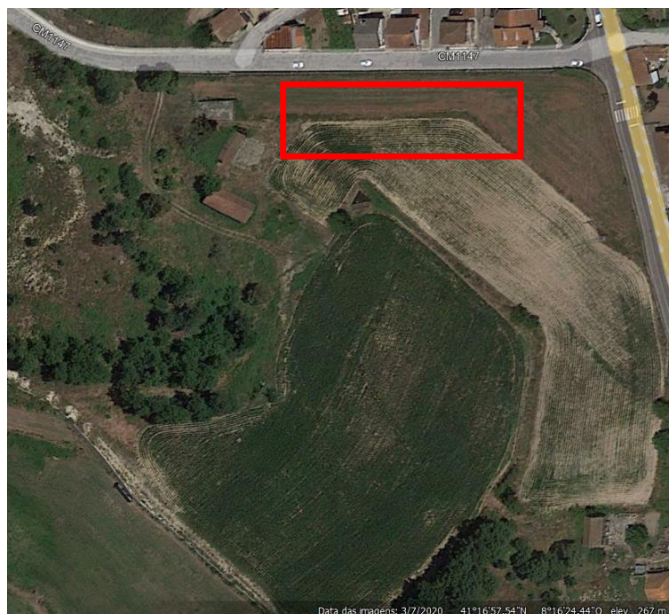


Figura 14 – Localização e altitude do imóvel.

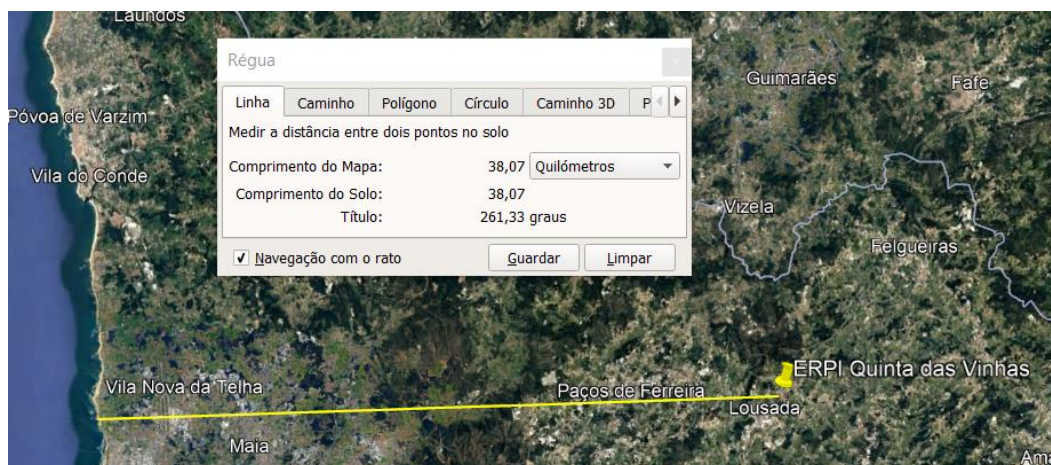


Figura 15 – Distância à costa do imóvel.

Com as informações apresentadas anteriormente e recorrendo ao programa da Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG) designado SCE.CLIMA foi possível obter as zonas climáticas de inverno e de verão para o local de implantação, tendo-se obtido zona climática de inverno I2 e de verão V2, como apresentado na Figura 16.

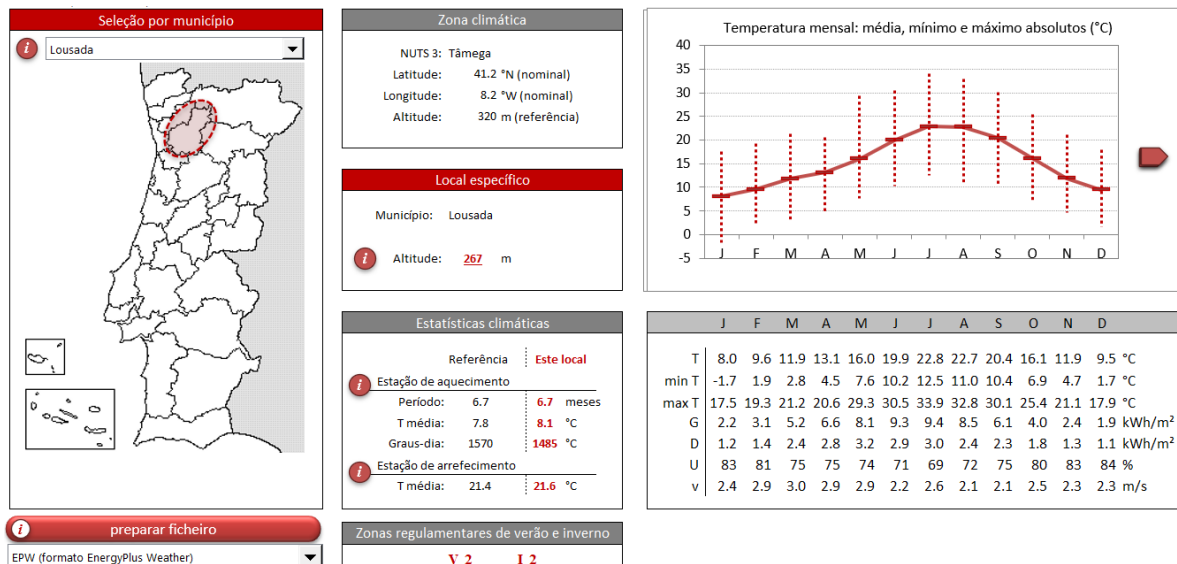


Figura 16 - Janela do programa SCE.CLIMA da DGEG que permite obter as zonas climáticas do local de implantação.

O SCE.CLIMA baseia-se no método de cálculo apresentado no ponto 5.3 do Manual do SCE. Para tal, recorre aos valores de referência para cada nomenclatura das unidades territoriais para fins estatísticos de nível III (NUTS III), efetuando a sua correção para a altitude de implantação do edifício.

3.3. ENQUADRAMENTO REGULAMENTAR

Após definidas as zonas climáticas procedeu-se à caracterização dos espaços do edifício como espaços úteis ou não úteis.

De acordo com o Decreto-Lei n.º 101-D/2020 estes espaços definem-se como:

- Espaço interior útil (EU) “o espaço com condições de referência, que, para efeito de cálculo das necessidades energéticas, se pressupõe aquecido ou arrefecido de forma a manter uma temperatura interior de referência de conforto térmico, incluindo os espaços que, não sendo usualmente climatizados, tais como arrumos interiores, despensas, vestibulos ou instalações sanitárias, devam ser considerados espaços com condições de referência”.
- Espaço interior não útil (ENU) “o espaço sem ocupação humana permanente atual ou prevista, e sem consumo de energia atual ou previsto associado ao aquecimento ou arrefecimento ambiente para conforto térmico, com exceção do espaço interior útil nos termos da alínea anterior”.

Entendendo-se como ocupação permanente aquela em que se verifique presença humana superior, em média, a duas horas por dia, durante o período de funcionamento do espaço, e que apresente também uma densidade superior a 0,025 ocupantes/m². [8]

Seguindo estes princípios foi efetuada a caracterização dos espaços, apresentada na Tabela 7.

Tabela 7 – Caracterização dos espaços do edifício.

Ref. ^a	Descrição	Piso	Área total	h	Ocup.	EU ou ENU?
			[m2]	[m]	[oc.]	
	Central Térmica + Gerador	-1	131	3.67	0	ENU
	Sala de Bombagem + Reservatório	-1	80	3.67	0	ENU
0.05	Circulação	-1	38	3.67	0	ENU
	Lixos	0	18	2.50	0	ENU
	Copa + Sala de Refeições	0	212	3.25	82	EU
	Vestiários	0	98	3.25	15	EU
	I.S. Públicas	0	94	3.00	0	EU
	Halls	0	101	3.25	0	EU
0.31	Sala do pessoal	0	15	3.00	4	EU
	Gabinete Médico + Enfermagem	0	30	3.00	5	EU
0.40	Farmácia	0	11	3.00	0	EU
0.44	Receção	0	77	3.25	3	EU
	Gabinetes e Salas Reuniões	0	70	3.00	13	EU
0.56	Posto de segurança	0	15	2.50	1	EU
0.57	Fisioterapia	0	23	3.00	6	EU
0.63	Ginásio	0	45	3.25	10	EU
0.64	Cabeleireiro	0	15	3.25	4	EU
0.65	Capela	0	46	3.25	23	EU
	Caixas de Elevadores e de Escadas	0, 1 e 2	40	-	0	EU
	Balneários	1 e 2	23	2.50	0	EU
	Salas de Estar e de Piso	0, 1 e 2	559	3.25	0	EU
	Quartos	0, 1 e 2	1506	3.00	120	EU
	IS Quartos	0, 1 e 2	320	2.50	0	EU
	Circulações	0, 1 e 2	726	3.00	0	EU
	IS	0,1 e 2	51	2.50	0	EU
	Arrumos	0,1 e 2	160	2.50	0	EU
	Sujos e Despejos	0, 1 e 2	40		0	EU
	Antecâmaras	0, 1 e 2	50	2.60	0	EU
Totais [m2]			4,611			
Área Total [m2]				4,611	Enquadramento	
Área Espaços Não Úteis [m2]				267	GES	
Área Espaços Úteis [m2]				4,343		

É de notar que alguns espaços, como é o caso de alguns arrumos e zonas de sujios, apesar de não serem climatizados, podem-se considerar como estando a condições de referência, uma vez que será transferido ar para estes espaços a partir de espaços climatizados. Como tal, existirá um consumo energético associado à climatização, se bem que indireto.

Por análise da Tabela 1 verifica-se também que o edifício apresenta uma área total de 4611 m², dos quais 267 m² correspondem a espaços não úteis e 4343 m² a espaços úteis. Assim, de acordo com o Decreto-Lei n.º 101-D/2020, como o edifício apresenta uma área útil igual ou superior a 1000 m² pode ser classificado um Grande Edifício de Comércio e Serviços (GES). [17]

No Anexo B apresenta-se a caracterização dos espaços de forma mais detalhada.

3.4. DELIMITAÇÃO DA ENVOLVENTE

A envolvente de um edifício diz respeito aos elementos construtivos que separam a área interior útil, dos espaços não úteis, do exterior, do solo e de outros edifícios. Podendo os elementos construtivos tratar-se de pavimentos, paredes e coberturas.

De forma a quantificar as trocas térmicas entre os espaços interiores úteis das restantes áreas, referidas no parágrafo anterior, torna-se necessário estabelecer diferentes condições de fronteira, apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 – Condições de fronteira da envolvente de um edifício. [8]

Condição fronteira	Elementos que separam o espaço interior útil
Exterior	Do ambiente exterior
Interior com $b_{tu} > 0,7$	De espaços interiores não úteis com $b_{tu} > 0,7$
	De zonas de circulação comum com $b_{tu} > 0,7$
	De frações vizinhas de comércio e serviços com $b_{tu} > 0,7$
Interior com $b_{tu} \leq 0,7$	De espaços interiores não úteis com $b_{tu} \leq 0,7$
	De zonas de circulação comum com $b_{tu} \leq 0,7$
	De edifícios adjacentes
	De frações vizinhas de comércio e serviços com $b_{tu} \leq 0,7$
Sem trocas térmicas	De frações vizinhas de habitação
Solo	De elementos que contactam com o solo

Torna-se, portanto, importante definir o coeficiente de redução de perdas (b_{ztu}). Este coeficiente traduz a redução da transmissão de calor para um espaço não útil, em comparação com o exterior e pode ser obtido pela relação de temperaturas apresentada na equação seguinte:

$$b_{ztu} = \frac{\theta_{int} - \theta_{enu}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} \quad 3.1$$

Em que,

θ_{int} – Temperatura interior [°C];

θ_{ext} – Temperatura exterior [°C];

θ_{enu} – Temperatura do espaço interior não útil [°C].

Na impossibilidade de conhecer com precisão as temperaturas do espaço não útil, o b_{ztu} deve assumir os valores da Tabela 9.

Tabela 9 - Coeficientes de redução de perdas, b_{ztu} . [8]

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

Em que,

A_i – Somatório das áreas dos elementos que separam os espaços interiores úteis do espaço interior não útil [m²];

A_u – Somatório das áreas dos elementos que separam o espaço interior não útil do ambiente exterior [m²];

V_{enu} – Volume do espaço interior não útil [m³];

f – ENU sem aberturas de ventilação permanentemente abertas;

F – ENU permeável ao ar devido a aberturas de ventilação permanentemente abertas.

Como se pode confirmar pela Tabela A foram identificados sete ENUs. Para além destes espaços identificou-se também uma courete como sendo um ENU, uma vez que se trata de um espaço de ar com uma dimensão média, no sentido do fluxo de calor, superior a 30 cm, como indicado no ponto 6.2.1 do Manual do SCE [8].

Pela impossibilidade de conhecer as temperaturas a que estes espaços se encontrarão obtiveram-se os coeficientes de redução de perdas apresentados na Tabela 10 pelo método apresentado na Tabela 9.

Tabela 10 – Determinação do b_{zu} dos espaços interiores não úteis.

ENU	Designação do ENU	Piso	A pav. [m ²]	Pé-direito [m]	Volume [m ³]	Ai [m ²]	Au [m ²]	Ai / Au	f / F?	b_{zu}	Observação
ENU 1	Central Térmica	-1	75.66	3.67	277.67	0.00					Sem Ai
ENU 2	Sala de Bombagem	-1	22.18	3.67	81.40	22.18	0.00	$+\infty$	f	0.40	
ENU 3	Reservatório	-1	57.34	3.67	210.44	57.34	0.00	$+\infty$	f	0.40	
ENU 4	Gerador	-1	55.67	3.67	204.31	55.67	30.53	1.82		1.00	Fort. Ventilado
ENU 5	Circulação	-1	38.28	3.67	140.49	38.28	32.74	1.17		1.00	Fort. Ventilado
ENU 6	Lixos Hospitalares	0	5.62	2.50	14.05	19.25	8.45	2.28	f	0.40	
ENU 7	Lixos	0	12.60	2.50	31.50	25.70	0.00	$+\infty$	f	0.30	
ENU 8	Courete	1 a 2	0.87	6.87	6.00	20.10	0.87	23.00	f	0.30	

De forma a permitir a definição das condições de fronteira dos espaços no HAP, é necessário conhecer-se a temperatura máxima e mínima dos ENUs. Para tal recorreu-se à equação 3.1, tendo-se considerado as seguintes temperaturas de referência:

- Temperatura ambiente interior máxima: 25°C
- Temperatura exterior máxima: 33.9°C
- Temperatura ambiente interior mínima: 20°C
- Temperatura exterior mínima: -1.7°C





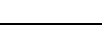
Desta forma obtiveram-se as temperaturas máximas e mínimas indicadas na Tabela 11 para os vários ENUs, a introduzir no HAP.

Tabela 11 – Temperaturas máximas e mínimas para os espaços interiores não úteis.

ENU	Ref. ^a	Designação do ENU	b_{tu}	Temperatura máxima [°C]	Temperatura mínima [°C]
ENU 2	0.02	Sala de Bombagem	0.40	28.6	11.3
ENU 3	0.03	Reservatório	0.40	28.6	11.3
ENU 4	0.04	Gerador	1.00	33.9	-1.7
ENU 5	0.05	Circulação	1.00	33.9	-1.7
ENU 6	0.06	Lixos Hospitalares	0.40	28.6	11.3
ENU 7	0.07	Lixos	0.30	27.7	13.5
ENU 8	-	Courete	0.30	27.7	13.5

Após obtidos os coeficientes de redução de perdas para os vários espaços não úteis, procedeu-se à delimitação das envolventes. Para tal seguiram-se as regras apresentadas no Manual do SCE, em particular as cores a utilizar para cada tipo de condição de fronteira, apresentadas na Tabela 12.

Tabela 12 - Cores para marcação da envolvente. [8]

Código de cores (RGB)		Condição fronteira
	Vermelho (255,0,0)	Exterior
	Amarelo (255,255,0)	Interior com $b_{tu} > 0,7$
	Azul (0,0,255)	Interior com $b_{tu} \leq 0,7$
	Verde (0,255,0)	Sem trocas térmicas
	Ciano (0,255,255)	Solo

A marcação da envolvente deve ser realizada pela superfície interior dos elementos, utilizando uma linha contínua para as paredes e as tramas apresentadas na Figura 17 para pavimentos e coberturas.



Figura 17 - Marcação de pavimentos e coberturas, respetivamente. [8]

Pode consultar-se a delimitação da envolvente do edifício no Anexo C.

3.5. ENVOLVENTE OPACA

Neste subcapítulo serão apresentadas as metodologias de cálculos do coeficiente de transmissão térmica (U) das soluções construtivas para a envolvente opaca do edifício, como paredes, pavimentos, coberturas e zonas de ponte térmica plana (PTP). Será também apresentada a verificação dos requisitos para o U , definidos na Portaria n.º 138 I/2021.

O cálculo do coeficiente de transmissão térmica deve ser efetuado de acordo com a metodologia prevista na norma EN ISO 6946. Como tal, pode ser obtido da seguinte forma:

$$U = \frac{1}{R_{\text{tot}}} = \frac{1}{R_{\text{si}} + \sum_j R_j + R_{\text{se}}} \quad 3.2$$

Em que,

U – Coeficiente de transmissão térmica [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$];

R_{tot} – Resistência térmica total [$(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{W}$];

R_{si} – Resistência térmica superficial interior [$(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{W}$];

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

R_{se} – Resistência térmica superficial exterior [$(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{W}$].

Podendo a resistência térmica para materiais homogéneos ser obtida por:

$$R_j = \frac{D_j}{\lambda_j} \quad 3.3$$

Em que,

D_j – Espessura da camada [m];

λ_j – Condutibilidade térmica da camada [$\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$].

O U obtido pela equação 3.2 para cada elemento da envolvente deve ser posteriormente comparado com os requisitos definidos na Portaria n.º 138-I/2021 e apresentados em 2.2.1, tendo em conta a zona climática de inverno I2 definida em 3.2.

3.5.1. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS DA ENVOLVENTE

De seguida serão apresentadas as soluções construtivas definidas para os vários elementos da envolvente opaca.

A constituição da envolvente foi definida pela arquitetura, com exceção do tipo e espessura do isolamento, que foi escolhida de modo a garantir um cumprimento dos requisitos.

De forma a conhecer as condutibilidades térmicas dos vários materiais que constituem os elementos da envolvente, foi necessário recorrer ao ITE50, do Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Os valores presentes nesta publicação serão, na sua maioria, ligeiramente penalizadores para o projeto, comparando com as condutibilidades e resistências térmicas dos materiais que se encontram no mercado. Assim, pode-se ter confiança que o edifício executado terá características térmicas ligeiramente melhores que as designadas no projeto, o que funciona como margem de segurança.

3.5.1.1. ENVOLVENTE EXTERIOR

Na Tabela 13 é apresentada a constituição das paredes exteriores do edifício. Pode-se verificar que esta solução construtiva apresenta um coeficiente de transmissão térmica de 0,37 W/(m²K), cumprindo, portanto, o requisito apresentado em 2.2.1.

Tabela 13 - Solução construtiva das paredes exteriores (Pext1).

Pext1 – Parede Exterior						
Constituição	Dj	Dens.	Cp	λj	Rj	Referências
	[m]	[kg/m ³]	[J/(kg.K)]	[W/m.°C]	[m ² .°C/W]	
Resistência térmica superficial interior R _{si}					0,130	Manual SCE T.23
Estuque projetado	0,020	1050,00	840	0,43	0,047	ITE50 Quadro I.2
Bloco de betão	0,200	2000,00	920	-	0,300	ITE50 Quadro I.5
XPS	0,080	32,50	1500	0,037	2,162	ITE50 Quadro I.1
Reboco de argamassas tradicionais (1800 - 2000 kg/m ³)	0,020	1900,00	840	1,3	0,015	ITE50 Quadro I.2
Resistência térmica superficial exterior R _{se}					0,040	Manual SCE T.23
Totais	0,320				2,694	
Coeficiente de transmissão térmica U					0,37	W/(m ² .°C)
U máx.					0,60	W/(m ² .°C)
Cumpre?					Sim	

O cálculo dos coeficientes de transmissão térmica para as restantes soluções construtivas da envolvente opaca exterior encontra-se detalhado no Anexo D. Na Tabela 14 encontram-se os restantes valores de U para as soluções construtivas da envolvente opaca exterior.

Tabela 14 – Coeficientes de transmissão térmica da envolvente exterior.

ID Elemento	U [W/(m ² .°C)]	$U_{máx}$ [W/(m ² .°C)]	Cumpre?
Envolvente opaca exterior			
Pext1	0,37	0,60	Sim
Cobext1	0,35	0,45	Sim
Pavext1	0,35	0,45	Sim
PTP1	0,86	0,90	Sim

3.5.1.2. ENVOLVENTE INTERIOR

No cálculo do U da envolvente interior deve considerar-se o valor de resistência térmica superficial interior (R_{si}) em ambas as faces da envolvente. Na Tabela 15 é descrita a constituição de uma parede interior que contacta ENU's com um coeficiente de perdas inferior ou igual a 0,7. Como tal, não lhe são aplicáveis requisitos de U máximo.

Tabela 15 – Solução construtiva das paredes interiores em contacto com ENU's com b_{tu} inferior a 0,7.

Pint1 - Parede interior em contacto com ENU's ($b_{tu} \leq 0,7$)					
Constituição	D_j	Dens.	λ_j	R_j	Referências
	[m]	[kg/m ³]	[W/m.°C]	[m ² .°C/W]	
Resistência térmica superficial interior R_{si}				0,130	Manual SCE T.23
Estuque projetado	0,020	1050,00	0,43	0,047	ITE50 Quadro I.2
Tijolo cerâmico 15 cm	0,150	733,00	-	0,390	ITE50 Quadro I.5
Reboco de argamassas tradicionais (1800 - 2000 kg/m ³)	0,020	1900,00	1,3	0,015	ITE50 Quadro I.2
Resistência térmica superficial interior R_{si}				0,130	Manual SCE T.23
Totais	0,020		R_j	0,712	
Coeficiente de transmissão térmica U				1,40	W/(m ² .°C)
$U_{máx.}$				-	W/(m ² .°C)
Cumpre?				NA	

O cálculo dos coeficientes de transmissão térmica para as restantes soluções construtivas da envolvente opaca interior encontra-se detalhado no Anexo D. Na Tabela 16 encontram-se os restantes valores de U para as soluções construtivas da envolvente opaca interior.

Tabela 16 - Coeficientes de transmissão térmica da envolvente interior.

ID Elemento	U [W/(m ² .°C)]	Umáx [W/(m ² .°C)]	Cumpre?
Envolvente opaca interior			
Pint1	1,40	-	NA
Pavint1	0,41	0,45	Sim
Pavint2	1,25	-	NA

3.5.1.3. ENVOLVENTE EM CONTACTO COM O SOLO

Por último foi calculado o coeficiente de transmissão térmica para pavimentos em contacto com o solo (U_{bf}). Para tal é necessário calcular a dimensão característica do pavimento em contacto com o solo (B'), determinada através da equação 3.4:

$$B' = \frac{A_{p,solo}}{0,5 \times P} \quad 3.4$$

Em que,

$A_{p,solo}$ – Área interior útil de pavimento em contacto com o solo, medida pelo interior [m²];

P – Perímetro exposto.

Para além da dimensão característica do pavimento, é também necessário calcular a resistência térmica de todas as camadas do pavimento, com a exclusão das resistências térmicas superficiais (R_f), como apresentado na Tabela 17. É de notar a inclusão de uma tela anti-gás radão, o que está de acordo com as recomendações da Portaria n.º 138-I/2021.

Tabela 17 – Solução construtiva dos pavimentos em contacto com o solo.

Pavso1 - Pavimento em contacto com o solo						
Constituição	Dj	Dens.	λ_j	Rj	Referências	
	[m]	[kg/m ³]	[W/m.°C]	[m ² .°C/W]		
Soalho flutuante	0,015	845,00	0,15	0,100	ITE50 Quadro I.2	
Betão celular autoclavado (regularização)	0,050	650,00	0,23	0,217	ITE50 Quadro I.2	
XPS	0,050	32,50	0,037	1,351	ITE50 Quadro I.1	
Tela impermeabilizante/anti-radão	0,005	1050,00	0,23	0,002	ITE50 Quadro I.2	
Betão armado c/ percentagem de armadura < 1%	0,250	235,00	2,00	0,125	ITE50 Quadro I.2	
Resistência térmica das camadas				Rf	1,63	W/(m ² .°C)

Uma vez que o pavimento apresenta isolamento contínuo, determinou-se o U_{bf} segundo a Tabela 27 do Manual do SCE. Considerando-se uma profundidade média do pavimento em contacto com o solo (z_{solo}) de 0 m obtiveram-se os valores apresentados na Tabela 18.

Tabela 18 - Cálculo do coeficiente de transmissão térmica para o pavimento em contacto com o solo.

Ap	P	B'	Z solo	Ubf
[m ²]	[m]		[m]	[W/m ² .°C]
2004	327	12,26	0	0,25

3.6. ENVOLVENTE ENVIDRAÇADA

Neste subcapítulo será apresentado o método de cálculo do coeficiente de transmissão térmica da envolvente envidraçada (U_w) e o seu fator solar (g_{tot}). Será também verificado o cumprimento dos requisitos para estes parâmetros de acordo com o presente na Portaria n.º 138 I/2021

Os vãos envidraçados caracterizam-se como sendo aqueles que apresentam área envidraçada igual ou superior a 25% da sua área total. Tendo isto em conta, todos os vãos identificados são envidraçados.

3.6.1. COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA DOS VÃOS ENVIDRAÇADOS

O coeficiente de transmissão térmica dos vãos envidraçados (U_W) caracteriza a transferência de calor entre dos dois meios que o vão separa. Pode determinar-se o seu valor pela equação 3.5, de acordo com a norma EN ISO 10077-2.

$$U_W = \frac{\sum A_g \cdot U_g + \sum A_f \cdot U_f + \sum l_g \cdot \Psi_g + \sum l_{gb} \cdot \Psi_{gb}}{A_W} \quad 3.5$$

Em que,

U_W – Coeficiente de transmissão térmica do vão envidraçado não considerando dispositivos de proteção solar [$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$];

U_g – Coeficiente de transmissão térmica da área transparente [$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$];

U_f – Coeficiente de transmissão térmica do caixilho [$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$];

Ψ_g – Coeficiente de transmissão térmica linear da ligação da área transparente com o caixilho [$W/(m \cdot ^\circ C)$];

Ψ_{gb} – Coeficiente de transmissão térmica linear que traduz o efeito da quadrícula inserida no espaço de ar [$W/(m \cdot ^\circ C)$];

A_W – Área do vão envidraçado [m^2];

A_g – Área transparente [m^2];

A_f – Área do caixilho [m^2];

l_g – Desenvolvimento linear da ligação da área transparente com o caixilho [m];

l_{gb} – Desenvolvimento linear da quadrícula inserida no espaço de ar [m].

Na Figura 18 apresentam-se os parâmetros dimensionais de um vão envidraçado, de acordo com o manual do SCE.

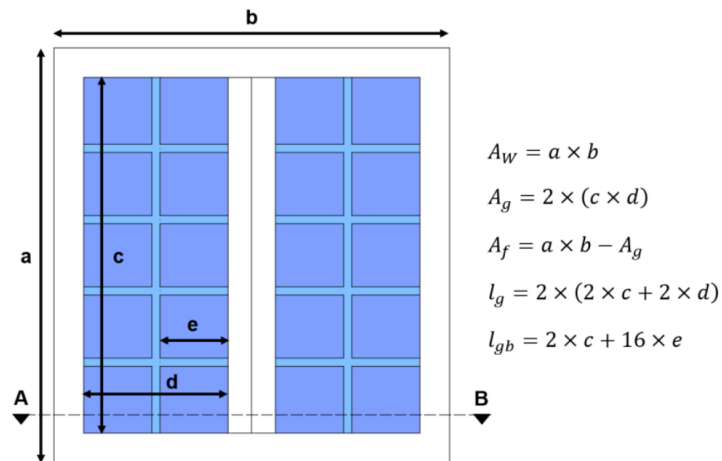


Figura 18 – Parâmetros dimensionais de um vão envidraçado (vista de alçado). [8]

Como nenhum dos vãos envidraçados do edifício apresenta quadrícula, a equação 3.5 pode ser reduzida a:

$$U_W = \frac{\sum A_g \cdot U_g + \sum A_f \cdot U_f + \sum l_g \cdot \Psi_g}{A_W} \quad 3.6$$

Os valores do coeficiente de transmissão térmica linear podem ser obtidos através da Tabela 19, de acordo com a norma EN ISO 10077-1.

Tabela 19 – Coeficiente de transmissão térmica linear da ligação vidro/caixilho. [8]

Tipo de vidro	Ψ_g [W/(m.°C)] em função do tipo de caixilho		
	Madeira ou PVC	Metálica com corte térmico	Metálica sem corte térmico
Vidro duplo ou triplo não revestido (lâmina de ar ou gás)	0,06	0,08	0,02
Vidro duplo ^(a) ou triplo ^(b) com $\epsilon \leq 0,20$ (lâmina de ar ou gás)	0,08	0,11	0,05
Vidro simples	0		

(a) Com um vidro revestido

(b) Com dois vidros revestidos

Para os vãos envidraçados dotados de dispositivos de proteção solar, deve ser considerado também o efeito das resistências térmicas adicionais oferecidas pelas proteções e pelo respetivo espaço de ar. Para

tal, deve calcular-se o coeficiente de transmissão térmica do vão envidraçado com os dispositivos de proteção solar ativados (U_{WS}) através da equação seguinte:

$$U_{WS} = \frac{1}{\frac{1}{U_W} + \Delta R} \quad 3.7$$

Em que,

U_{WS} – Coeficiente de transmissão térmica do vão envidraçado com os dispositivos de proteção solar ativados [$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$];

ΔR – Acréscimo da resistência térmica devido ao dispositivo de proteção solar e ao espaço de ar [$(m^2 \cdot ^\circ C)/W$].

O ΔR pode ser definido recorrendo-se à Tabela 20. Sendo de notar que nas situações em que o dispositivo de proteção solar, quando ativado, possua uma área de aberturas igual ou superior a 25% da sua área, não deve ser contabilizado o ΔR .

Tabela 20 – Resistência térmica adicional devido ao dispositivo de proteção ativado. [8]

Dispositivo de proteção solar (Fluxo horizontal)		ΔR [$(m^2 \cdot ^\circ C)/W$]
Cortinas e lonas		0,08
Estore veneziano de lâminas		0,08
Persiana	Réguas de madeira	0,16
	Réguas metálicas	0,12
	Réguas plásticas com preenchimento de isolante	0,19
	Réguas plásticas sem preenchimento de isolante	0,16
Portada	Réguas	0,08
	Opaca de madeira (outras espessuras)	0,16
	Opaca de madeira com 25 a 30 mm de espessura	0,22
	Opaca de plástico com preenchimento de isolante	0,19
	Opaca de plástico sem preenchimento de isolante	0,16
	Opaca metálica	0,12

No caso dos espaços com dormida deve determinar-se o coeficiente de transmissão térmica do vão envidraçado médio dia-noite (U_{WDN}), cujo cálculo deve seguir a equação 3.8.

$$U_{\text{WDN}} = \frac{U_{\text{W}} + U_{\text{WS}}}{2} \quad 3.8$$

Os coeficientes de transmissão térmica, U_{W} ou U_{WDN} , obtidos devem ser comparados com os requisitos definidos na Portaria n.º 138-I/2021 e apresentados na Tabela 2, conforme se tratam de espaços com dormida ou não, tendo em conta a zona climática de inverno I2 definida em 3.2.

De seguida será apresentado, a título de exemplo, o procedimento de cálculo utilizado para obter os coeficientes de transmissão térmica para um dos vãos envidraçados do edifício. Escolheu-se analisar o vão VE 1.11, localizado no espaço 1.42 – Quarto e apresentado na Figura 19.

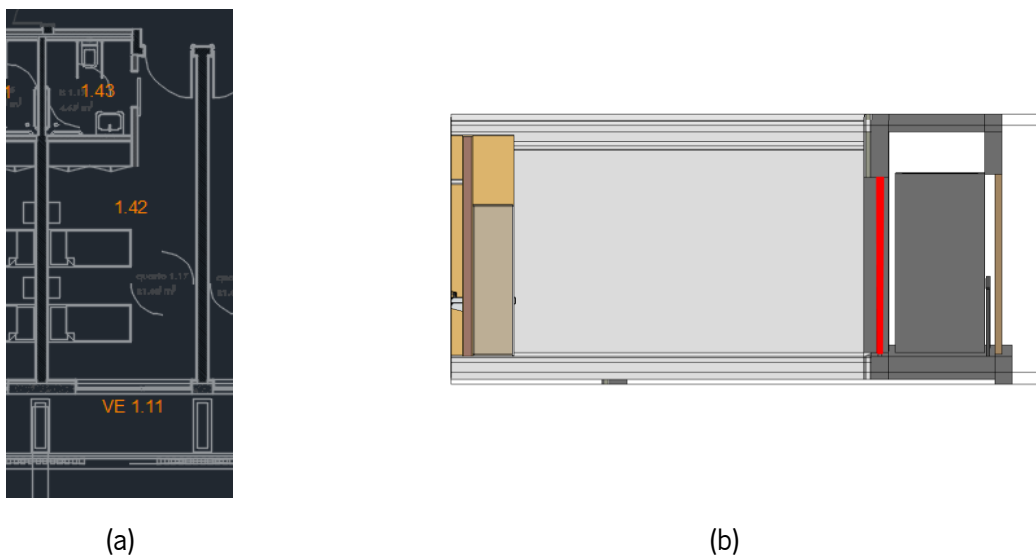


Figura 19 – Localização do vão envidraçado VE 1.11, na planta (a) e em alçado, a vermelho (b).

O vão envidraçado VE 1.11 apresenta caixilharia em alumínio, sem quadrícula, pelo que, de acordo como previsto na Tabela 21, adaptada do manual do SCE, este apresenta uma fração envidraçada de 0,70.

Tabela 21 – Fração envidraçada, F_g . [8]

Caixilharia	F_g	
	Sem quadrícula	Com quadrícula
Sem caixilho	1,00	
Metal (Alumínio e aço)	0,70	0,60
PVC e madeira	0,65	0,57
Fachada-cortina de alumínio ou aço	0,90	

As dimensões do vão VE 1.11 podem ser consultadas na Tabela 22.

Tabela 22 – Dimensões do vão envidraçado VE 1.11.

Dimensões do vão					
Larg. [m]	Alt. [m]	Área - A_w [m ²]	Perím. [m]	Af [m ²]	Ag [m ²]
2,80	2,60	7,28	10,60	2.19	5,09

De acordo com a ficha técnica da caixilharia “Raynaers SlimLine 38” e do vidro “SGG Planitherm 4S II”, presentes no Anexo E e Anexo F, respetivamente, definidos no projeto de arquitetura, a caixilharia apresenta um coeficiente de transmissão térmica (U_f) de 1,7 W/(m².°C) e o vidro um coeficiente (U_g) de 1,3 W/(m².°C). Considera-se um coeficiente de transmissão térmica linear da ligação da área transparente com o caixilho (Ψ_g) de 0,11, de acordo com o presente na Tabela 19 para um vão com vidro duplo revestido e caixilharia metálica com corte térmico.

Assim, aplicando a equação 3.6, obtém-se um coeficiente de transmissão térmica para o vão envidraçado VE 1.11 de 1,58 W/(m².°C).

Como se trata de um vão que serve um espaço com dormida, é necessário calcular o coeficiente de transmissão térmica com os dispositivos de proteção solar ativados e o coeficiente de transmissão térmica médio dia-noite.

Este vão apresenta uma proteção solar que consiste numa persiana de réguas metálicas, pelo que se deve considerar um ΔR de 0,12 (m².°C)/W. Assim, obtém-se um U_{WS} de 1,33 W/(m².°C), aplicando a equação 3.7, e um U_{WDN} de 1,45 W/(m².°C), aplicando a equação 3.8, verificando-se então que este vão cumpre o requisito de 3,30 W/(m².°C) definido na Tabela 2 para uma zona climática I2, definida em 3.2.

De forma análoga à aqui apresentada, foram obtidos os coeficientes de transmissão térmica para todos os vãos do edifício e foi verificado o cumprimento dos requisitos estabelecidos pela Portaria n° 138-I/2021, tendo-se verificado o seu cumprimento para todos os vãos envidraçados. Estes resultados podem ser consultados no Anexo G.

3.6.2. FATOR SOLAR

O fator solar de um envidraçado (g_{tot}) quantifica a fração de radiação solar incidente que é transmitida direta ou indiretamente para o interior. Caracteriza, portanto, os ganhos solares através da superfície transparente do vão envidraçado. Este parâmetro pode ser obtido para vãos com vidro duplo por aplicação da equação 3.9.

$$g_{\text{tot}} = g_{\perp,vi} \cdot \prod_i \frac{g_{\text{tot},vc_i}}{0,75} \quad 3.9$$

Em que,

g_{tot} – Fator solar do vão envidraçado com os dispositivos de proteção solar totalmente ativados;

$g_{\perp,vi}$ – Fator solar da área transparente para uma incidência da radiação perpendicular ao vão envidraçado;

g_{tot,vc_i} – Fator solar do vão envidraçado com vidro corrente e um dispositivo de proteção solar i totalmente ativado, obtido através da Tabela 23.

Tabela 23 – Fator solar do vão envidraçado com vidro corrente e dispositivo de proteção solar. (adaptada) [8]

Dispositivo de proteção solar	Opaca	$g_{\text{tot},vc}$					
		Vidro simples $g_{\perp,vi} = 0,85$			Vidro duplo $g_{\perp,vi} = 0,75$		
		Clara	Média	Escura	Clara	Média	Escura
Dispositivos de proteção exteriores							
Estore veneziano de lâminas de madeira	Não	0,11	0,11	0,11	0,08	0,08	0,08
Estore veneziano de lâminas metálicas	Não	0,14	0,14	0,14	0,09	0,09	0,09
Lona muito transparente	Não	0,21	0,23	0,25	0,16	0,18	0,20
Lona opaca	Não	0,07	0,09	0,12	0,04	0,06	0,08
Lona pouco transparente	Não	0,14	0,17	0,19	0,10	0,12	0,14
Persiana de régua de madeira	Sim	0,05	0,08	0,10	0,04	0,05	0,07
Persiana de régua metálicas ou plásticas	Sim	0,07	0,10	0,13	0,04	0,07	0,09
Portada de lâminas fixas	Não	0,14	0,14	0,14	0,09	0,09	0,09
Portada de lâminas reguláveis	Sim	0,07	0,10	0,13	0,04	0,07	0,09
Portada opaca	Sim	0,04	0,07	0,09	0,03	0,05	0,06

O $g_{\perp,vi}$ pode ser obtido através das informações fornecidas pelo fabricante, nos termos previstos na norma EN 410.

É necessário também calcular o fator de obstrução solar (F_s), que representa a redução da radiação solar incidente nos envidraçados devido aos sombreamentos causados por obstruções exteriores ao edifício, como outros edifícios, ou obstruções criadas por elementos do edifício, como palas, varandas,

outros corpos e elementos de enquadramento do vão, externos à caixilharia. Este fator é obtido pelo produto de três fatores de sombreamento, por aplicação da equação 3.10.

$$F_s = F_h \cdot F_o \cdot F_f \quad 3.10$$

Em que,

F_s – Fator de obstrução solar;

F_h – Fator de sombreamento do horizonte, devido a elementos opacos exteriores ao edifício ou do mesmo;

F_o – Fator de sombreamento de elementos opacos horizontais, designadamente, palas e varandas, sobrejacentes ao vão envidraçado;

F_f – Fator de sombreamento de elementos opacos verticais, designadamente, palas e outros corpos ou partes de um edifício, adjacentes ao vão envidraçado.

Deve ter-se em conta que nas situações em que o vão não se encontra à face do elemento opaco, e na ausência de outros elementos de sombreamento, o produto entre F_o e F_f não pode ser superior a 0,90.

O fator de sombreamento do horizonte reflete o efeito do sombreamento causado por elementos externos ao edifício existentes num ângulo de 120° , 60° para cada lado, em relação à perpendicular com o envidraçado, conforme o disposto na Figura 20.

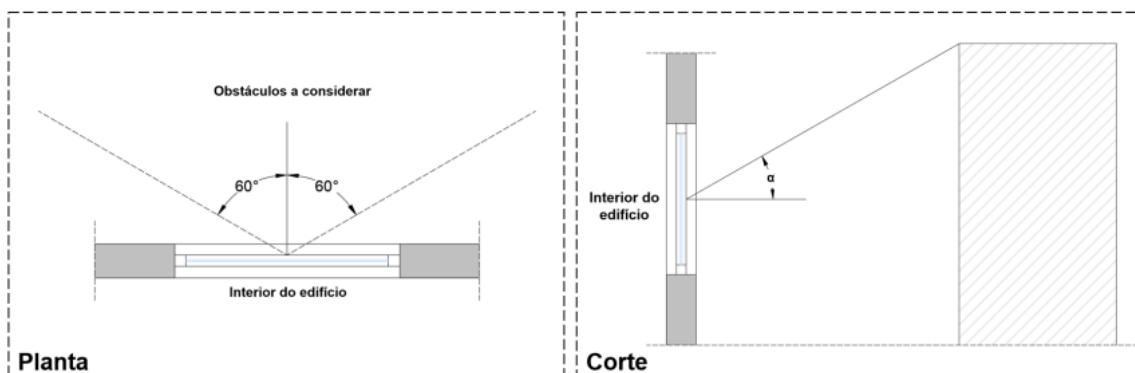


Figura 20 – Identificação da zona relevante para contabilização dos obstáculos no horizonte. [8]

O F_h é obtido para a estação de aquecimento através da Tabela 24, tomando um valor de 1 na estação de arrefecimento.

Tabela 24 – Fator de sombreamento do horizonte na estação de aquecimento. [8]

Ângulo do horizonte	Portugal Continental e RAA						Região Autónoma da Madeira					
	H	N	NE/NO	E/O	SE/SO	S	H	N	NE/NO	E/O	SE/SO	S
0°	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10°	0,99	1	0,96	0,94	0,96	0,97	1	1	0,96	0,96	0,97	0,98
20°	0,95	1	0,96	0,84	0,88	0,90	0,96	1	0,91	0,87	0,90	0,93
30°	0,82	1	0,85	0,71	0,68	0,67	0,88	1	0,85	0,75	0,77	0,80
40°	0,67	1	0,81	0,61	0,52	0,50	0,71	1	0,81	0,64	0,59	0,58
45°	0,62	1	0,80	0,58	0,48	0,45	0,64	1	0,80	0,60	0,53	0,51

A determinação do ângulo para obtenção do fator de sombreamento por elementos horizontais deve ser efetuada de acordo com o presente na Figura 21. Devendo o valor do F_0 ser obtido através da Tabela 25 para a estação de arrefecimento.

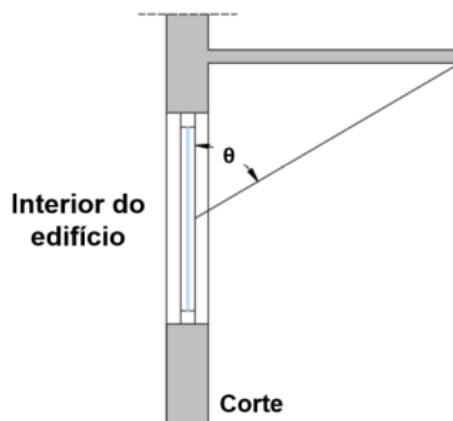


Figura 21 – Ângulo para determinação do fator de sombreamento por elementos horizontais. [8]

Tabela 25 – Fatores de sombreamento de elementos horizontais na estação de arrefecimento. [8]

Ângulo	Portugal Continental e RAA					Região Autónoma da Madeira				
	N	NE/NO	E/O	SE/SO	S	N	NE/NO	E/O	SE/SO	S
0°	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
30°	0,98	0,86	0,75	0,68	0,63	0,97	0,84	0,74	0,69	0,68
45°	0,97	0,78	0,64	0,57	0,55	0,95	0,76	0,63	0,60	0,62
60°	0,94	0,70	0,55	0,50	0,52	0,92	0,68	0,55	0,54	0,60

O fator de sombreamento por elementos verticais deve ser determinado tendo em conta a posição do elemento de sombreamento, à direita ou à esquerda, sendo que nas situações em que existam elementos de sombreamento em ambas as posições, o fator de sombreamento global deve ser obtido de acordo com a equação 3.11.

$$F_f = F_{f,direita} \cdot F_{f,esquerda} \quad 3.11$$

A medição do ângulo deve ser realizada em relação à paralela com o vão envidraçado, a partir do seu centro, de acordo com a Figura 22. O valor de F_f deve ser obtido através da Tabela 26, para a estação de arrefecimento.

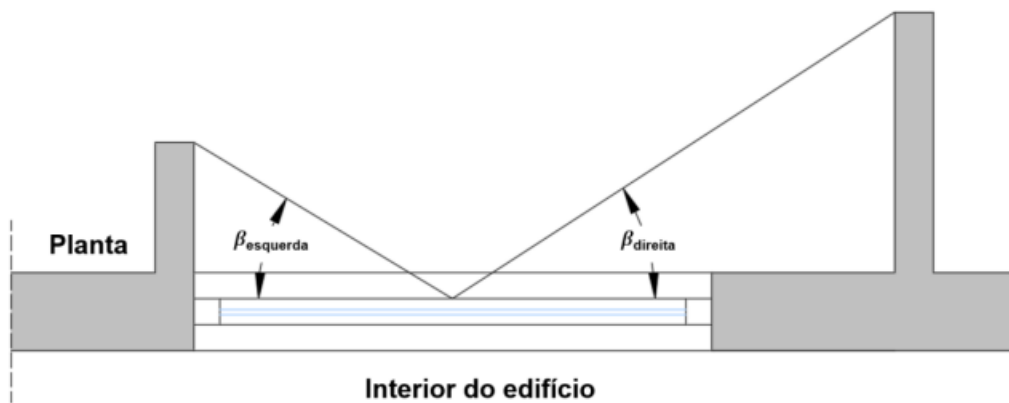


Figura 22 – Ângulo para determinação do fator de sombreamento por elementos verticais. [8]

Tabela 26 – Fatores de sombreamento de elementos verticais na estação de arrefecimento. [8]

Posição da Pala	Ângulo	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Pala à esquerda	0°	1	1	1	1	1	1	1	1
	30°	1	1	0,96	0,91	0,91	0,96	0,95	0,86
	45°	1	1	0,96	0,85	0,87	0,95	0,93	0,78
	60°	1	1	0,95	0,77	0,84	0,93	0,88	0,69
Pala à direita	0°	1	1	1	1	1	1	1	1
	30°	1	0,86	0,95	0,96	0,91	0,91	0,96	1
	45°	1	0,78	0,93	0,95	0,87	0,85	0,96	1
	60°	1	0,69	0,88	0,93	0,84	0,77	0,95	1

De seguida será apresentado o procedimento realizado para o cálculo e verificação dos requisitos do fator solar de um dos vãos envidraçados, tendo-se selecionado mais uma vez o vão envidraçado VE 1.11 para análise. Este vão encontra-se orientado em direção a sudeste.

De acordo com a ficha técnica do vidro, determinou-se o $g_{\perp,vi}$ do vidro como sendo igual a 0,43. Uma vez que este vão apresenta estore de lâminas e uma cortina ligeiramente transparente como proteção solar, consultando a Tabela 23 aplicando a equação 3.9, o VE 1.11 tem um g_{tot} igual a 0,14.

Este vão envidraçado sofre sombreamento tanto de elementos horizontais como verticais, pelo que é necessário calcular os fatores de sombreamento destes elementos. Recorrendo às vistas em corte do projeto de arquitetura foi possível determinar os fatores de sombreamento apresentados na Tabela 27.

Tabela 27 – Determinação dos fatores de sombreamento do vão envidraçado VE 1.11

Tipo de Sombreamento	Ângulo Característico	Fator de Sombreamento
Horizontal, F_o	42,5°	0,59
Vertical à esquerda, $F_{f,esquerda}$	42°	0,95
Vertical à direita, $F_{f,direita}$	33°	0,90

Para determinar qual o requisito a cumprir, é necessário verificar a relação entre a soma das áreas dos vãos envidraçados, $A_{env,fac}$, para a orientação SO com a soma das áreas da envolvente, A_{fac} , para esta mesma direção, de acordo com a Tabela 28. Pode verificar-se então que como a relação de áreas é superior a 30% o vão terá de cumprir o requisito definido na equação (2.2).

Tabela 28 – Determinação da relação de área de fachada com área dos vãos envidraçados para a direção SO do edifício.

A_{fac}	1079,6 m ²
$A_{env,fac}$	480,4 m ²
$\frac{A_{env,fac}}{A_{fac}}$	44,5%

Obtendo-se os valores apresentados na Tabela 33, pelo que se pode concluir que o vão envidraçado VE 1.11 cumpre os requisitos de fator solar aplicáveis.

Tabela 29 – Verificação do cumprimento dos requisitos de fator solar para o vão envidraçado VE 1.11.

$g_{tot,m\acute{a}x}$	0,56
g_{limite}	0,38
$g_{tot} \cdot F_o \cdot F_f$	0,07

Este processo foi repetido para os restantes vãos envidraçados e os resultados obtidos podem ser consultados no Anexo H, tendo-se verificado o cumprimento dos requisitos para todos os vãos envidraçados.

3.7. VENTILAÇÃO

Neste subcapítulo será apresentado o procedimento seguido para obtenção dos caudais mínimos de ar novo e de extração regulamentares para o edifício em estudo. Serão também verificados os requisitos referentes ao sistema de ventilação, dispostos na Portaria n° 138-I/2021, seguindo o método prescritivo.

3.7.1. CAUDAIS DE AR NOVO E DE EXTRAÇÃO

Seguindo a metodologia apresentada em 2.2.3 foram calculados os caudais mínimos de ar novo e de extração. No Anexo I encontram-se as tabelas com os caudais mínimos de ar novo e de extração calculados para os espaços que necessitam de verificar estes requisitos

Depois de determinados os caudais regulamentares para cada espaço, obtiveram-se os caudais totais para cada piso apresentados na Tabela 30. Pode verificar-se que estes se encontram muito desequilibrados, o que pode resultar em zonas de sobrepressão ou depressão indesejadas e terá também efeitos negativos na eficiência dos equipamentos de ventilação. Assim, torna-se necessário equilibrar estes caudais.

Tabela 30 - Caudais regulamentares resultantes por piso.

Piso	Insuflação [m³/h]	Extração [m³/h]	Ins.-Ext. [m³/h]
0	7308	3725	3582
1	1762	1739	23
2	920	1224	-304

3.7.2. CAUDAIS DE PROJETO

De modo a garantir um equilíbrio entre os caudais de insuflação e de extração, não só por piso, mas também por várias zonas funcionais do edifício, os caudais dos vários espaços foram ajustados, garantindo sempre o cumprimento dos caudais mínimos de ar novo e de extração regulamentares apresentados anteriormente. Na Figura 23 apresenta-se um exemplo das zonas funcionais definidas para o piso 0, dentro das quais se garantir um equilíbrio entre a insuflação e a extração. Este procedimento foi realizado também para os restantes pisos.

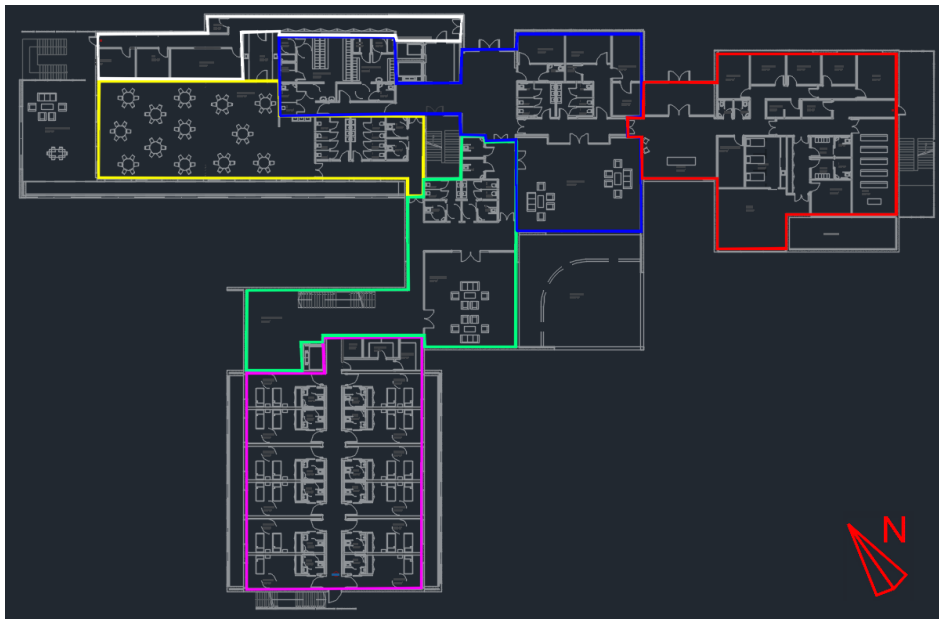


Figura 23 – Zonas funcionais do piso 0, dentro das quais se equilibraram os caudais de insuflação e de extração.

Para equilibrar os caudais destas zonas foram tomadas várias estratégias sendo uma das mais eficazes aumentar o caudal de insuflação dos quartos de modo a equilibrar a extração realizada na respetiva instalação sanitária que serve esse quarto. Utilizou-se a mesma estratégia para a sala de refeições e as instalações sanitárias públicas que a servem. Em espaços como o ginásio, o cabeleireiro e a capela optou-se por extrair dentro desses espaços o mesmo caudal que é insuflado, de modo a garantir um equilíbrio dentro do próprio espaço.

Deste processo resultou o equilíbrio de caudais, para as várias zonas funcionais, apresentado a título de exemplo para o piso 0, na Tabela 31.

Tabela 31 – Equilíbrio de caudais dentro das zonas funcionais do piso 0.

Zona	Insuflação [m ³ /h]	Extração [m ³ /h]
Amarelo	2345	2345
Azul	1475	1475
Verde	950	950
Magenta	600	600
Vermelho	2345	2345
Branco	90	90
Copa	75	75
Indep	0	90

Por consequência resultou também o equilíbrio por piso apresentado na Tabela 32. Pode verificar-se que no piso 0 há um desequilíbrio de 90 m³/h a favor da extração. Isto deve-se à extração realizada nos ENU dos lixos, cuja insuflação ocorre diretamente do exterior, não sendo contabilizada portanto para os equipamentos de ventilação.

Tabela 32 – Equilíbrio de caudais por pisos.

Piso	Insuflação [m ³ /h]	Extração [m ³ /h]	Ins.-Ext. [m ³ /h]
0	7880	7970	-90
1	2420	2420	0
2	1370	1370	0

Os caudais de projeto resultantes, apresentados no Anexo I, foram distribuídos pelos diferentes equipamentos de ventilação, de modo a maximizar a sua eficiência de recuperação. Para isso tiveram-se em conta aspetos como tentar equilibrar o caudal de insuflação com o de extração, dentro do mesmo equipamento, e o tipo de recuperador de calor a utilizar em função dos espaços servidos pelo equipamento, sendo que os equipamentos que servem a extração das instalações sanitárias não utilizam recuperadores de roda térmica, pela possibilidade de transferir contaminantes para o ar de insuflação. A distribuição dos caudais pelos equipamentos de ventilação pode ser também consultada no Anexo I.

3.7.3. SELEÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE VENTILAÇÃO

Após definidos os caudais a insuflar e extrair do edifício, foi pedida uma seleção de equipamentos de ventilação à Systemair, de acordo com os caudais, tipo de equipamento e de recuperação indicados na Tabela 33 e também tendo em conta as condições exteriores e interiores referidas em 3.4, tendo resultado equipamentos com SFP dos ventiladores e eficiência do recuperador apresentados também na Tabela 33. É de notar que o SFP dos ventiladores das UTAN apresentam valores superiores a 1250 W/(m³/s), fator penalizador da classe energética, uma vez que a referência considera ventiladores com este valor, para potências de ventilação superiores a 750 W, pelo que seria interessante considerar ventiladores de maior eficiência. [8]

Tabela 33 – Distribuição dos caudais pelos equipamentos de ventilação, SFP dos ventiladores de insuflação e extração e eficiência de recuperação dos equipamentos.

Equip.	Insuflação [m ³ /h]	Extração [m ³ /h]	Obs.	SFP [W/(m ³ /s)]		Eficiência Recuperação [%]
				Insuflação	Extração	
UTAN1	2685	2685	C/ recuperação permutador placas	1986	2280	82
UTAN2	1065	2935	C/ recuperação permutador placas	1776	1887	87
UTAN3	1200	1200	C/ recuperação permutador placas	1729	1951	83
UTAN4	2420	1600	C/ recuperação roda térmica	1631	1858	79
UTAN5	4300	2860	C/ recuperação roda térmica	1823	2247	77
VE1	0	180	Ventilador de extração	-	942	-
VEIS1	0	200	Ventilador de extração	-	604	-

3.8. ILUMINAÇÃO FIXA

A avaliação dos consumos energéticos resultantes dos sistemas de iluminação fixa é de grande importância nos edifícios de comércio e serviços, dada a sua grande contribuição para os consumos e cargas térmicas deste tipo de edifícios. [18]

Tipicamente, o cumprimento dos requisitos impostos aos sistemas de iluminação fixa, apresentados em 2.2.5 é avaliado tendo em conta o estudo luminotécnico do edifício. No entanto, ao momento da realização deste trabalho, este estudo ainda não se encontrava disponível, assim, de forma a continuar com a análise energética do edifício, definiram-se os valores de iluminância e densidade de potência coincidentes com os valores máximos definidos na Portaria n.º 138-I/2021. Desta forma, esta

avaliação do edifício será ligeiramente penalizadora a nível energético, uma vez que do projeto luminotécnico tendem a resultar valores de iluminância e densidade de potência inferiores aos limites do requisito.

Na Tabela 34 e Tabela 35 apresenta-se um excerto das tabelas com os valores de iluminância e densidade de potência definidos. A versão completa destas tabelas pode ser consultada no Anexo J.

Tabela 34 – Excerto da tabela com os valores de iluminância média requerida.

Ref. ^a	Local	Piso	Área	Iluminância EN 12464-1	Ref. ^a SCE	Máximo
				[lx]		[lx]
0.06	Lixos Hospitalares	0	5,62	100	T.122	130
0.07	Lixos	0	12,6	100	T.122	130
0.08	Arrumos Gerais	0	25,11	100	T.122	130
0.09	Despejos	0	3,43	100	T.122	130
0.10	Circulação	0	70,14	100	T.119	130
0.11	Copa	0	19,08	200	T.120	260
0.12	Sala de Refeições	0	192,62	200	T.120	260
0.13	Vestiário Feminino	0	55,03	200	T.120	260
0.14	Vestiário Masculino	0	32,99	200	T.120	260

Tabela 35 – Excerto da tabela com os valores de densidade de potência por 100 lx.

Ref. ^a	Local	Área	DPI (máx.)	Tabela 25 Portaria 138-I/2021	Pot. Total Instalada
			[(W/m ²)/100lux]		[W]
0.06	Lixos Hospitalares	5,62	2,10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	11,80
0.07	Lixos	12,6	2,10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	26,46
0.08	Arrumos Gerais	25,11	2,10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	52,73
Total					16 869,67

4. SIMULAÇÃO DINÂMICA MULTIZONA

Neste capítulo será apresentado o procedimento realizado com vista à obtenção das necessidades de aquecimento e arrefecimento do edifício em estudo. Serão também apresentados os resultados obtidos para as cargas térmicas dos vários espaços, de modo a permitir o futuro dimensionamento dos sistemas de climatização e das necessidades de aquecimento e arrefecimento do edifício.

Para tal, recorreu-se ao programa de simulação dinâmica *Hourly Analysis Program (HAP)*, versão 5.11 da Carrier, que cumpre a norma ASHRAE 140. Este programa permite a introdução de dados relativos às envolventes opaca e envidraçada do edifício, assim como necessidades de ar novo e dados relativos à ocupação, iluminação fixa e utilização de equipamentos. Desta forma permite chegar a um dimensionamento dos equipamentos necessários a nível de climatização e ventilação, assim como aos valores das necessidades de aquecimento e arrefecimento.

4.1. DADOS DE ENTRADA

Neste subcapítulo será apresentado o procedimento a seguir para introduzir os dados referidos anteriormente no programa HAP.

4.1.1. DADOS CLIMÁTICOS

Na Figura 24 apresenta-se a janela de introdução dos parâmetros climáticos da localização do edifício.

Field	Value	Unit
Region	Europe	
Location	Portugal	
City	Lousada	
Latitude	41.2	deg
Longitude	8.2	deg
Elevation	267.0	m
Summer Design DB	33.9	°C
Summer Coincident WB	28.8	°C
Summer Daily Range	21.4	K
Winter Design DB	-1.7	°C
Winter Coincident WB	-2.5	°C
Atmospheric Clearness	1.00	
Average Ground Reflectance	0.20	
Soil Conductivity	1.385	W/(m K)
Design Clg Calculation Months	Jan to Dec	
Time Zone (GMT +/-)	0.0	hours
Daylight Savings Time	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	
DST Begins	Apr 1	
DST Ends	Oct 31	
Data Source		
User Modified		

Figura 24 - Janela de introdução de dados relativos aos parâmetros climáticos no programa HAP 5.11.

Estes parâmetros foram obtidos através da folha de cálculo SCE.CLIMA, disponibilizada pela DGEG. Desta folha deve também ser obtido o ficheiro EPW (Energy Plus Weather Data File), que contém os dados climáticos para todas as horas do ano, para a localização selecionada e que deve ser introduzido na *tab* “*Simulation*”, para permitir a simulação horária das necessidades do edifício.

4.1.2. PERFIS DE UTILIZAÇÃO

A definição dos perfis de ocupação e por consequência de climatização, assim como os perfis de iluminação e dos equipamentos é efetuada através do campo “*Schedules*” do HAP. A correta definição destes perfis tem um grande impacto nos resultados obtidos, em particular nos consumos energéticos. Como tal, estes perfis foram definidos com base em informações da arquitetura e nos perfis contemplados no Decreto-Lei n.º 79/2006.

Os perfis de ocupação foram posteriormente adaptados de forma a garantir valores de ocupação total coerentes, algo que não se verificou recorrendo apenas aos perfis contemplados na legislação. Para isto foi criada uma folha de cálculo que permite aplicar diferentes perfis de ocupação a cada um dos espaços do edifício e, tendo em conta a ocupação máxima de cada espaço, calcula a ocupação global do edifício a cada hora. Na Figura 25 apresenta-se a ocupação total hora a hora, resultante da adaptação dos perfis de ocupação, podendo verificar-se uma maior ocupação durante o horário diurno, resultante do horário de funcionamento de alguns serviços.

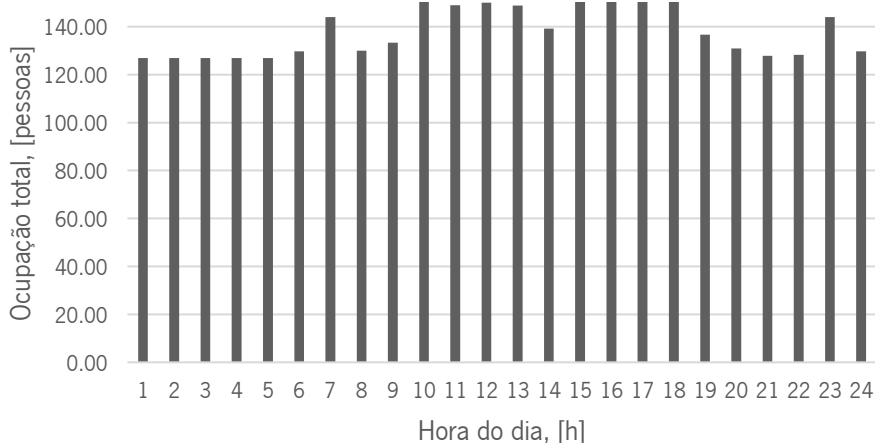


Figura 25 – Perfil de ocupação total do edifício.

Na Figura 26 (a) apresenta-se a janela de introdução dos perfis no HAP, com o perfil de ocupação definido para os quartos. O HAP permite também definir vários perfis para o mesmo espaço, possibilitando a definição de diferentes horários para dias da semana diferentes ou meses diferentes. No caso do espaço

apresentado, o seu perfil de ocupação é constante ao longo de todo o ano, pelo que apenas lhe foi atribuído um perfil, como se pode verificar pela Figura 26 (b)

No Anexo K encontram-se todos os perfis criados para o edifício, assim como a atribuição dos perfis a cada um dos espaços.

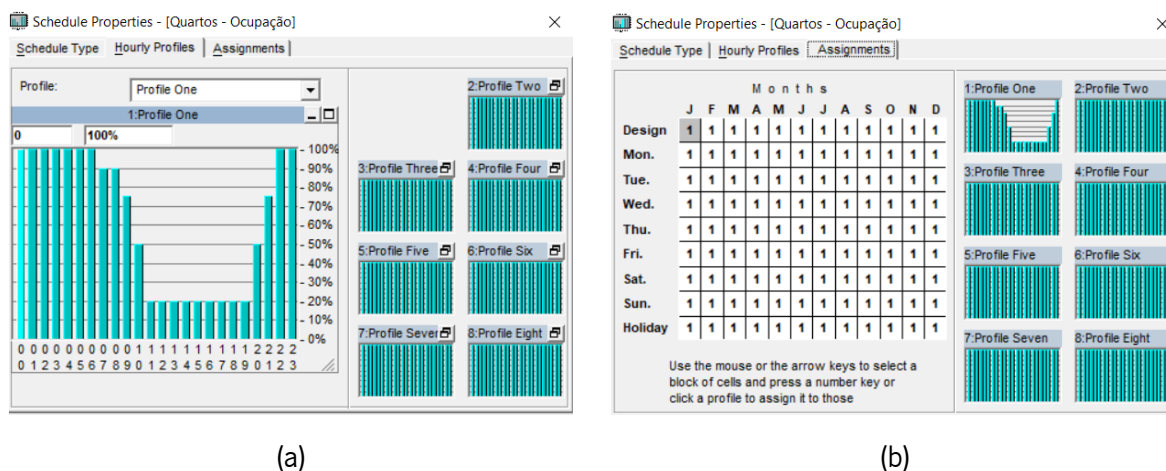


Figura 26 – Janela para introdução dos perfis no HAP, em que é visível o perfil de ocupação definido para os quartos.

4.1.3. ENVOLVENTE OPACA

Neste passo devem ser transpostas as paredes definidas no subcapítulo 3.5 para o programa, o que é um processo simples. Na Figura 27 é apresentada a janela “*Wall Properties*” para introdução dos dados relativos às paredes exteriores do edifício, sendo a introdução dos dados relativos às coberturas exteriores efetuado numa janela diferente, se bem que de forma análoga.

Wall Assembly Name:	PEXT1				
Outside Surface Color:		Absorptivity: 0.400			
Layers: Inside to Outside	Thickness mm	Density kg/m ³	Specific Ht. kJ / (kg K)	R-Value (m ² ·K)/W	Weight kg/m ²
Inside surface resistance	0.000	0.0	0.00	0.13000	0.0
Estuque Projetado	20.000	1050.0	0.84	0.04700	21.0
Bloco de betão	200.000	2000.0	0.92	0.30000	400.0
XPS	80.000	32.5	1.50	2.16200	2.6
Reboco de argamassas	20.000	1900.0	0.84	0.01500	38.0
Outside surface resistance	0.000	0.0	0.00	0.04000	0.0
Totals	320.000			2.69	461.6
Overall U-Value:				0.371 W/(m²·K)	

Figura 27 – Janela de introdução de dados relativos às paredes do edifício no HAP 5.11.

Fornecendo a espessura e condutividade de cada camada construtiva do elemento da envolvente opaca, podendo este ser uma parede ou uma cobertura, o programa calcula automaticamente o coeficiente de transmissão térmica global da parede ou cobertura. Deve também definir-se a absorptância solar dos elementos opacos, conforma a sua cor e de acordo com o presente no manual do SCE.

Foram transpostos todos os elementos da envolvente opaca com condição de fronteira exterior para o programa. A envolvente interior não deve ser definida neste passo, sendo caracterizada na definição dos espaços.

4.1.4. ENVOLVENTE NÃO OPACA

Após caracterizados os vãos envidraçados no subcapítulo 3.6 a introdução dos parâmetros necessários no HAP 5.11 é simples. Na Figura 28 apresenta-se a janela “*Window Properties*” para introdução dos dados relativos aos vãos envidraçados do edifício.

Primeiramente deve identificar-se o tipo de vão, neste caso trata-se do tipo EV22, do vão VE 1.11 apresentado anteriormente. Depois devem ser definidas as suas dimensões, o seu coeficiente de transmissão térmica, calculado anteriormente, e o coeficiente de sombreamento, que resulta da comparação do fator solar determinado anteriormente, contabilizando o efeito das proteções solares, com um vidro de referência, que consiste num vidro simples e transparente, sem proteções solares. [19]

The image shows a software interface for defining window properties. It is divided into two main sections: 'Window Details' and 'Glass Details'.

Window Details:

- Name:** EV22
- Detailed Input:**
- Height:** 2.60 m
- Width:** 2.80 m
- Frame Type:** [Dropdown menu]
- Internal Shade Type:** [Dropdown menu]
- Overall U-Value:** 1.540 W/(m²·K)
- Overall Shade Coefficient:** 0.270

Glass Details:

Glazing	Glass Type	Transmissivity	Reflectivity	Absorptivity
Outer Glazing	[Dropdown]			
Glazing #2	[Dropdown]			
Glazing #3	[Dropdown]			

Below the table is a **Gap Type:** [Dropdown menu].

Figura 28 - Janela de introdução dos dados relativos aos envidraçados no programa HAP 5.11.

4.1.5. SOMBREAMENTOS

Após definidas as características do vão é ainda necessário caracterizar os seus elementos de sombreamento. Para tal, devem ser preenchidos os parâmetros apresentados na Figura 29.

Name: <input type="text" value="EV22_1"/>		Overhang	
Reveal Depth: <input type="text" value="100.0"/> mm		Projection from surface: <input type="text" value="1650.0"/> mm	
		Height above window: <input type="text" value="50.0"/> mm	
		Ext. past RH side of window: <input type="text" value="20.0"/> mm	
		Ext. past LH side of window: <input type="text" value="570.0"/> mm	
Left Fin		Right Fin	
Projection from surface: <input type="text" value="1175.0"/> mm		Projection from surface: <input type="text" value="1175.0"/> mm	
Height above window: <input type="text" value="570.0"/> mm		Height above window: <input type="text" value="570.0"/> mm	
Dist. from edge of window: <input type="text" value="570.0"/> mm		Dist. from edge of window: <input type="text" value="20.0"/> mm	

Figura 29 - Janela de introdução dos dados relativos aos elementos de sombreamento dos vãos, no programa HAP 5.11.

Estes parâmetros devem ser determinados de acordo com o apresentado na Figura 30. É de notar que a definição de esquerda e direita para a definição dos sombreamentos no HAP é diferente da apresentada em 3.6.2, sendo as posições definidas para a janela vista do exterior, quando anteriormente se consideravam essas posições para a janela vista do interior.

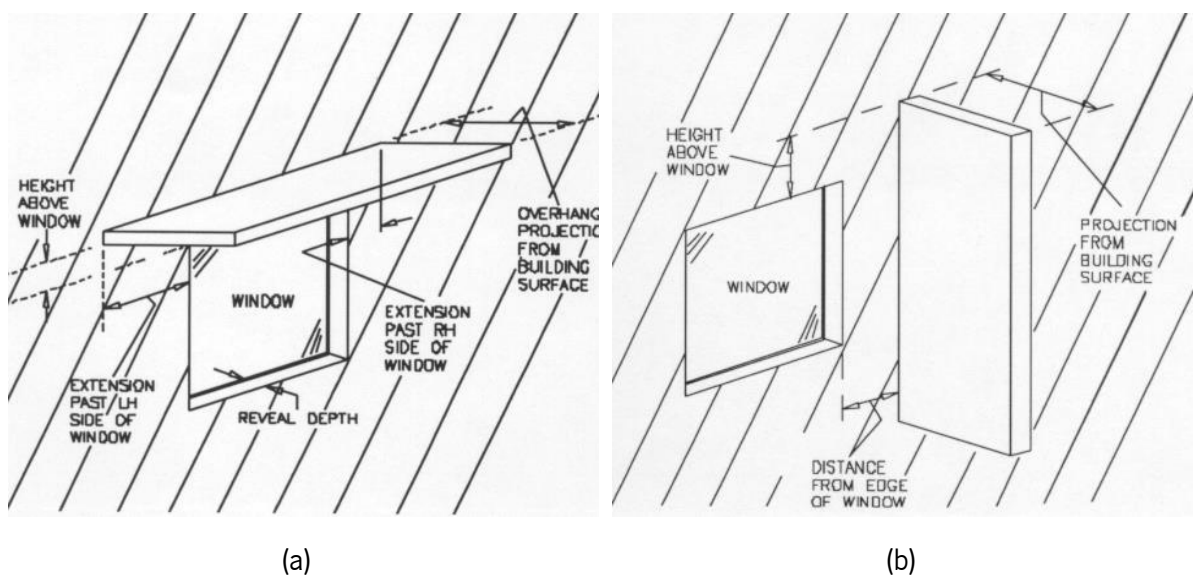


Figura 30 – Definição dos parâmetros que caracterizam os sombreamentos no programa HAP 5.11. [19]

4.1.6. DEFINIÇÃO DOS ESPAÇOS

Numa simulação multizona é necessário definir no programa cada um dos espaços do edifício. O HAP 5.11 apresenta várias janelas que permitem esta definição dos espaços. Na Figura 31 apresenta-se a janela de introdução dos parâmetros gerais do espaço, como a sua identificação, a área de pavimento, pé direito e caudal de ar novo insuflado, definido previamente no capítulo 3.

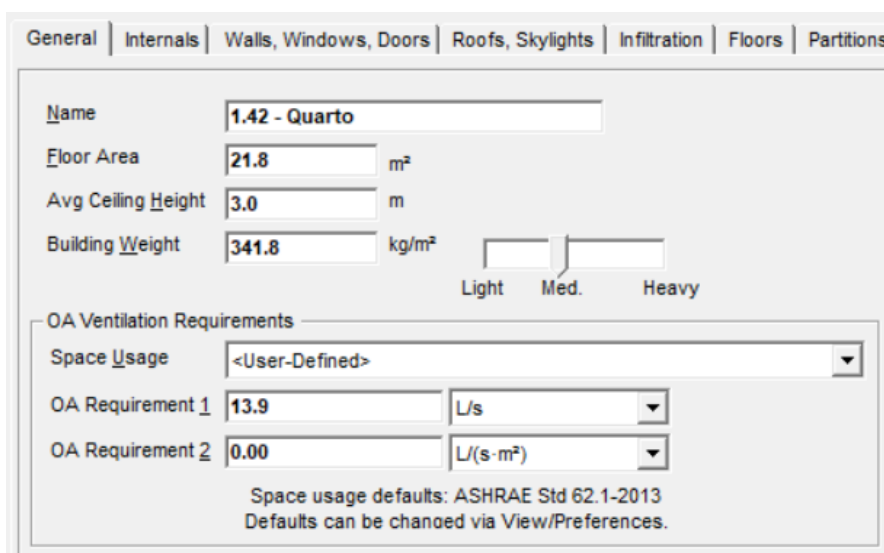


Figura 31 – Janela de introdução dos parâmetros gerais do espaço, no HAP 5.11.

Na janela “*Internals*”, apresentada na Figura 32, devem ser introduzidos os parâmetros referentes às cargas internas do espaço, como sistemas de iluminação fixa, equipamentos elétricos e ocupantes, assim como os respetivos horários correspondentes a cada um dos tipos de carga interna.

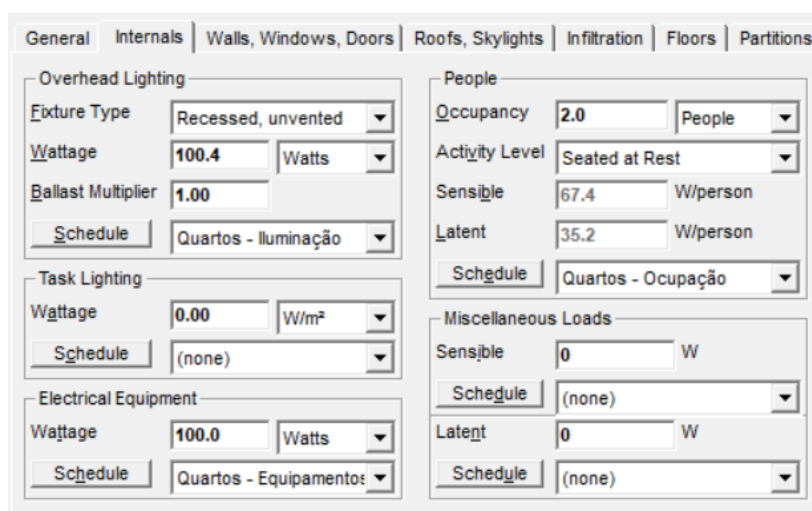


Figura 32 – Janela de introdução dos parâmetros referentes às cargas internas do espaço, no HAP 5.11.

A envolvente exterior, opaca e envidraçada, do espaço deve ser definida na janela “*Walls, Windows, Doors*”, apresentada na Figura 33. Deve definir-se a orientação das várias paredes exteriores e a sua constituição, escolhendo uma das paredes previamente criadas. Deve também definir-se a área da parede e o número de envidraçados, que podem ser escolhidos da lista de envidraçados previamente definidos, assim como o seu sombreamento. Na janela “*Roofs, Skylights*” o procedimento é semelhante, desta vez relativamente a coberturas exteriores ou vãos envidraçados horizontais exteriores.

Exposure		Wall Gross Area m ²	Window 1 Quantity	Window 2 Quantity	Door Quantity
1	SW	10.7	1	0	0
2	not use				
3	not use				
4	not use				
5	not use				
6	not use				
7	not use				
8	not use				

Construction Types for Exposure: 1 (SW)	
Wall	PEXT1
Window 1	EV22
Shade 1	EV22_1
Window 2	(none)
Shade 2	(none)
Door	(none)

Figura 33 – Janela de introdução dos parâmetros referentes à envolvente exterior do espaço, no HAP 5.11.

Na janela “*Infiltration*”, apresentada na Figura 34 devem ser introduzidos os valores para as infiltrações, de acordo com o Manual do SCE.

Enter infiltration rate in any column:

	L/s	L/(s·m ²)	ACH
Design Cooling	1.82	0.17	0.10
Design Heating	1.82	0.17	0.10
Energy Analysis	1.82	0.17	0.10

Infiltration occurs: Only When Fan Off
 All Hours

Figura 34 – Janela de introdução dos parâmetros referentes às infiltrações através dos vãos do espaço, no HAP 5.11.

Na janela “*Floors*”, apresentada na Figura 35, devem ser introduzidos os parâmetros relativos ao pavimento do espaço, conforme se trata de um pavimento interior, exterior ou em contacto com o solo.

Aqui deve ser introduzido o coeficiente de transmissão térmica calculado para os pavimentos no subcapítulo 3.5.

The screenshot shows the 'Partitions' dialog box with the following settings:

- Floor Type:**
 - Floor Above Conditioned Space
 - Floor Above Unconditioned Space
 - Slab Floor On Grade
 - Slab Floor Below Grade
- Floor Above Unconditioned Space:**
 - Floor Area: 13.6 m²
 - Total Floor U-value: 0.350 W/(m²-K)
 - Unconditioned Space Max Temp.: 33.9 °C
 - Ambient at Space Max Temp.: 33.9 °C
 - Unconditioned Space Min Temp.: -1.7 °C
 - Ambient at Space Min Temp.: -1.7 °C

Figura 35 – Janela de introdução dos parâmetros referentes ao pavimento do espaço, no HAP 5.11.

Por fim, na janela “*Partitions*”, apresentada na Figura 36, devem ser introduzidos os parâmetros relativos à envolvente de separação do espaço útil a ser definido com os ENUs adjacentes. Nomeadamente, a área do elemento de separação, o coeficiente de transmissão térmica desse elemento e as temperaturas limite do ENU, apresentadas na Tabela 11.

The screenshot shows the 'Partitions' dialog box with parameters for two partitions:

	Partition 1	Partition 2
	<input checked="" type="radio"/> Ceiling Partition <input type="radio"/> Wall Partition	<input checked="" type="radio"/> Ceiling Partition <input type="radio"/> Wall Partition
<u>A</u> rea	0.0	0.0 m ²
<u>U</u> -Value	2.839	2.839 W/(m ² -K)
Unconditioned Space <u>M</u> ax Temp.	23.9	23.9 °C
<u>A</u> mbient at Space Max Temp.	35.0	35.0 °C
Unconditioned Space <u>M</u> in Temp.	23.9	23.9 °C
<u>A</u> mbient at Space Min Temp.	12.8	12.8 °C

Figura 36 – Janela de introdução dos parâmetros referentes às separações com ENUs do espaço, no HAP 5.11.

4.1.7. DEFINIÇÃO DOS SISTEMAS DE AVAC

O HAP não permite a definição de sistemas de climatização de forma independente dos sistemas de ventilação de uma forma direta. Como tal, torna-se necessário agrupar espaços que são simultaneamente servidos pelo mesmo sistema de climatização e de ventilação e que têm também o mesmo perfil de funcionamento. Desta forma é possível definir de forma correta os consumos energéticos associados a cada espaço, atribuindo as eficiências corretas aos equipamentos que os servem. Esta definição dos sistemas para o HAP pode ser encontrada no Anexo L.

Assim, definidos os sistemas a criar, deve ser criado um sistema, introduzindo o seu nome, tipo de sistema, número de zonas térmicas, que são os espaços que vão ser servidos pelo sistema, e se o sistema a ser definido conta com ventilação dedicada ou não, como é apresentado na Figura 37 para o caso do sistema servido pela unidade terminal de climatização 1, pela UTAN 1 e com o perfil de funcionamento “Quartos”.

The image shows a software window titled 'General | DOAS Components | Zone Components | Sizing Data | Equipment'. The 'General' tab is active. It contains the following fields and options:

- Air System Name:** UE1 + UTAN1 + Quartos
- Equipment Type:** Terminal Units
- Air System Type:** Variable Refrigerant Flow (VRF)
- Number of Zones:** 45
- Ventilation:**
 - Direct Ventilation
 - Dedicated Outdoor Air System (DOAS)

Figura 37 – Janela de introdução dos parâmetros gerais dos sistemas no HAP 5.11.

Na *tab* “*DOAS Components*” podem-se definir os parâmetros relativos ao sistema de ventilação, sendo que em “*Vent. Reclaim*” se pode definir a eficiência de recuperação e a potência elétrica necessária para acionar o recuperador de calor. No caso do exemplo apresentado na Figura 38 (a), o recuperador de calor por placas da UTAN1 não apresenta recuperação latente e tem uma eficiência de 82%. Em “*Vent. Fan*” e “*Exhaust Fan*” podem-se atribuir os SFP dos ventiladores do sistema de ventilação, como apresentado na Figura 38 (b).

Na *tab* “*Zone Components*” podem-se atribuir os espaços às zonas previamente definidas e na página “*Thermostats*” desta *tab* podem ser definidas as temperaturas interiores limite, coincidentes com as temperaturas interiores referidas em 3.4, de acordo com o Manual do SCE.

Em “*Sizing Data*” podem ser atribuídos fatores de segurança às cargas térmicas a determinar e na *tab* “*Equipment*” podem ser definidos os parâmetros relativos ao sistema de climatização, de acordo

com a Figura 39. Aqui devem ser definidos os coeficientes de desempenho dos equipamentos seleccionados, assim como as temperaturas exteriores para que esses coeficientes foram calculados, de acordo com a ficha técnica dos equipamentos, em “*Design OADB*”. Fornecendo estes parâmetros o programa estima a eficiência do equipamento para diferentes condições do ar exterior e aplica essas eficiências ao cálculo dos consumos de energia primária.

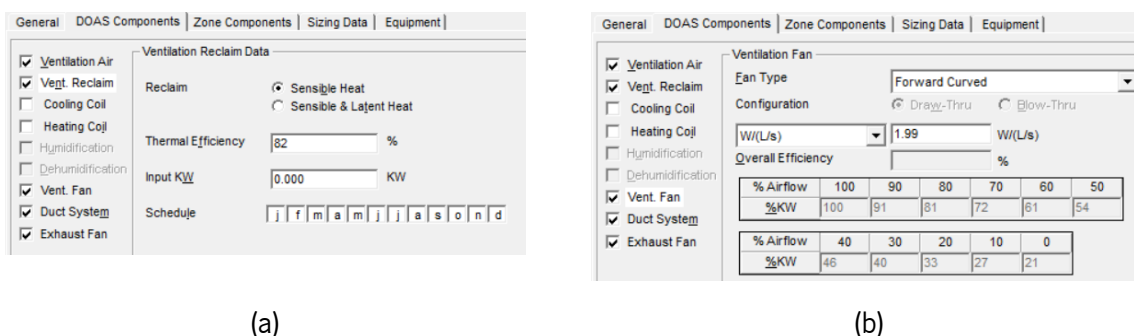


Figura 38 – Janela de introdução dos parâmetros relativos ao recuperador de calor (a) e ventiladores (b) do sistema de ventilação.

Outro parâmetro importante nesta página é o “*Heat Recovery Used*”, em que se indica se existe recuperação de calor no sistema de climatização, algo que é possível em sistemas a três tubos, o que não é o caso dos sistemas seleccionados para este edifício e que serão apresentados posteriormente.

Equipment Data

	Cooling	Heating
Equipment Sizing	Auto-Sized Capacity	Auto-Sized Capacity
Design OADB	35.0 °C	7.0 °C
Estimated Maximum Load	47.9 kW	19.4 kW
Design Capacity		
Capacity Oversizing Factor	15 %	25 %
AHRI Performance Rating	6.590 SEER	4.240 HSPF
Compressor Type	Variable Speed Scroll	
Refrigerant Piping Equivalent Length	0.0 m	
Refrigerant Piping Vertical Distance	0.0 m	
Minimum Load	10 %	
Heat Pump Cutoff OADB	-20.0 °C	
Heat Recovery Used	No	
Auxiliary Heating	Electric Resistance	
Auxiliary Heating Upper Cutoff	-20.0 °C	

Figura 39 – Página “*Equipment Data*” em que se definem os coeficientes de desempenho do equipamento de climatização.

4.2. RESULTADOS DAS CARGAS TÉRMICAS E NECESSIDADES ENERGÉTICAS

Neste subcapítulo serão apresentados os resultados obtidos para as necessidades energéticas e para as cargas térmicas dos espaços. Com estas cargas térmicas foi possível efetuar a seleção dos equipamentos de climatização e dessa forma definir os valores de eficiência, necessários para determinar os consumos de energia primária do edifício. Esse trabalho será apresentado numa fase posterior do relatório.

Na Tabela 36 apresentam-se as cargas térmicas obtidas para alguns espaços. Pela sua análise pode-se verificar que a copa apresenta um grande consumo por unidade de área, devido ao consumo elevado dos equipamentos, sendo esta justificação também válida para o gabinete médico. No caso da sala de refeições e do ginásio os consumos elevados devem-se à ocupação elevada destes espaços, sendo que no caso do ginásio a taxa de metabolismo superior, resultante da atividade física praticada neste espaço, provoca também um maior consumo energético a nível de arrefecimento. No caso dos quartos, os valores obtidos encontram-se dentro do esperado para um espaço com baixa ocupação de um edifício moderno com envidraçados de boa qualidade.

A versão completa desta tabela, com os dados para todos os espaços, pode ser consultada no Anexo M.

Tabela 36 – Resultados das cargas térmicas para alguns dos espaços climatizados.

Ref ^a	Designação do espaço	Piso	Área	Ocup.	Potência de Arrefecimento [kW]			Potência de aquecimento [kW]	Pot/área Arref. [W/m ²]
					Calor Sensível	Calor Latente	TOTAL [kW]		
0.11	Copa	0	19.08	4	8.70	1.00	9.70	0.20	508.39
0.12	Sala de Refeições	0	192.62	78	11.70	22.60	34.30	11.10	178.07
0.32	Gabinete Médico	0	14.73	2	0.90	1.20	2.10	0.80	142.57
0.42	Sala de estar UN1	0	129.27	14	2.70	4.60	7.30	3.40	56.47
0.63	Ginásio	0	45.38	10	4.70	7.20	11.90	3.40	262.23
0.78	Quarto	0	21.82	2	0.60	0.50	1.10	0.50	50.41
1.01	Quarto	1	21.82	1	0.60	0.50	1.10	0.80	50.41
2.02	Quarto	2	21.82	1	0.50	0.50	1.00	0.70	45.83

As cargas térmicas foram distribuídas por quatro máquinas exteriores, tendo em conta as fases de construção do edifício e os perfis de climatização dos espaços. Desta forma conseguem-se evitar variações de potência muito significativas ao longo do dia para cada máquina, o que permite um funcionamento mais eficiente destes equipamentos. Na Figura 40 encontra-se a planta das zonas afetadas a cada unidade exterior de climatização do piso 0. A atribuição das unidades exteriores para os restantes espaços pode ser consultada no Anexo M. Na Tabela 37 encontra-se o resumo das cargas térmicas resultantes para cada máquina exterior, podendo-se verificar que o edifício apresenta uma carga térmica máxima simultânea de 192 kW em arrefecimento e de 83 kW em aquecimento.

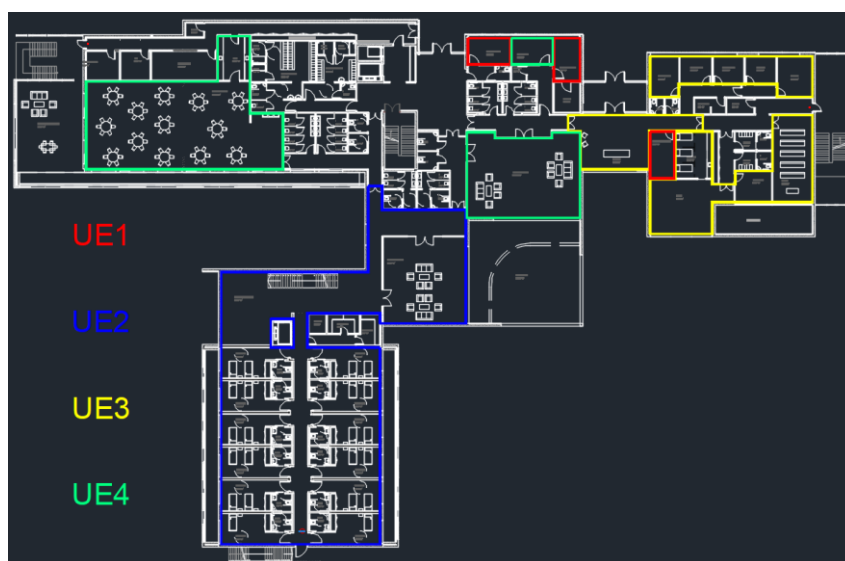


Figura 40 – Zonas afetadas a cada unidade exterior de climatização para o piso 0.

Tabela 37 – Distribuição das cargas térmicas pelas máquinas exteriores e cargas térmicas totais para os espaços climatizados.

Equipamento	Total Arrefecimento [kW]	Total Aquecimento [kW]
VRF - UE1	58.30	28.30
VRF - UE2	38.10	27.10
VRF - UE3	42.30	12.40
VRF - UE4	53.40	15.50
Total	192.10	83.30

Na Figura 41 apresentam-se as necessidades energéticas do edifício, sendo que a climatização apresenta o maior peso, com 266 MWh, seguidos da iluminação com 115 MWh, a ventilação com 55 MWh e por fim os equipamentos com 37 MWh. Por análise da Figura 42 verifica-se ainda que o arrefecimento representa 89,15% dos consumos de climatização, com os restantes 10,85% para aquecimento, o que

se traduz em consumos de 237 MWh e 29 MWh, respetivamente. Esta disparidade entre os consumos de arrefecimento e de aquecimento deve-se em parte à grande ocupação do edifício, que varia entre 120 e 166 ocupantes, conforme a hora do dia. Os grandes consumos de iluminação e de equipamentos, que se traduzem diretamente em consumos elevados de arrefecimento, têm também um papel importante para o acréscimo das necessidades de arrefecimento. Para além disto, não foi considerado o efeito *free-cooling* na simulação, uma vez que o HAP não o permite de forma direta.

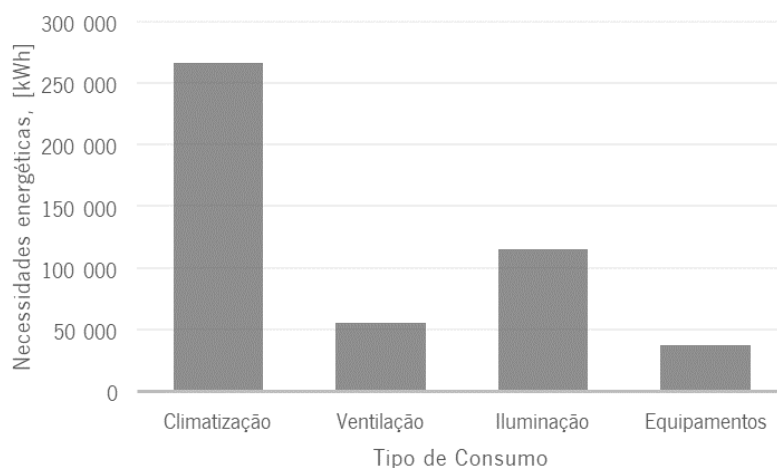


Figura 41 – Necessidades energéticas do edifício.

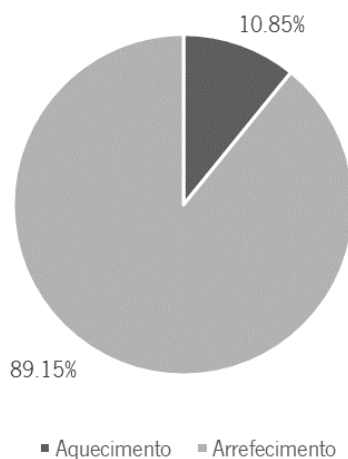


Figura 42 – Contributo das necessidade de aquecimento e de arrefecimento para os consumos totais de climatização.

4.3. SELEÇÃO DOS SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO

Tendo em conta a distribuição das cargas térmicas pelas máquinas exteriores, apresentada na Tabela 37, foi efetuada uma seleção dos equipamentos de climatização a utilizar no edifício. Na Tabela 38 apresentam-se as máquinas selecionadas, a sua capacidade máxima e os seus coeficientes de desempenho energético, tendo em conta condições nominais apresentadas no Anexo S, em conjunto com a ficha técnica destes equipamentos.

Tabela 38 – Equipamentos de climatização selecionados e características técnicas.

		UE1	UE2	UE3	UE4
Modelo		PUHY-P550YSNW-A	PUHY-P350YNW-A	PUHY-P400UNW-A	PUHY-500YNW-A
Potência Necessária, [kW]	Arrefecimento	58,30	38,10	42,30	53,40
	Aquecimento	28,30	27,10	12,40	15,50
Potência Máxima, [kW]	Arrefecimento	61,50	40,00	45,00	56,00
	Aquecimento	69,00	45,00	50,00	63,00
SEER		6,59	6,35	5,85	6,32
SCOP		4,24	4,33	4,00	4,04

A localização das máquinas de climatização na cobertura do edifício é apresentada na Figura 43.



Figura 43 – Localização dos equipamentos de climatização nas coberturas da fase 1 e fase 2, representados a verde.

5. SISTEMA DE PRODUÇÃO DE AQS

Neste capítulo apresenta-se a solução inicial encontrada para o sistema de produção de águas quentes sanitárias (AQS), consistindo num sistema solar térmico que capaz de suprir a maior parte das necessidades de água quente do edifício, apoiado por uma caldeira a gás natural, que será dimensionada para ser capaz de suprir a totalidade das necessidades de AQS, de forma a garantir a produção de água quente nos meses com menor incidência solar ou em caso de falha do sistema solar térmico, de acordo com o esquema ilustrativo da Figura 44.

Este capítulo inicia-se pela definição do perfil de consumo de AQS, o que permite o dimensionamento do sistema solar térmico e da caldeira de apoio.

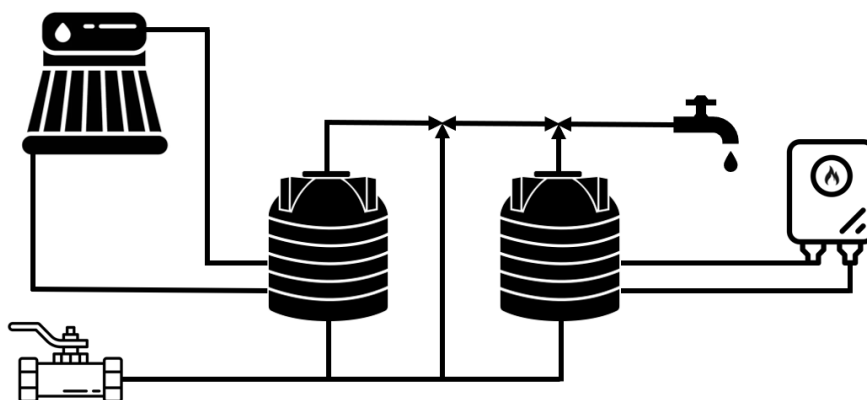


Figura 44 – Esquema ilustrativo do sistema de produção de AQS.

5.1. PERFIL DE CONSUMO DE AQS

O perfil de consumo de AQS foi determinado de acordo com a metodologia apresentada em [20]. Esta consiste em determinar, numa primeira fase, o consumo médio horário, determinado através do valor calculado para o consumo médio diário obtido de acordo com o presente na norma UNE 94002:2005. No caso do edifício em estudo, como se trata de um lar de idosos, o consumo de AQS a considerar é de 55 L/cama a 60°C, o que para as 120 camas do lar totaliza um valor de 6600 L/dia. Assim, tem-se que o consumo médio horário de água quente é de 275 L.

O perfil de consumo é dado multiplicando hora a hora um fator α pelo consumo médio horário calculado anteriormente. Este fator obtém-se, para um lar de idosos, pelos gráficos apresentados no Anexo N. Em alguns casos deve-se também aplicar um fator de correção mensal, indicativo do grau de

ocupação do edifício. No entanto, no caso dos lares de idosos este fator não se aplica, uma vez que a sua ocupação é aproximadamente constante para todo o ano.

Assim, obtiveram-se os perfis de consumo de água quente apresentados na Figura 45, Figura 46 e Figura 47, para os dias da semana, sábado e domingo, respetivamente.

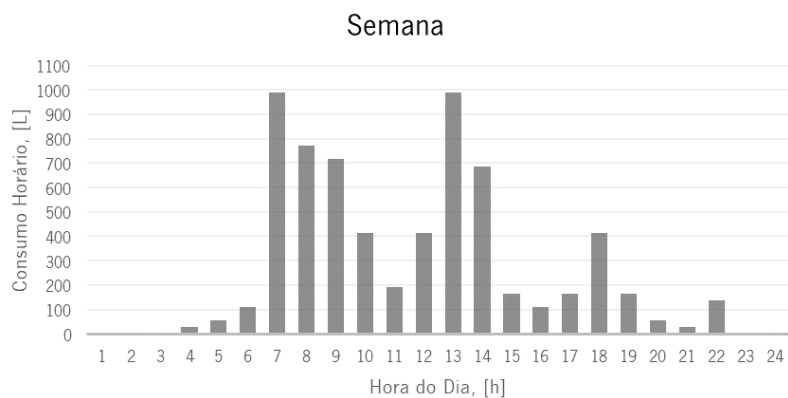


Figura 45 – Perfil de consumo de água quente estimado para um lar de idosos nos dias da semana.

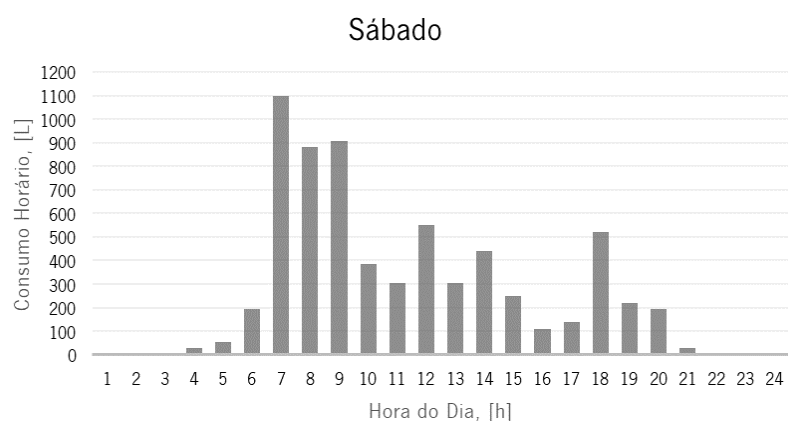


Figura 46 – Perfil de consumo de água quente estimado para um lar de idosos para o sábado.

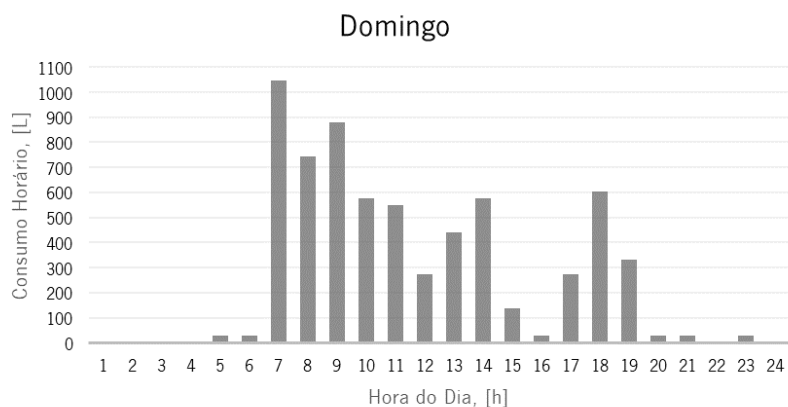


Figura 47 – Perfil de consumo de água quente estimado para um lar de idosos para o domingo.

5.2. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA SOLAR TÉRMICO

Neste subcapítulo apresenta-se o estudo realizado de forma a dimensionar o sistema solar térmico procurando a solução mais interessante do ponto de vista económico. Desta forma, avaliou-se a influência de vários parâmetros no custo da solução e no valor da fração solar, sendo esta a percentagem de energia necessária para produção de água quente que provém do sistema solar.

De acordo com a Portaria nº 138-I/2021, de forma a otimizar os sistemas solares térmicos recomenda-se que estes assegurem uma fração solar entre 50% e 75%, uma vez que valores superiores se traduzem em benefícios energéticos reduzidos face ao aumento do custo da solução. Decidiu-se, no entanto, avaliar apenas as soluções com frações solares entre 65% e 75%, de forma a tentar melhorar a classe energética do edifício.

Utilizou-se o programa SCE.ER, da DGEG, para avaliar o impacto do número de coletores solares e o volume de acumulação do sistema na fração solar obtida, para dois modelos de coletores solares. Avaliou-se também qual o tipo de apoio que garante uma fração solar superior e qual a melhor inclinação para os coletores.

Para efetuar o dimensionamento deste sistema consideraram-se as temperaturas de consumo e de abastecimento (temperatura da água na rede) apresentadas na Tabela 39. As temperaturas de abastecimento são preenchidas de forma automática pelo programa tendo em conta as condições climatéricas da localização do edifício.

Para estas temperaturas e considerando o perfil de consumo de AQS apresentado anteriormente o programa calculou as necessidades de energia para geração de AQS em 124 902 kWh/ano.

Tabela 39 – Temperaturas de consumo e de abastecimento consideradas para o cálculo das necessidade energéticas para produção de AQS.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Temperatura Consumo [°C]	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Temperatura Abastecimento [°C]	12	13	14	14	16	18	19	19	18	16	14	13

5.2.1. INFLUÊNCIA DO NÚMERO DE COLETORES E VOLUME DE ACUMULAÇÃO NA FRAÇÃO SOLAR

Utilizando o programa SCE.ER foram avaliadas várias configurações de diferente número de coletores e diferente volume de acumulação. Na Tabela 40 apresentam-se as configurações que garantem a fração

solar dentro do intervalo pretendido de 65% a 75%, para dois modelos de coletores solares, selecionados pela sua relevância no mercado: os “Baxi SOL 250” e os “Viessmann Vitosol 200-FM SV2F”. Os depósitos considerados para esta avaliação foram da gama “Baxi AS 1E”, com diferentes volumes e com uma serpentina. Na Tabela 40 apresenta-se também o custo aproximado de cada uma das soluções e o seu custo normalizado à energia produzida. No Anexo O podem ser consultadas as fichas técnicas dos coletores estudados; no Anexo P são apresentadas as fichas técnicas dos depósitos e no Anexo Q podem ser consultados os custos dos materiais considerados para as várias soluções.

Para este estudo considerou-se apoio em paralelo, com coletores orientados a sul e com uma inclinação de 35°. Nos subcapítulos seguintes irá ser avaliada a influência destes parâmetros na fração solar obtida.

Tabela 40 – Configurações de número de coletores solares e volume de acumulação que garantem frações solares entre 65% e 75%, assim como o custo de cada uma das soluções e o seu custo normalizado à energia produzida.

Sol. nº	Modelo	Nº coletores	Área Coleção	Volume acumulação	Fração solar	Eren	Custo solução	Custo/Eren
			[m²]	[L]	[%]	[kWh]	[€]	[€/kWh]
1	Baxi SOL 250	45	113	3500	65	81186	73,354 €	0.90
2		50	126	4000	67	83684	81,618 €	0.98
3		53	133	4000	70	87431	85,493 €	0.98
4		50	126	5000	65	81186	84,531 €	1.04
5		55	138	5000	69	86182	90,886 €	1.05
6	Viessmann Vitosol 200-FM SV2F	50	126	4000	66	82435	74,757 €	0.91
7		53	133	4000	66	82435	78,232 €	0.95
8		55	138	5000	67	83684	83,339 €	1.00
9		60	151	5000	69	86182	89,008 €	1.03

Pode verificar-se que a solução que apresenta menor custo em relação à energia produzida é a solução 1, com 45 coletores “Baxi SOL 250” e um volume de acumulação de 3500 L, apresentando um custo por kWh de energia produzida de 0,90 €/kWh e garantindo uma fração solar de 65%. A solução 6 apresenta valores semelhantes, com 50 coletores “Viessmann Vitosol 200-FM SV2F” e um volume de acumulação de 4000 L, resultando num custo específico ligeiramente superior (0,91 €/kWh) mas que garante também uma fração solar um pouco maior, de 66%.

5.2.2. INFLUÊNCIA DA DISPOSIÇÃO DO APOIO

Foi também avaliada a influência da disposição do apoio na fração solar obtida, sendo que existem três possibilidades para o tipo de apoio: em série, em paralelo ou ao depósito, apresentadas na Figura 48.

Para o apoio em série, a água que sai do depósito é aquecida no equipamento de apoio até à temperatura de consumo desejada. No apoio em paralelo a água que sai do depósito é misturada com água quente fornecida pelo equipamento de apoio. No caso do apoio direto ao depósito o equipamento de apoio aquece a água do topo do depósito quando há um pedido de consumo e esta não se encontra à temperatura desejada [9]. Para os casos em que o equipamento de apoio consiste numa caldeira de condensação a utilização do apoio em série pode prejudicar a eficiência da caldeira, caso a temperatura de saída do depósito seja superior à temperatura de condensação da caldeira.

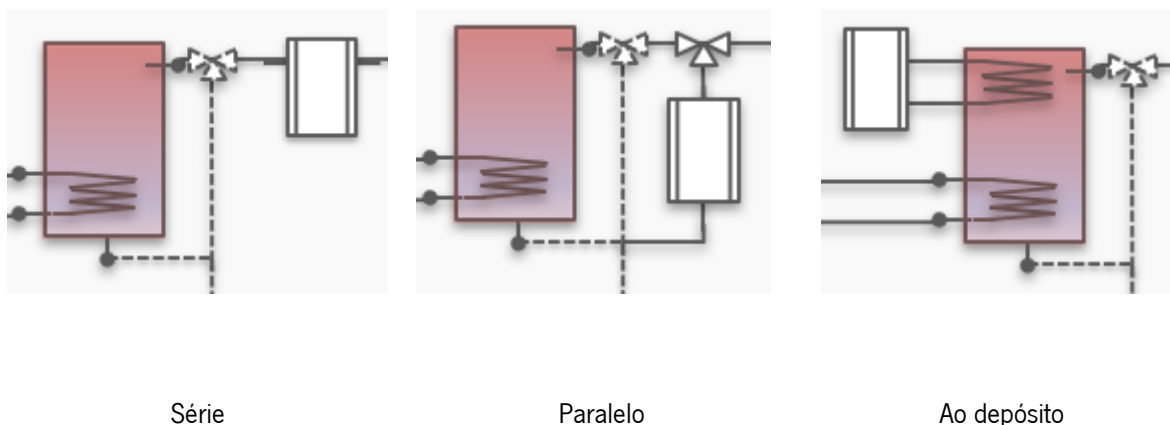


Figura 48 – Tipos de disposição do apoio dos sistemas solares térmicos. [10]

Na Tabela 41 apresentam-se as soluções que garantiram uma fração solar entre 65% e 75%, para os vários tipos de apoio. Pode-se verificar não só que se conseguiram obter frações solares mais altas, para as mesmas condições, quando o apoio é realizado em paralelo, mas também que apenas utilizando o apoio em paralelo se conseguiu atingir o limite mínimo pretendido de 65% de fração solar.

Tabela 41 – Fração solar obtida para diferente número de coletores, volume de acumulação e disposição do apoio.

Sol. n ^o	Modelo	N ^o coletores	Área Coleção	Volume Acumulação	Fração solar por tipo de apoio		
			[m ²]	[L]	Série	Paralelo	Ao Depósito
					[%]	[%]	[%]
1	Baxi SOL 250	45	112.95	3500	44%	65%	54%
2		50	125.5	4000	45%	67%	57%
3		53	133.03	4000	45%	70%	57%
4		50	125.5	5000	60%	65%	62%
5		55	138.05	5000	64%	69%	61%
6	Viessmann Vitosol 200-FM SV2F	50	125.5	4000	59%	67%	46%
7		53	133.03	4000	62%	66%	47%
8		55	138.05	5000	61%	67%	53%
9		60	150.6	5000	63%	69%	53%

Na Figura 49 apresenta-se a evolução da fração solar em função da área de coleção, para as três diferentes disposições do apoio. Verifica-se que, para áreas de coleção menores, o apoio ao depósito leva a frações solares mais altas, seguido do apoio em paralelo e por fim o apoio em série. Para as áreas de coleção maiores ocorre uma inversão e o apoio em paralelo torna-se mais benéfico, seguido do apoio em série e por fim o apoio ao depósito. Com isto pode-se concluir que é relevante efetuar este estudo da influência do tipo de apoio, uma vez que para configurações diferentes de coletores podem existir disposições do apoio mais benéficas diferentes.

A variação da fração solar apresentada na Figura 49 corresponde a um volume de acumulação de 5000 L, utilizando os coletores Viessmann. No entanto, a mesma tendência foi verificada para diferentes volumes de acumulação e também para os coletores Baxi.

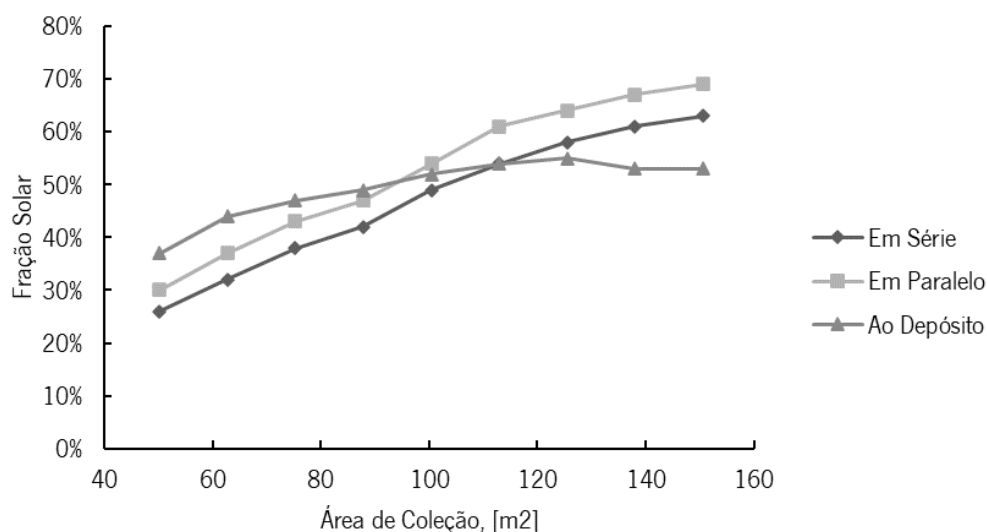


Figura 49 – Fração solar em função da área de coleção, para diferentes disposições do apoio.

5.2.3. INFLUÊNCIA DA INCLINAÇÃO DOS COLETORES

Foi efetuado um estudo da influência da inclinação dos coletores na fração solar, de forma a tentar determinar a melhor inclinação para os coletores, tendo-se obtido os resultados apresentados na Figura 50, que permitem confirmar que a inclinação ideal é de 35°.

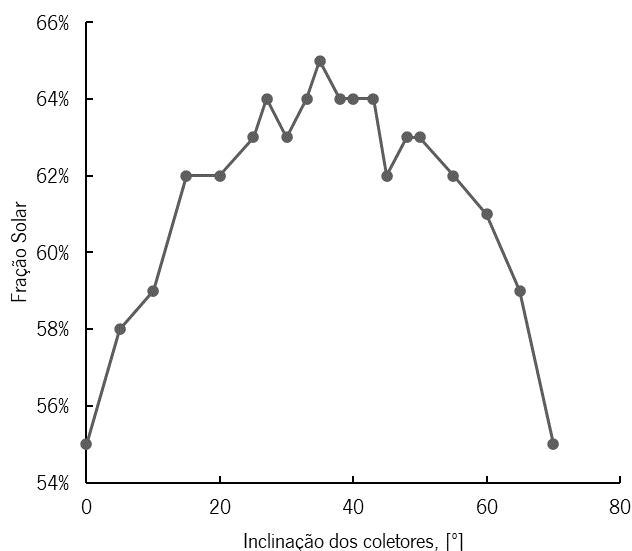


Figura 50 – Fração solar em função da inclinação dos coletores solares.

5.2.4. SOLUÇÃO SELECIONADA

Tendo em conta o estudo apresentado anteriormente, optou-se pela solução 1, com 45 coletores solares “Baxi SOL 250”, o que perfaz uma área de coleção de 113 m², um depósito “Baxi AS 3500-1E”, com um volume de acumulação de 3500 L e uma serpentina, com apoio em paralelo através de uma caldeira. Os coletores deverão ser montados com uma inclinação de 35° e orientados a Sul.

Esta solução permitirá atingir uma fração solar de aproximadamente 65%, o que se traduz numa captação de energia solar para aquecimento de 81 186 kWh e terá um custo de investimento de aproximadamente 73 354€.

Como forma de validação dos resultados obtidos, foram introduzidos os mesmos parâmetros de simulação no programa SolTerm, mais usado na vertente de projeto de sistemas solares térmicos e não na vertente de certificação energética como o SCE.ER. Obteve-se uma fração solar de 67,4%, próxima dos 65% obtidos no SCE.ER.

5.2.5. DISPOSIÇÃO DOS COLETORES NA COBERTURA E LOCALIZAÇÃO DOS DEPÓSITOS

Após definida a configuração do sistema solar térmico, procedeu-se à localização dos coletores na cobertura do edifício e do depósito nas áreas técnicas.

A localização do depósito foi definida em conjunto com a arquitetura, tendo-se decidido colocá-lo numa das áreas técnicas localizada no piso -1, como indicado na Figura 51. Deve-se notar que esta não é a localização mais adequada, dada a distância elevada até aos coletores localizados na cobertura, de aproximadamente 15 m.

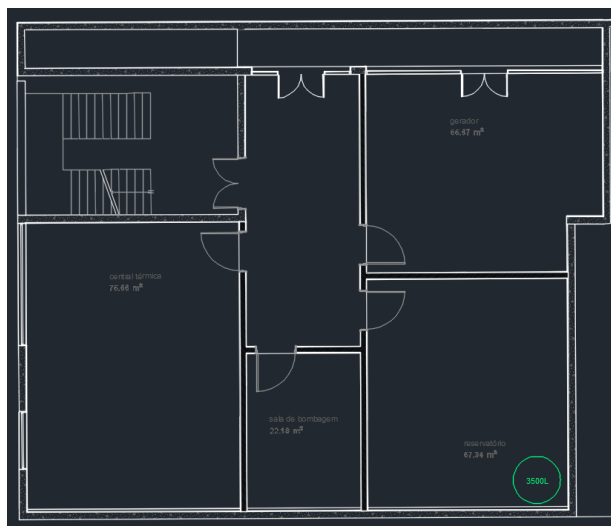


Figura 51 – Localização do depósito de acumulação solar, no piso -1, representado a verde.

Para definir a disposição dos coletores na cobertura é necessário ter em conta o efeito do sombreamento resultante de uma linha de coletores nos coletores das linhas adjacentes. Para tal, torna-se necessário definir um espaçamento entre linhas de modo que às 12 horas solares do dia mais desfavorável, que se trata da altura solar mínima no solstício de inverno, a sombra da aresta superior duma fila tem de projetar-se, no máximo, sobre a aresta inferior da fila seguinte, como exemplificado na Figura 52. [21]

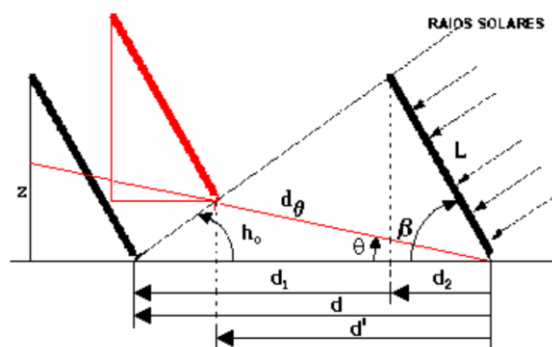


Figura 52 – Parâmetros a considerar para determinar o distanciamento entre filas de coletores para maximizar a incidência solar. [21]

Assim, a distância entre filas pode ser calculada por:

$$d = L \frac{\sin \beta}{\tan h_0} + \cos \beta \quad 5.1$$

Sendo a altura solar mínima dada por:

$$h_0 = 90^\circ - (\textit{Latitude lugar})^\circ - 23,5^\circ \quad 5.2$$

Para uma altura dos coletores L de 2,187 m, uma inclinação β de 35° e uma latitude de $41,2^\circ$, tem-se que as linhas dos coletores devem distanciar-se umas das outras no mínimo de 4,45 m. Assim, uma vez que a cobertura tem muito espaço disponível, decidiu distanciar-se as linhas de 5 m entre si.

Orientando os coletores a sul, verifica-se que a cobertura permite a montagem de linhas de até 10 coletores, o que corresponde também ao número máximo de coletores por fila indicado na ficha técnica. No entanto, para filas de mais de 5 coletores em série, as perdas de carga tornam-se demasiado elevadas, o que se traduz em custos de bombagem acrescidos. [22]

Assim, optou-se por dispor os coletores em 4 filas de 5 mais 5 coletores em série e uma fila de 5 coletores, como apresentado na Figura 53.

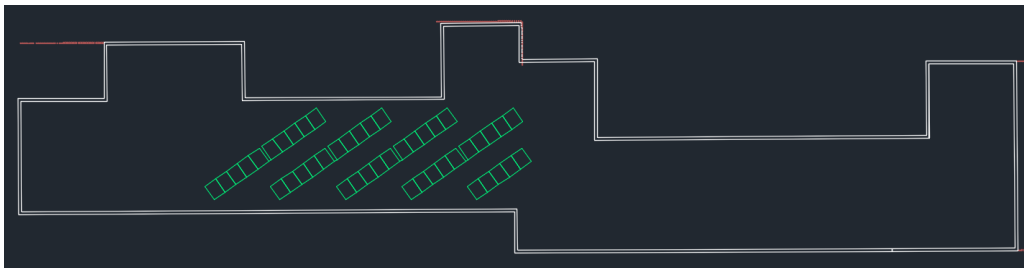


Figura 53 - Disposição dos coletores solares térmicos na cobertura do edifício, representados a verde.

5.3. DIMENSIONAMENTO E SELEÇÃO DA CALDEIRA

Para o apoio optou-se por uma caldeira a gás natural para servir de apoio ao sistema solar térmico, sendo neste subcapítulo apresentado o procedimento seguido para dimensionar e selecionar este equipamento.

Foram avaliados dois métodos de gestão do sistema de aquecimento de água por caldeira, primeiramente avaliou-se uma solução de acumulação total e depois uma solução de reaquecimento intermédio.

5.3.1. ACUMULAÇÃO TOTAL

Uma das soluções possíveis para o sistema de produção de água quente com caldeira é assumir que a caldeira produz água quente durante o período em que não há consumo, sendo essa água quente acumulada num depósito com volume igual ou superior às necessidades diárias de AQS, ou seja, um sistema de acumulação total.

Para os perfis de consumo apresentados em 5.1, a potência mínima que a caldeira deve apresentar é de 34,5 kW, como se pode verificar pela Tabela 42.

Tabela 42 – Resultados obtidos para a solução de acumulação total.

	Semana	Sábado	Domingo
Tempo de reaquecimento [h]	11	10	11
Potência [kW]	31,4	34,5	31,4
Obs.	Consumo das 7h às 19h	Consumo das 7h às 20h	Consumo das 7h às 19h

Considerando a gama de caldeiras da Baxi disponíveis, a caldeira com a potência mais próxima da necessária é a “Baxi Power HT Plus 50 F”, com uma potência útil de 45 kW, eficiência de 87,9% em base PCS e com um custo de 6 186 €, segundo a ficha técnica apresentada no Anexo R.

Existem três possíveis opções quanto aos depósitos de acumulação para o volume necessário de 6600 L:

- Opção 1: 1 depósito AS 5000-1E + 1 depósito AS 2000-IN E – 23 372 €
- Opção 2: 1 depósito AS 4000-1E + 1 depósito AS 3000-IN E – 22 399 €
- Opção 3: 1 depósito AS 3500-1E + 1 depósito AS 3500-IN E – 21 157 €

A opção 3 é a mais adequada, uma vez que, apesar de ocupar mais espaço que as restantes, apresenta um custo bastante inferior, de acordo com o catálogo técnico apresentado no Anexo P, e as áreas técnicas do edifício têm espaço suficiente para receber estes equipamentos.

Assim, o custo da solução de acumulação total é de 27 343 €.

5.3.2. REAQUECIMENTO INTERMÉDIO

Outra solução possível é dividir o perfil de consumo em dois períodos de consumo, devendo-se garantir no início de cada um desses períodos um volume de acumulação equivalente ao consumo previsto. Desta forma a caldeira deverá ser capaz de reaquecer o volume de água necessário para garantir a acumulação necessária para o segundo período. Assim, é expectável que se consiga reduzir o volume de acumulação, reduzindo o investimento em depósitos, em detrimento de potências de aquecimento superiores e, possivelmente, um investimento superior numa caldeira mais potente. Foi necessário, portanto, avaliar

esta solução para se confirmar se é possível obter uma solução com custo inferior à solução de acumulação total.

É útil simplificar o perfil de consumo reduzindo cada um dos períodos de consumo a um pico único, no início de cada período, como exemplificado na Figura 54, para o perfil de consumo dos dias da semana apresentado na Figura 45.

A posição dos picos pode ser definida de forma a obter potências de aquecimento e volumes de acumulação diferentes, que podem ser combinados de forma a obter a solução com menor custo possível. Foi estudada uma primeira opção, cujos parâmetros são apresentados na Tabela 43. Aqui, os consumos ocorridos até às 11h assumem-se como ocorridos às 7h e os consumos, com um segundo pico às 12h, equivalente aos restantes consumos.

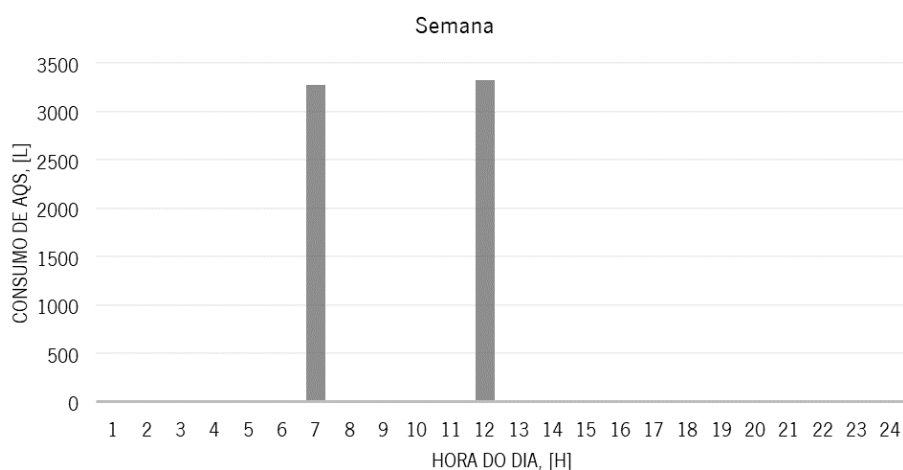


Figura 54 – Normalização dos consumos a dois picos, para os dias da semana.

Tabela 43 – Resultados da primeira opção de reaquecimento intermédio.

	Semana	Sábado	Domingo
Pico 1	Consumo, [L]	3272,5	3850
	Hora, [h]	7	7
Pico 2	Consumo, [L]	3327,5	2750
	Hora, [h]	12	12
Tempo reaquecimento 1, [h]		4	4
Tempo reaquecimento 2, [h]		18	18
Potência reaquecimento 1, [kW]		42,8	50,4
Potência reaquecimento 2, [kW]		9,7	8,0
Volume Acumulação Mínimo, [L]		3327,5	3850

De acordo com estes resultados, verifica-se que é necessário recorrer a uma caldeira “Baxi Power HT Plus 70 F”, com 65 kW de potência útil, e a um depósito “Baxi AS 4000-1E”, que têm um custo total de 20 949 €.

Estudou-se outra opção, mantendo o volume de acumulação de 4000 L, mas tentando reduzir a potência necessária, para permitir a utilização de uma caldeira mais barata. Essa opção é apresentada na Tabela 44.

Nesta solução fez-se variar a hora a que se consideram os picos de consumo, de modo a reduzir a potência de aquecimento necessária, tendo-se obtido, para um volume de acumulação de 4000 L, uma potência mínima de 34 kW. É de notar também que para esta solução se considerou o volume de água quente que ainda resta no depósito depois do primeiro período de utilização como sendo usável para o segundo período de utilização.

Tabela 44 – Resultados da segunda opção de reaquecimento intermédio, com redução da potência de aquecimento necessária.

		Semana	Sábado	Domingo
Volume Acumulação, [L]		4000	4000	4000
Pico 1	Consumo, [L]	3685	3850	3850
	Hora, [h]	7	7	7
Pico 2	Consumo, [L]	2915	2750	2750
	Hora, [h]	13	12	12
Tempo reaquecimento 1, [h]		5	4	4
Tempo reaquecimento 2, [h]		17	18	18
Potência reaquecimento 1, [kW]		27,2	34,0	34,0
Potência reaquecimento 2, [kW]		12,3	11,6	11,6

Desta forma conseguiu-se reduzir a potência o suficiente para a caldeira “Baxi Power HT Plus 50 F”, com potência útil de 45 kW, ser capaz de suprir as necessidades de aquecimento, conseguindo-se reduzir o custo da solução para 20 194 €.

Experimentou-se também reduzir o volume de acumulação para 3500 L, permitindo seleccionar um depósito mais pequeno e menos custoso. Os resultados deste estudo apresentam-se na Tabela 45.

Com esta opção consegue utilizar-se um depósito “Baxi AS 3500-1E”, que apresenta um custo mais reduzido, face à opção de 4000 L. No entanto, torna-se necessário recorrer a uma caldeira “Baxi Power HT Plus 90 F”, com potência útil de 85 kW. O custo total desta solução é de 20 428 €.

Tabela 45 – Resultados da terceira opção de reaquecimento intermédio, com redução do volume de acumulação.

		Semana	Sábado	Domingo
Volume Acumulação, [L]		3500	3500	3500
Pico 1	Consumo, [L]	3272,5	3162,5	3300
	Hora, [h]	7	7	7
Pico 2	Consumo, [L]	3327,5	3437,5	3300
	Hora, [h]	12	10	11
Tempo reaquecimento 1, [h]		4	2	3
Tempo reaquecimento 2, [h]		18	20	19
Potência reaquecimento 1, [kW]		40,	81,1	54,1
Potência reaquecimento 2, [kW]		10,2	9,2	9,6

Tendo em conta as opções apresentadas anteriormente, resumidas na Tabela 46, a solução de reaquecimento intermédio mais económica é a segunda opção, com a caldeira “Baxi Power HT Plus 50 F” e o depósito “Baxi AS 4000-1E”, com um custo de 20 194 €.

Tabela 46 – Resumo das opções consideradas para o reaquecimento intermédio.

	Opção 1	Opção 2	Opção 3
Caldeira	70 F	50 F	90 F
Depósito	4000-1E	4000-1E	3500-1E
Custo Total	20 949 €	20 194€	20 428 €

5.3.3. SOLUÇÃO SELECIONADA

Estudadas as soluções de acumulação total e de reaquecimento intermédio, pode verificar-se que o reaquecimento intermédio (Opção 2) apresenta um custo inferior em 7 149 € em relação à acumulação total, sendo por isso a solução a utilizar no edifício. Na Figura 55 apresenta-se a localização da caldeira e do depósito de acumulação selecionados.



Figura 55 – Localização da caldeira e do depósito selecionados, representados a verde.

Resulta assim o esquema de princípio apresentado na Figura 56. Pode-se verificar que o depósito do sistema solar térmico se encontra em paralelo com o depósito do sistema de apoio com caldeira. Considerou-se também um sistema de recirculação de AQS, de acordo com o disposto na Portaria n° 138-I/2021, uma vez que os pontos de consumo mais distantes se encontram a mais de 15 m do equipamento de acumulação.

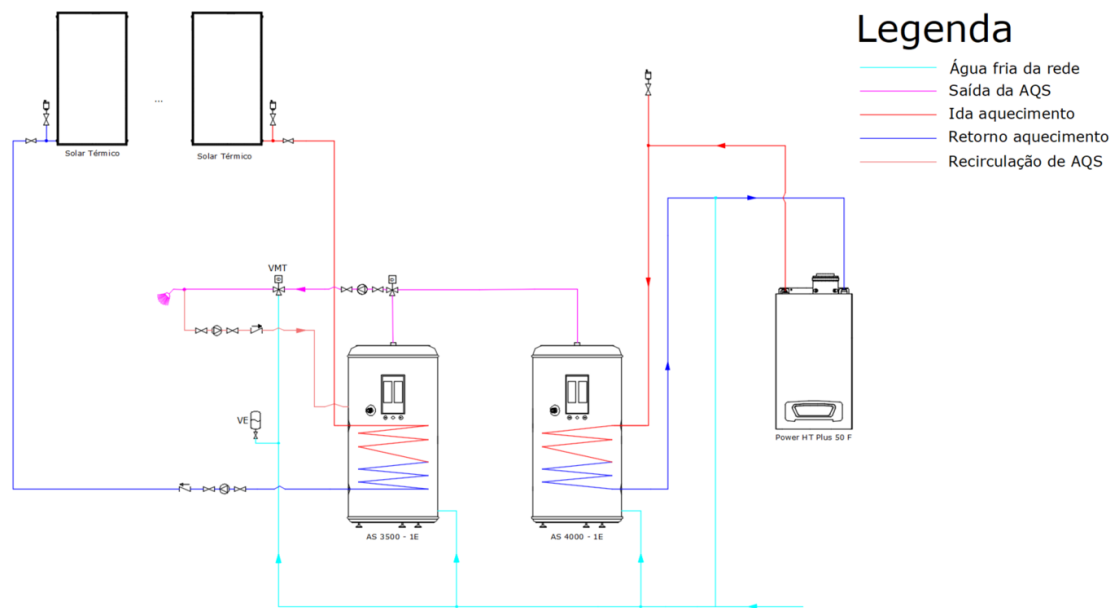


Figura 56 – Esquema de princípio da solução de produção de AQS com sistema solar térmico e apoio em paralelo de caldeira a gás natural, com acumulação.

6. CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA E PROPOSTAS DE MELHORIA

Após a definição da solução de geração de AQS, procedeu-se à determinação da classe energética do edifício, apresentando-se também neste capítulo algumas propostas de melhoria que visam melhorar a classe energética obtida inicialmente, assim como reduzir as emissões equivalentes de CO₂, tendo em conta parâmetros económicos.

6.1. CLASSE ENERGÉTICA DO EDIFÍCIO

De forma a avaliar a eficiência energética do edifício e das soluções para produção de AQS adotadas, foi determinada a classe energética do edifício. A classe é obtida por comparação do R_{IEE} com os valores da Tabela 6, sendo este rácio obtido de acordo com a equação 6.1.

$$R_{IEE} = \frac{IEE_{pr,S} - IEE_{pr,ren}}{IEE_{ref,S}} \quad 6.1$$

Em que,

R_{IEE} – Rácio de classe energética em edifícios de comércio e serviços;

$IEE_{pr,S}$ – Indicador de eficiência energética previsto do tipo S [kWh_{EP}/(m².ano)];

$IEE_{ref,S}$ – Indicador de eficiência energética previsto renovável [kWh_{EP}/(m².ano)];

$IEE_{pr,ren}$ – Indicador de eficiência energética de referência do tipo S [kWh_{EP}/(m².ano)].

Os consumos energéticos podem ser divididos em dois tipos: tipo S e tipo T, sendo que apenas os consumos do tipo S são relevantes para a determinação da classe energética, como se pode verificar pela equação 6.1, pelo que apenas este tipo de consumos foi calculado.

6.1.1. EDIFÍCIO PREVISTO

Seguindo a metodologia do manual do SCE, determinaram-se os consumos do tipo S e a produção de energia renovável destinada a autoconsumo para o edifício previsto, tendo-se obtido os resultados apresentados na Tabela 47, através de simulação dinâmica multizona.

Tabela 47 – Consumos de energia final e energia primária de tipo S para o edifício previsto.

		Energia Final [kWh]	Fonte	Energia Primária [kWh _{EP}]	
				S/ Renovável	Renovável
Aquecimento	EUs Climatizados	1 743	Eletricidade	4 358	9 427
	EUs não Climatizados	5911	Eletricidade	14 778	-
Arrefecimento	EUs Climatizados	27 658	Eletricidade	69 145	185 972
	EUs não Climatizados	8 191	Eletricidade	20 477	-
AQS	Solar Térmico	81 402	Renovável	-	81 402
	Apoio	44 662	Gás Natural	44 662	-
Ventiladores AVAC		55 060	Eletricidade	137 650	-
Bombagem AVAC e AQS		1780	Eletricidade	4450	-
Iluminação Interior EUs e ENUs		115 203	Eletricidade	288 008	-
Total		341 610		583 528	276 801
				860 327	

Assim, calculou-se o $IEE_{pr,S}$ em 186,60 kWh_{EP}/(m².ano) e o $IEE_{pr,ren}$ em 60,04 kWh_{EP}/(m².ano).

6.1.2. EDIFÍCIO DE REFERÊNCIA

Deve também determinar-se o $IEE_{ref,S}$, sendo para tal necessário realizar nova simulação dinâmica de acordo com o previsto no Manual do SCE, nomeadamente [8]:

- Alteração dos coeficientes de transmissão térmica da envolvente opaca e envidraçada para os valores de referência, apresentados na Tabela 48;
- Nos casos em que o rácio entre a área de envidraçados e a área da fachada, por direção, for superior a 30%, considerar a área correspondente ao limite de 30%;
- Considerar o fator solar de referência apresentado na Tabela 48;
- Não considerar o efeito dos dispositivos de proteção solar e de elementos de sombreamento do tipo pala horizontal e vertical;
- Considerar os caudais de ar novo calculados pelo método prescritivo, afetados de uma eficácia de remoção de poluentes de 0,80, ou seja, sem considerar os ajustes para equilíbrio de caudais realizados para o edifício previsto;
- Para os ventiladores das UTAN ventiladores de extração com potência igual ou superior a 750 W, considerar um SFP de 1250 W/(m³/s), resultando os SFP apresentados na Tabela 49;
- Não considerar recuperação de calor nos sistemas de ventilação;

- Considerar os valores de referência para os equipamentos de climatização e geração de AQS apresentados na Tabela 50;
- Não considerar o contributo de fontes de energia renováveis.

Na Tabela 48 apresentam-se os coeficientes de transmissão térmica de referência para a envolvente opaca e envidraçada, assim como o valor de referência para o fator solar.

Tabela 48 – Valores de referência para o coeficiente de transmissão térmica dos elementos da envolvente opaca e envidraçada e valor de referência para o fator solar.

U_{ref}	Elementos opacos verticais	0,60
	Elementos opacos horizontais	0,45
	Vãos envidraçados	3,30
$g_{tot,ref}$		0,20

Na Tabela 49 apresentam-se os SFP a considerar para os ventiladores associados à ventilação do edifício, para o edifício de referência.

Tabela 49 – Valores de SFP dos ventiladores associados à ventilação do edifício de referência.

Equip.	SFP [W/(m ³ /s)]	
	Insuflação	Extração
UTAN1	1250	1250
UTAN2	1776	1250
UTAN3	1729	1951
UTAN4	1250	1250
UTAN5	1250	1250
VE1	-	942
VEIS1	-	604

Na Tabela 50 encontram-se as valores de eficiência dos equipamentos de climatização e de produção de AQS a considerar para o edifício de referência.

Tabela 50 – Valores de eficiência dos equipamentos de climatização e produção de AQS a considerar para o edifício de referência.

Climatização	Aquecimento	3,00
	Arrefecimento	2,90
Caldeira AQS		0,89 ¹

1 – Eficiência em base PCS

Assim, obtiveram-se os consumos da Tabela 51, resultando um $IEE_{ref,S}$ de 154,22 kWh_{EP}/(m².ano).

Tabela 51 – Consumos de energia final e energia primária de tipo S para o edifício de referência.

	Energia Final [kWh]	Fonte	Energia Primária [kWh_{EP}]
Aquecimento	26 771	Eletricidade	66 928
Arrefecimento	36 600	Eletricidade	91 500
AQS	140 339	Gás Natural	140 339
Ventiladores AVAC	48 648	Eletricidade	121 621
Bombagem AVAC e AQS	1 060	Eletricidade	2 650
Iluminação Interior EUs e ENUs	115 203	Eletricidade	288 008
Total	368 621		711 045

6.1.3. CÁLCULO DA CLASSE ENERGÉTICA E EMISSÕES DE CO₂

Aplicando a equação 6.1 obtém-se um R_{IEE} de 0,82, o que corresponde a uma classe energética B-, não regulamentar. Aplicando os fatores de conversão de energia primária para emissões de CO₂ adequados a cada tipo de energia, obtiveram-se para o edifício emissões de CO₂ de 86 618 kg/ano.

Uma vez que o edifício não se encontra regulamentar a nível da classe energética torna-se necessário encontrar medidas de melhoria que visam melhorar a eficiência energética do edifício, que serão apresentadas nos subcapítulos subsequentes.

6.2. PROPOSTA DE MELHORIA I – SUBSTITUIÇÃO DA CALDEIRA POR UMA BOMBA DE CALOR

No subcapítulo anterior verificou-se que o edifício não cumpre o requisito de classe energética, pelo que é necessário definir medidas de melhoria que garantam uma melhor eficiência do edifício. Neste subcapítulo apresenta-se a primeira dessas medidas, que consiste em alterar o apoio do sistema de produção de AQS de uma caldeira para uma bomba de calor.

Inicialmente realiza-se a seleção da bomba de calor, de acordo com as potências necessárias calculadas anteriormente, seguindo-se uma avaliação económica desta alteração e por fim a determinação do impacto desta medida na classe energética e nas emissões de CO₂ do edifício.

6.2.1. SELEÇÃO DA BOMBA DE CALOR

A seleção da bomba de calor foi efetuada tendo por base as mesmas condições que foram consideradas para o dimensionamento da caldeira, ou seja, uma potência mínima de 34 kW e um volume de acumulação de 4000 L a 60°C, tendo também em conta as condições do ar exterior apresentadas em 3.2. Resultou a seleção da bomba de calor com as características apresentadas na Tabela 52. É de notar que esta bomba de calor apresenta um COP baixo, devido à elevada potência necessária e à temperatura de acumulação elevada (60°C). No Anexo T apresenta-se a ficha técnica deste equipamento.

Tabela 52 – Características técnicas da bomba de calor selecionada.

Unidade Exterior	Daikin EMRQ14AB
Unidades Interiores	3 X Daikin EKHBRD016ADY17
Potência Disponível	39,70 kW
COP (T_{ext} = 7°C)	2,51
Frigorigénio	R410A
Massa	339 + 3 X 147 kg
Preço	29 275 €

Tendo em conta os acessórios necessários para integrar a bomba de calor com o restante sistema, este sistema apresenta um custo total de 36 640 €, de acordo com o catálogo técnico da Daikin.

6.2.2. AVALIAÇÃO ECONÓMICA

Efetuiu-se uma comparação económica simples entre a solução apresentada inicialmente, que recorre a uma caldeira a gás natural para efetuar a preparação de AQS, e a esta solução que recorre a uma bomba de calor. Na Figura 57 apresenta-se a evolução dos custos para ambas as soluções, podendo verificar-se que inicialmente a solução de caldeira a gás natural apresenta um custo significativamente inferior, sendo a diferença de investimento inicial de 30 454 €. No entanto, devido aos custos de operação inferiores para o sistema com a bomba de calor, permitindo uma poupança anual de 2898 €, dá-se um ponto de inversão, verificando-se um período de retorno simples de 10,51 anos para a esta proposta de melhoria.

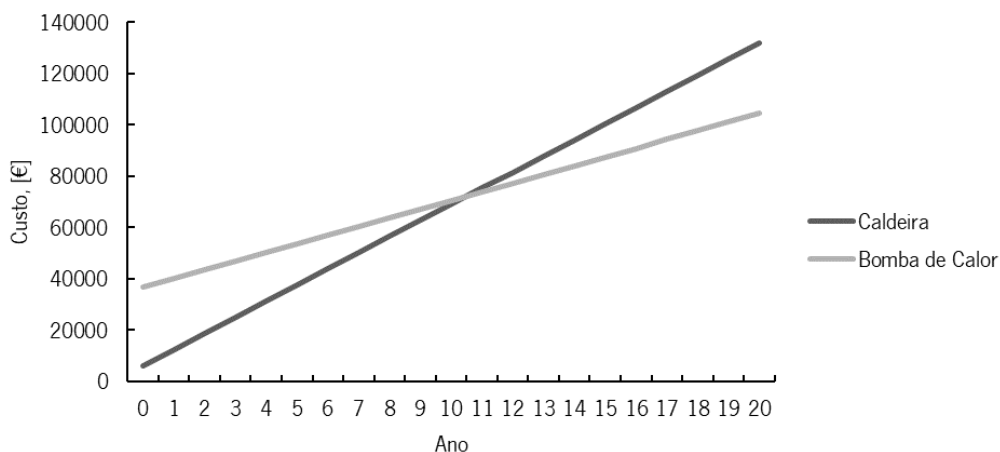


Figura 57 – Evolução dos custos ao longo do tempo para a solução de preparação com caldeira a gás natural ou com bomba de calor. PRR = 10,51 anos.

Para esta avaliação consideraram-se os preços da eletricidade e do gás natural fornecidos pela DGEG para o segundo semestre de 2022, considerando os impostos e taxas aplicáveis, para o setor industrial. Preço GN = 0,141 €/kWh; Preço eletricidade = 0,196 €/kWh. [23]

6.2.3. IMPACTO NA CLASSE ENERGÉTICA E NAS EMISSÕES DE CO₂

Tendo em conta a eficiência apresentada anteriormente para o novo sistema com bomba de calor, determinou-se a nova classe energética do edifício, seguindo o mesmo procedimento apresentado anteriormente. Na Tabela 53 apresentam-se os consumos de energia final e primária de tipo S para o edifício previsto com a proposta de melhoria I.

Tabela 53 – Consumos de energia final e energia primária de tipo S para o edifício previsto da proposta de melhoria I.

	Energia Final [kWh]	Fonte	Energia Primária [kWh _{EP}]		
			S/ Renovável	Renovável	
Aquecimento	EUs Climatizados	1 743	Eletricidade	4 358	9 427
	EUs não Climatizados	5911	Eletricidade	14 778	-
Arrefecimento	EUs Climatizados	27 658	Eletricidade	69 145	185 972
	EUs não Climatizados	8 191	Eletricidade	20 477	-
AQS	Solar Térmico	81 402	Renovável	-	81 402
	Apoio	17 331	Eletricidade	43 327	26 169
Ventiladores AVAC		55 060	Eletricidade	137 650	-
Bombagem AVAC e AQS		1780	Eletricidade	4 450	-
Iluminação Interior EUs e ENUs		115 203	Eletricidade	288 008	-
Total		314 279		582 192	302 970
				885 162	

Assim, calculou-se o $IEE_{pr,S}$ em 191,99 kWh_{EP}/(m².ano) e o $IEE_{pr,ren}$ em 65,71 kWh_{EP}/(m².ano).

Na Tabela 54 apresentam-se os resultados para o edifício de referência, considerando a eficiência de referência para a bomba de calor de 2,80, tendo resultando um $IEE_{ref,S}$ de 147,97 kWh_{EP}/(m².ano).

Tabela 54 – Consumos de energia final e energia primária de tipo S para o edifício de referência da proposta de melhoria I.

	Energia Final [kWh]	Fonte	Energia Primária [kWh_{EP}]
Aquecimento	26 771	Eletricidade	66 928
Arrefecimento	36 600	Eletricidade	91 500
AQS	44 608	Eletricidade	111 520
Ventiladores AVAC	48 648	Eletricidade	121 621
Bombagem AVAC e AQS	1 060	Eletricidade	2 650
Iluminação Interior EUs e ENUs	115 203	Eletricidade	288 008
Total	272 890		682 227

Resultou assim um R_{IEE} de 0,85, equivalente a uma classe energética B-, e umas emissões de CO₂ de 83 836 kg/ano.

Verifica-se que a classe energética piorou ligeiramente em relação à solução inicial. Isto deve-se à eficiência da bomba de calor selecionada ser inferior à eficiência de referência de 2,80 para este tipo de equipamentos, devido à elevada potência necessária.

No entanto, houve uma redução de 2 782 kg/ano nas emissões de CO₂, pelo que a solução não deve ser descartada. Devem então ser estudados outros métodos para atingir uma classe energética regulamentar.

6.3. PROPOSTA DE MELHORIA II – INTRODUÇÃO DE UM SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

Uma vez que o edifício se encontra numa zona de boa exposição solar e que apresenta também uma área grande área de cobertura disponível, decidiu estudar-se a implementação de um sistema solar fotovoltaico para produção de eletricidade para autoconsumo. Com esta solução pretende-se atingir uma classe energética regulamentar de B e reduzir as emissões de CO₂ associadas ao funcionamento do edifício.

Para tal, começou-se por definir o perfil de potência elétrica do edifício, efetuando-se posteriormente o dimensionamento do sistema solar fotovoltaico de modo a atingir classe energética pretendida. Por fim, faz-se uma avaliação económica desta proposta de melhoria e verifica-se o seu impacto na classe energética e nas emissões de CO₂ do edifício.

6.3.1. PERFIS DE POTÊNCIA

De forma a permitir o dimensionamento do sistema solar fotovoltaico é necessário, em primeiro lugar, determinar o perfil de potência elétrica do edifício. Para tal recorreu-se aos resultados horários da SDM, que permitem obter a potência consumida para aquecimento, arrefecimento, iluminação e para os equipamentos, a cada hora do ano. A estas potência pode somar-se as potências da bomba de calor, definidas em 5.3.2, tendo em conta o seu COP apresentado na Tabela 52, obtendo-se o perfil de potência apresentado na Figura 58, para a potência média anual.

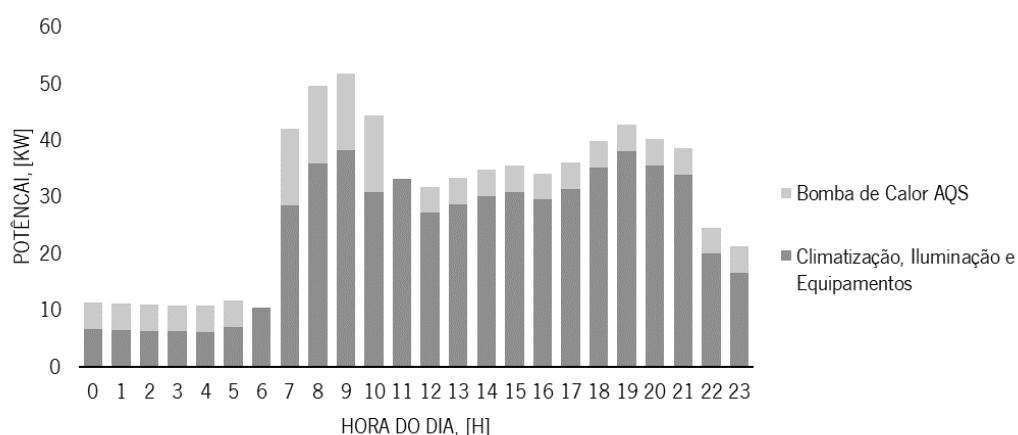


Figura 58 – Perfil de potência elétrica média anual do edifício.

6.3.2. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

Para dimensionar o sistema fotovoltaico de forma a garantir a classe energética B é necessário determinar qual a produção fotovoltaica necessária, sendo que esta produção entra na parcela $IEE_{pr,ren}$ da equação 6.1, pelo que uma maior produção fotovoltaica se traduz num R_{IEE} inferior.

Determinou-se então que a produção mínima que permite atingir a classe B é de 28 209 kWh/ano. Considerando os painéis fotovoltaicos “Baxi Solar Monocristalino 365 Wp”, com 365 W de potência nominal e uma área de 1,82 m², de acordo com a ficha técnica apresentada no Anexo U, são necessários 50 painéis para garantir essa produção.

Esta solução apresenta um custo de 38 577 €, uma produção fotovoltaica para autoconsumo de 28 293 kWh/ano e sem produção para injeção na rede, que não é contabilizada para efeitos de melhoria

da classe energética, de acordo com as simulações realizadas no software SCE.ER, com os parâmetros apresentados na Figura 59.

Sistema instalado em	Lousada	(Lousada, Tâmega)	
Utilizados	50 módulos fotovoltaicos	BAXI 365 Wp	(365 W)
em	5 strings	de potência nominal 8.0 kW (63 m ²),	montagem fixa
orientação	0 ° em azimute e 35 ° em inclinação.		
Bloco inversor/controlador	típico A+ (97%)	com eficiência 97.0%	(1)
Perdas de eficiência PV por variação espectral de		0.5%	(2)
Perdas por problemas de limpeza dos painéis de		0.5%	
Perdas em interconexões	1.0%	e outras perdas resistivas gerais	0.7%
Auto-consumos de	0 kWh em ventiladores e	0 kWh em seguimento do sol	
Tempo diurno gasto em resolução de avarias e manutenção de		6 horas por ano	
Perdas adicionais na ligação à rede de	0.5%		(3)
Sistema explorado em modo de	autoconsumo	Capacidade de baterias	0.0 kWh

(1) definição Europeia (2) da produção em DC (3) da produção em AC

Figura 59 – Parâmetros de simulação para o sistema solar fotovoltaico.

6.3.3. AVALIAÇÃO ECONÓMICA

Realizou-se uma avaliação simples do impacto económico da implementação dos sistema solar fotovoltaico previamente dimensionado, em conjunto com a implementação da bomba de calor. Na Figura 60 apresenta-se a evolução das poupanças para o tempo de vida expectável do sistema, de 25 anos.

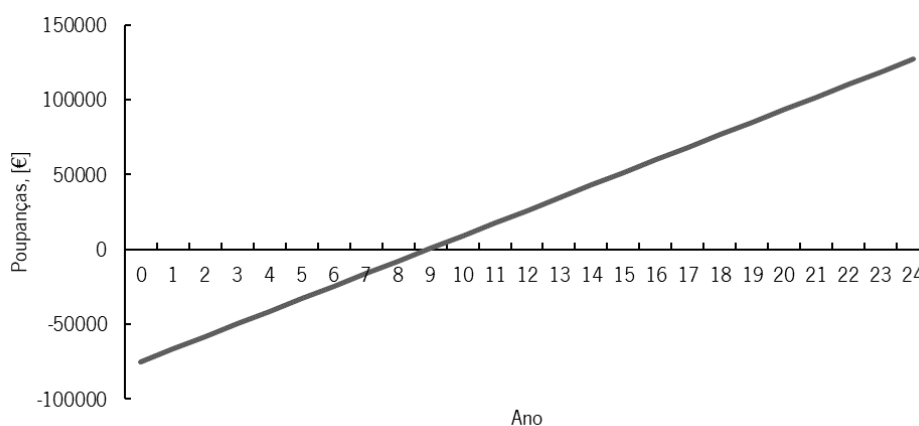


Figura 60 – Poupanças expectáveis para a solução de bomba de calor e sistema solar fotovoltaico, ao longo do seu tempo de vida expectável de 25 anos.

Esta solução apresenta um período de retorno simples de 8,92 anos e poupanças expectáveis de 135 579 € aos 25 anos.

6.3.4. IMPACTO NA CLASSE ENERGÉTICA E NAS EMISSÕES DE CO₂

Seguindo o procedimento previamente apresentado para a determinação da classe energética obtiveram-se os resultados apresentados na Tabela 55. Verifica-se assim que com a implementação do sistema solar fotovoltaico se conseguiu atingir uma classe energética regulamentar B e reduziram-se as emissões em 10 186 kg/ano em relação à proposta de melhoria I.

Tabela 55 – Indicadores de eficiência energética, classe energética e emissões obtidas para a proposta de melhoria II.

<i>IEE_{pr,S}</i>	191,99 kWh _{EP} /(m ² .ano)
<i>IEE_{ref,S}</i>	147,97 kWh _{EP} /(m ² .ano)
<i>IEE_{pr,ren}</i>	81,05 kWh _{EP} /(m ² .ano)
<i>R_{IEE}</i>	0,75
Classe Energética	B
Emissões de CO_{2eq}	73 650 kg/ano

6.4. PROPOSTA DE MELHORIA III – SOLAR FOTOVOLTAICO CLASSE A

Considerou-se de interesse avaliar também uma solução que atinja uma classe energética A, consistindo esta num sistema solar fotovoltaico de maior dimensão.

6.4.1. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

Determinou-se a produção necessária para o sistema solar fotovoltaico garantir a classe energética A do edifício em 96 431 kWh/ano. Por simulação no SCE.ER, verificou-se que para atingir essa produção serão necessários 211 painéis “Baxi Solar Monocristalino 365 Wp”.

Esta solução apresenta um custo de 159 189 €, uma produção fotovoltaica para autoconsumo de 96 658 kWh/ano e produção para injeção na rede de 22 740 kWh/ano.

6.4.2. AVALIAÇÃO ECONÓMICA

Realizou-se também uma avaliação económica para esta solução, apresentando-se na Figura 61 as poupanças ao longo do tempo de vida expectável para o sistema de 25 anos.

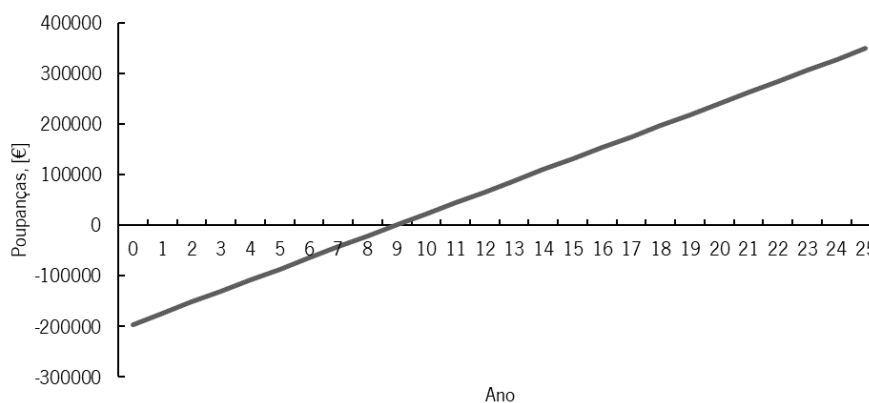


Figura 61 – Poupanças expectáveis para a solução de bomba de calor com sistema solar fotovoltaico da Proposta de Melhoria III.

Esta solução apresenta um período de retorno simples de 8,98 anos e poupanças expectáveis de 349 272 € aos 25 anos.

6.4.3. IMPACTO NA CLASSE ENERGÉTICA E NAS EMISSÕES DE CO₂

Desta proposta obtiveram-se os resultados apresentados na Tabela 56, verificando-se que se conseguiu atingir a classe A e uma redução das emissões equivalentes de GEE para 49 039 kg/ano, o que se traduz numa redução de 24 611 kg/ano em relação à proposta de melhoria II e de 34 797 kg/ano em relação à proposta de melhoria I.

Tabela 56 – Indicadores de eficiência energética, classe energética e emissões obtidas para a proposta de melhoria III.

<i>IEE_{pr,S}</i>	191,99 kWh _{EP} /(m ² .ano)
<i>IEE_{ref,S}</i>	147,97 kWh _{EP} /(m ² .ano)
<i>IEE_{pr,ren}</i>	118,12 kWh _{EP} /(m ² .ano)
<i>R_{IEE}</i>	0,50
Classe Energética	A
Emissões de CO_{2eq}	49 039 kg/ano

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como principal objetivo avaliar a implementação de sistemas de energias renováveis para a produção de água quente sanitária numa estrutura residencial para pessoas idosas, em particular sistemas solares térmicos e fotovoltaicos, avaliando o seu impacto financeiro, ambiental e na classe energética do edifício.

Inicialmente realizou-se a caracterização do edifício, identificando-se a zona climática em que este se insere e caracterizando-se a sua envolvente opaca e envidraçada. Foram também calculados os caudais mínimos de ar novo e de extração para os vários espaços, tendo-se efetuado um equilíbrio de caudais entre várias zonas do edifício, dando origem aos caudais de projeto que permitiram o dimensionamento e seleção dos equipamentos de ventilação.

Uma vez que, aquando da realização deste trabalho, o estudo luminotécnico do sistema de iluminação fixa do edifício não tinha sido realizado foi necessário, de modo a permitir a determinação do comportamento energético do edifício, definirem-se potências de iluminação para os vários espaços. Estas potências foram definidas de acordo com os valores máximos de iluminância e densidade de potência definidos na Portaria n.º 138-I/2021. O edifício foi ligeiramente penalizado a nível energético como consequência.

Esta caracterização permitiu simular o comportamento energético do edifício recorrendo a um programa de simulação dinâmica multizona acreditado segundo a Norma ASHRAE 140, o HAP. Assim obtiveram-se as cargas térmicas para todos os espaços climatizados do edifício, o que permitiu a atribuição dessas cargas térmicas a várias máquinas de climatização do tipo VRF, resultando na posterior seleção desses equipamentos. Obtiveram-se cargas térmicas máximas de 83 kW para aquecimento e de 192 kW para arrefecimento. Com a SDM foi também possível determinar as necessidades de aquecimento e de arrefecimento em 29 MWh/ano e 237 MWh/ano, respetivamente, assim como o consumo para ventiladores AVAC em 55 MWh/ano e os consumos em iluminação interior em 115 MWh/ano.

A primeira solução considerada para o sistema de preparação de AQS consiste num sistema solar térmico apoiado por uma caldeira a gás natural. Para dimensionar ambos os sistemas começou-se por determinar o perfil de consumo de AQS, segundo a literatura disponível, para o consumo diário calculado

em 6600 L de água quente. Avaliou-se a influência na fração solar do número de coletores solares e da sua inclinação, do volume de acumulação e da disposição do apoio, tendo-se concluído que a solução mais economicamente viável se trata de um sistema com 45 painéis, correspondendo a uma área de coleção de 113 m², com um depósito de acumulação de 3500 L e com o apoio em paralelo.

Foram consideradas duas opções para o dimensionamento da caldeira, uma de acumulação total e uma com reaquecimento intermédio, tendo-se verificado que a segunda opção é a mais viável, tendo resultado um sistema de apoio com uma caldeira com potência útil de 45 kW e acumulação de 4000 L. Esta solução resulta numa fração solar de 65%, que se traduz numa produção de energia renovável de 81 MWh/ano, e apresenta um custo total de cerca de 93 548 €. Obteve-se assim uma classe energética B-, não regulamentar, e emissões equivalentes de CO₂ de 86 618 kg/ano.

Uma vez que não se obteve uma classe energética regulamentar, foi necessário considerar medidas de melhoria que permitissem melhorar a classe energética. A primeira medida considerada foi a substituição da caldeira por uma bomba de calor aerotérmica, que, devido à potência de aquecimento necessária elevada em conjunto com a temperatura de acumulação de 60°C, também elevada, resultou numa bomba de calor com um COP de 2,51, valor reduzido devido à potência de aquecimento e temperatura de acumulação elevadas, não surtindo efeito na classe energética, reduzindo, no entanto, as emissões em 2 782 kg/ano.

A segunda proposta de melhoria considerada consiste na implementação de um sistema solar fotovoltaico, em conjunto com a implementação da bomba de calor, que, com um valor de energia produzida para autoconsumo de 28 MWh/ano, resultou numa melhoria da classe energética para classe B, regulamentar, e numa redução das emissões de CO₂ para 73 650 kg/ano, apresentando esta solução um período de retorno simples de 8,92 anos e poupanças de 135 579 € aos 25 anos.

Avaliou-se também uma outra opção para o sistema solar fotovoltaico, consistindo esta num sistema de maior dimensão, capaz de atingir a classe energética A e de produzir 97 MWh/ano de energia para autoconsumo, resultando também numa redução das emissões de CO₂ para 49 039 kg/ano e num período de retorno simples de 8,98 anos e poupanças de 349 272 € aos 25 anos.

Em suma, considera-se que a solução mais adequada para o edifício, conjugando fatores económicos com ambientais, é a solução descrita na proposta de melhoria II, consistindo num sistema solar térmico, apoiado por uma bomba de calor aerotérmica e com o auxílio também de um sistema solar fotovoltaico capaz de garantir a classe energética B. Admite-se, no entanto, que seria do interesse do dono de obra considerar a solução apresentada proposta de melhoria III, uma vez que resulta numa

classe energética melhor e apresenta ainda um período de retorno simples bastante favorável e poupanças muito significativas.

7.2. TRABALHOS FUTUROS

Devido a limitações de tempo e de disponibilidade de dados, não foi possível avaliar em maior detalhe alguns parâmetros de estudo, que se consideram de interesse para a realização de trabalhos futuros, nomeadamente:

- Realizar uma nova simulação dinâmica multizona, tendo por base os dados do estudo luminotécnico, quando este se encontrar finalizado;
- Avaliar o efeito de *free-cooling* nas necessidades de arrefecimento;
- Avaliar medidas a nível da envolvente opaca exterior para reduzir as necessidades de arrefecimento;
- Avaliar a influência de diferentes temperaturas de acumulação na eficiência da bomba de calor e nos custos das soluções de acumulação;
- Realizar simulações do sistema solar térmico utilizando o SolTerm para validar a influência dos vários parâmetros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Comissão Europeia, “In focus: Energy efficiency in buildings,” 17 fevereiro 2020. [Online]. Available: https://commission.europa.eu/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-02-17_en. [Acedido em 25 setembro 2023].
- [2] Eurostat, “Energy consumption in households,” 23 agosto 2023. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_consumption_in_households. [Acedido em 25 setembro 2023].
- [3] Comissão Europeia, “Delivering the European Green Deal,” [Online]. Available: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en#renovating-buildings-for-greener-lifestyles. [Acedido em 7 dezembro 2023].
- [4] Tykhe, *Ficha Técnica Tykhe*, 2019.
- [5] ADENE, Guia SCE - Certificação Energética dos Edifícios, DGEG, 2020.
- [6] DRE, “Portaria n.º 138-I/2021,” 2021. [Online].
- [7] DRE, “Despacho n.º 6476-E/2021,” 2021. [Online].
- [8] ADENE, Manual SCE, DGEG, 2021.
- [9] DGEG, *Guia de Utilização do software SCE.ER*, Lisboa: Direção Geral de Energia e Geologia, 2020.
- [10] DGEG, *SCE.ER*, 2020.
- [11] Caleffi, “Produção de Água Quente por Acumulação - O perigo da "Legionella",” *Hidráulica*, vol. 19, 2002.
- [12] MEP Academy, “How a Condensing Boiler Works,” 15 maio 2022. [Online]. Available: <https://mepacademy.com/how-a-condensing-boiler-works/>. [Acedido em 12 setembro 2023].
- [13] Y. A. Çengel e M. A. Boles, *Thermodynamics: An Engineering Approach*, McGraw-Hill, 2006.

- [14] Daikin, “O que é a eficiência sazonal (SCOP e SEER),” [Online]. Available: https://www.daikin.pt/pt_pt/faq/what-is-seasonal-efficiency-scop-and-seer.html. [Acedido em 11 setembro 2023].
- [15] DRE, “Portaria n.º 349-B/2013,” 2013. [Online].
- [16] Caleffi, “As Instalações Solares - Técnicas e Esquemas de Realização,” *Hidráulica*, vol. 25, 2006.
- [17] DRE, “Decreto-Lei n.º 101-D/2020,” [Online]. Available: <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/101-d-2020-150570704>.
- [18] A. Mathur, A. Walia e S. Kumar, “Energy Conservation,” *Energy Conservation Building Code Tip Sheet*, junho 2009.
- [19] Carrier Corporation, *Hourly Analysis Program User's Manual*, 2018.
- [20] V. M. R. Pedroso, *Manual dos Sistemas Prediais de Distribuição e Drenagem de Águas*, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2008.
- [21] E. P. Lebeña e J. C. Costa, *Conversão Térmica da Energia Solar*, Lisboa: INETI, 2007.
- [22] M. Doninelli e M. Doninelli, *As Instalações Solares*, Caleffi, 2006.
- [23] DGEG, “Preços de eletricidade e gás natural,” [Online]. Available: <https://www.dgeg.gov.pt/pt/estatistica/energia/precos-de-energia/precos-de-eletricidade-e-gas-natural/>. [Acedido em 20 setembro 2023].

ANEXO A: PLANTAS E CORTES DO EDIFÍCIO

Neste anexo serão apresentadas as plantas e cortes do edifício e estudo.

Na Figura 62 encontra-se a planta do piso -1.



Figura 62 - Plano do piso -1.

Na Figura 63 encontra-se a planta do piso 0.

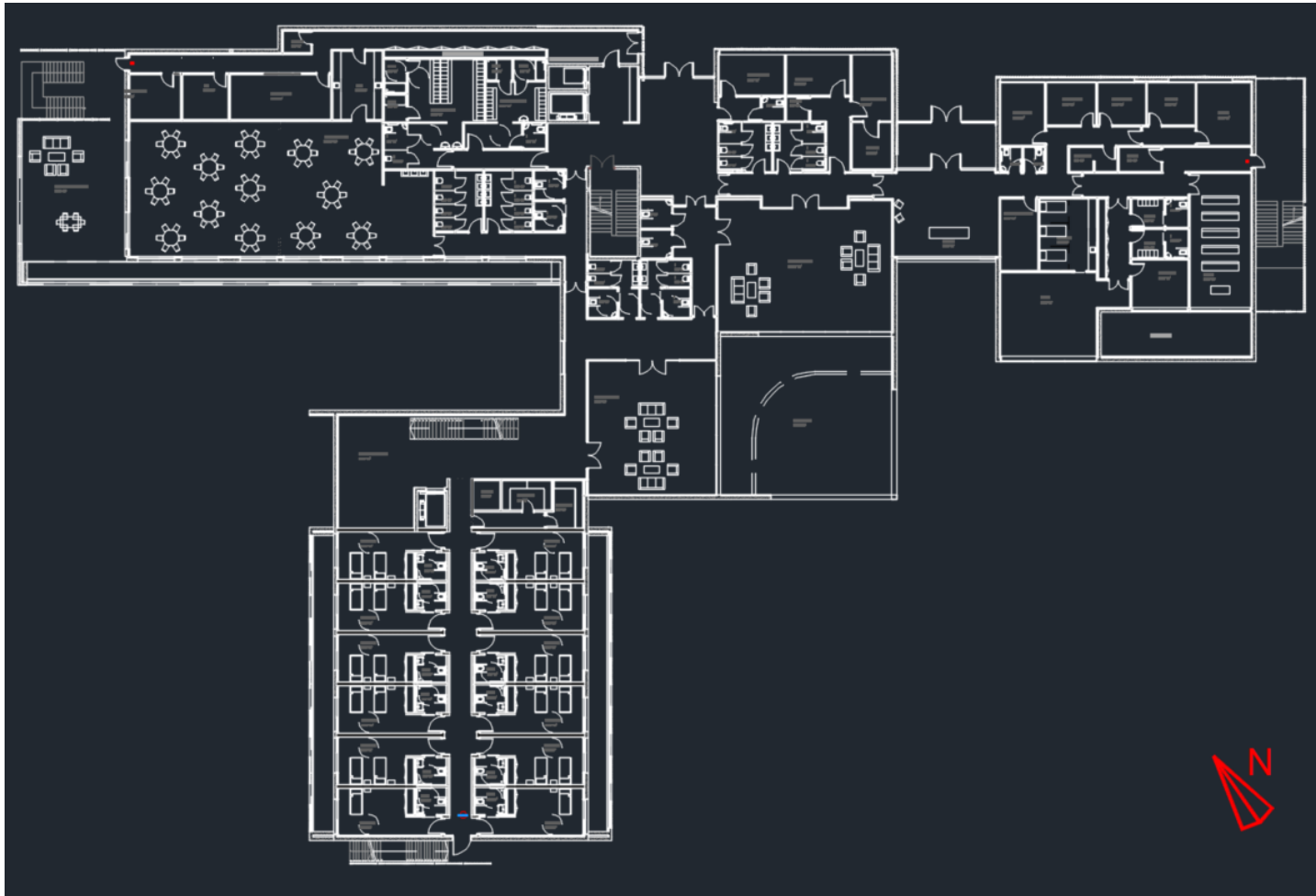


Figura 63 - Planta do piso 0.

Na Figura 64 encontra-se a planta do piso 1.



Figura 64 - Planta do piso 1

Na Figura 65 encontra-se a planta do piso 2.



Figura 65 - Planta do piso 2.

Na Figura 66 encontra-se a planta da cobertura.

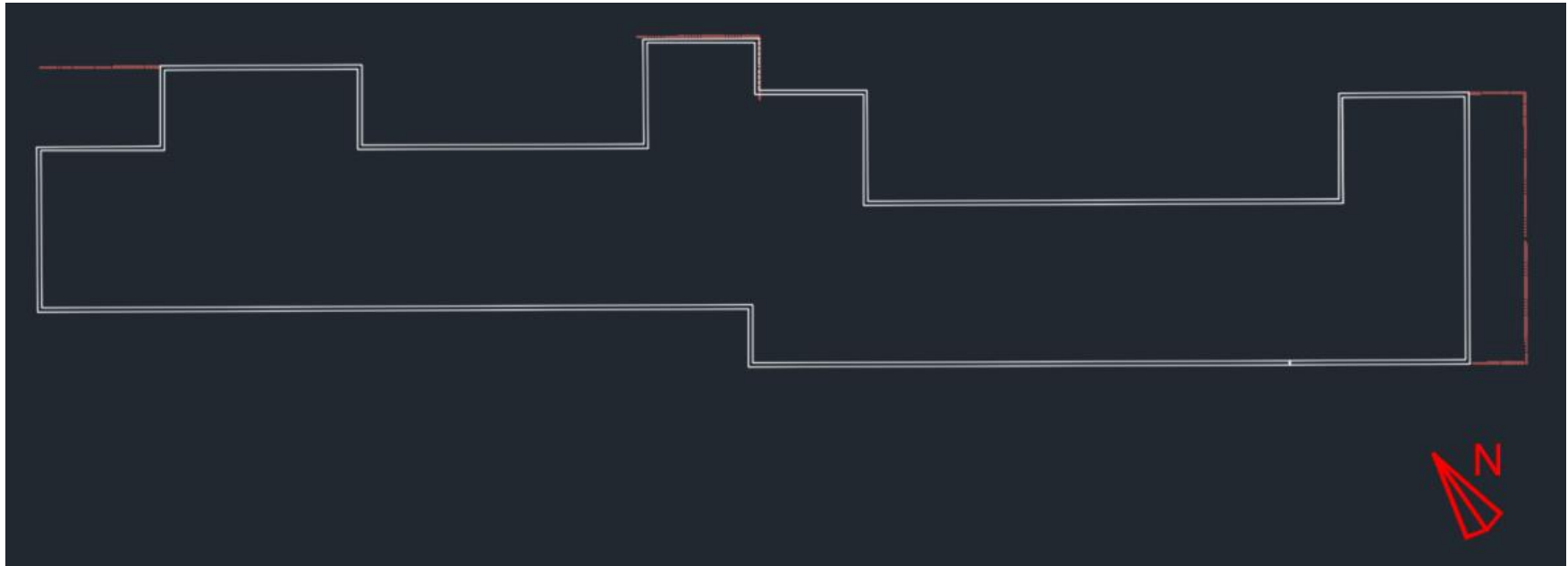


Figura 66 - Planta da cobertura.

ANEXO B: CARACTERIZAÇÃO DETALHADA DOS ESPAÇOS

Na Tabela 57 deste anexo encontra-se a caracterização detalhada dos espaços.

Tabela 57 - Caracterização detalhada dos espaços.

Ref. ^a	Descrição	Piso	Área total	h	Ocup.	EU ou ENU?
			[m ²]	[m]	[oc.]	
0.01	Central Térmica	-1	75.66	3.67	0.00	ENU
0.02	Sala de Bombagem	-1	22.18	3.67	0.00	ENU
0.03	Reservatório	-1	57.34	3.67	0.00	ENU
0.04	Gerador	-1	55.67	3.67	0.00	ENU
0.05	Circulação	-1	38.28	3.67	0.00	ENU
0.06	Lixos Hospitalares	0	5.62	2.50	0.00	ENU
0.07	Lixos	0	12.60	2.50	0.00	ENU
0.08	Arrumos Gerais	0	25.11	2.50	0.00	EU
0.09	Despejos	0	3.43	2.50	0.00	EU
0.10	Circulação	0	70.14	3.00	0.00	EU
0.11	Copa	0	19.08	3.25	4.00	EU
0.12	Sala de Refeições	0	192.62	3.25	78.00	EU
0.13	Vestiário Feminino	0	55.03	3.25	8.00	EU
0.14	Vestiário Masculino	0	32.99	3.25	5.00	EU
0.15	Circulação	0	9.69	3.00	0.00	EU
0.16	I.S. Pública	0	16.41	3.00	0.00	EU
0.17	I.S. Pública	0	16.41	3.00	0.00	EU
0.18	I.S.	0	4.84	2.50	0.00	EU
0.19	I.S.	0	4.84	2.50	0.00	EU
0.20	Circulação	0	30.88	3.00	0.00	EU
0.21	Caixa de Elevadores	0	4.62	11.30	0.00	EU
0.22	Caixa de Elevadores	0	5.99	11.30	0.00	EU
0.23	Antecâmara	0	14.93	2.60	0.00	EU
0.24	Hall	0	75.63	3.25	0.00	EU
0.25	Caixa de escadas	0	23.29	11.07	0.00	EU
0.26	IS	0	4.97	2.50	0.00	EU
0.27	IS	0	4.97	2.50	0.00	EU
0.28	Circulação	0	20.13	3.00	0.00	EU
0.29	IS Pública	0	16.63	3.00	0.00	EU
0.30	IS Pública	0	16.11	3.00	0.00	EU

Ref. ^a	Descrição	Piso	Área total	h	Ocup.	EU ou ENU?
			[m ²]	[m]	[oc.]	
0.31	Sala do pessoal	0	15.10	3.00	4.00	EU
0.32	Gabinete Médico	0	14.73	3.00	2.00	EU
0.33	Gabinete Enfermagem	0	14.97	3.00	3.00	EU
0.34	Circulação	0	5.58	3.00	0.00	EU
0.35	IS	0	3.06	2.50	0.00	EU
0.36	Despejos	0	3.06	2.50	0.00	EU
0.37	Circulação	0	12.24	3.00	0.00	EU
0.38	IS Pública	0	14.26	3.00	0.00	EU
0.39	IS Pública	0	13.88	3.00	0.00	EU
0.40	Farmácia	0	10.51	3.00	0.00	EU
0.41	Circulação	0	23.78	3.00	0.00	EU
0.42	Sala de estar UN1	0	129.27	3.25	14.00	EU
0.43	Hall	0	25.16	3.25	0.00	EU
0.44	Receção	0	76.87	3.25	3.00	EU
0.45	Sala familiares	0	15.67	3.00	3.00	EU
0.46	IS	0	2.93	2.50	0.00	EU
0.47	IS	0	2.93	2.50	0.00	EU
0.48	Gabinete técnicos	0	11.91	3.00	2.00	EU
0.49	Gabinete técnicos	0	11.52	3.00	2.00	EU
0.50	Direção	0	11.52	3.00	2.00	EU
0.51	Reuniões	0	19.20	3.00	4.00	EU
0.52	Circulação	0	5.56	3.00	0.00	EU
0.53	IS apoio gab	0	6.60	2.50	0.00	EU
0.54	Bastidor	0	5.79	2.50	0.00	EU
0.55	Circulação	0	26.56	3.00	0.00	EU
0.56	Posto de segurança	0	15.12	2.50	1.00	EU
0.57	Fisioterapia	0	23.11	3.00	6.00	EU
0.58	Circulação	0	14.40	3.00	0.00	EU
0.59	Vestiário	0	5.21	2.50	1.00	EU
0.60	IS	0	3.68	2.50	0.00	EU
0.61	Vestiário	0	5.21	2.50	1.00	EU
0.62	IS	0	3.68	2.50	0.00	EU
0.63	Ginásio	0	45.38	3.25	10.00	EU
0.64	Cabeleireiro	0	15.23	3.25	4.00	EU
0.65	Capela	0	46.39	3.25	23.00	EU
0.66	Sala de estar UN2	0	96.00	3.25	14.00	EU
0.67	Sala de estar de piso	0	157.04	3.25	4.00	EU
0.68	Caixa de Elevadores	0	6.17	8.05		EU
0.69	Despejos	0	4.40	2.50		EU
0.70	Roupa limpa	0	8.23	2.50		EU
0.71	Roupa limpa	0	8.45	2.50		EU
0.72	Circulação	0	6.43	3.00		EU

Ref. ^a	Descrição	Piso	Área total	h	Ocup.	EU ou ENU?
			[m ²]	[m]	[oc.]	
0.73	Quarto	0	21.82	3.00	2.00	EU
0.74	IS	0	4.65	2.50		EU
0.75	Quarto	0	21.82	3.00	2.00	EU
0.76	IS	0	4.65	2.50		EU
0.77	Circulação	0	49.30	3.00		EU
0.78	Quarto	0	21.82	3.00	2.00	EU
0.79	IS	0	4.65	2.50		EU
0.80	Quarto	0	21.82	3.00	2.00	EU
0.81	IS	0	4.65	2.50		EU
0.82	Quarto	0	21.82	3.00	2.00	EU
0.83	IS	0	4.65	2.50		EU
0.84	Quarto	0	21.82	3.00	2.00	EU
0.85	IS	0	4.65	2.50		EU
0.86	Quarto	0	21.82	3.00	2.00	EU
0.87	IS	0	4.65	2.50		EU
0.88	Quarto	0	21.82	3.00	2.00	EU
0.89	IS	0	4.65	2.50		EU
0.90	Quarto	0	21.82	3.00	2.00	EU
0.91	IS	0	4.65	2.50		EU
0.92	Quarto	0	21.82	3.00	2.00	EU
0.93	IS	0	4.65	2.50		EU
0.94	Quarto	0	21.82	3.00	1.00	EU
0.95	IS	0	4.65	2.50		EU
0.96	Quarto	0	21.82	3.00	1.00	EU
0.97	IS	0	4.65	2.50		EU
1.1	Quarto	1	21.82	3.00	1.00	EU
1.2	IS	1	4.54	2.50		EU
1.3	Quarto	1	21.81	3.00	1.00	EU
1.4	IS	1	4.65	2.50		EU
1.5	Quarto	1	21.81	3.00	2.00	EU
1.6	IS	1	4.65	2.50		EU
1.7	Quarto	1	21.81	3.00	2.00	EU
1.8	IS	1	4.65	2.50		EU
1.9	Quarto	1	21.81	3.00	2.00	EU
1.10	IS	1	4.65	2.50		EU
1.11	Quarto	1	21.81	3.00	2.00	EU
1.12	IS	1	4.65	2.50		EU
1.13	Quarto	1	21.81	3.00	2.00	EU
1.14	IS	1	4.65	2.50		EU
1.15	Quarto	1	21.81	3.00	2.00	EU
1.16	IS	1	4.65	2.50		EU
1.17	Quarto	1	21.81	3.00	2.00	EU
1.18	IS	1	4.65	2.50		EU
1.19	Quarto	1	21.81	3.00	2.00	EU
1.20	IS	1	4.65	2.50		EU
1.21	Circulação	1	39.89	3.00		EU

Ref. ^a	Descrição	Piso	Área total	h	Ocup.	EU ou ENU?
			[m ²]	[m]	[oc.]	
1.22	Roupa limpa	1	14.84	2.50		EU
1.23	Material consumo	1	11.74	2.50		EU
1.24	Circulação	1	9.47	3.00		EU
1.25	Sujos	1	5.48	2.50		EU
1.26	Balneário	1	11.42	2.50		EU
1.27	Despejos	1	1.27	2.50		EU
1.28	Circulação	1	57.91	3.00		EU
1.29	Circulação	1	25.52	3.00		EU
1.30	Sala piso	1	21.17	3.25	4.00	EU
1.31	IS	1	4.40	2.50		EU
1.32	Quarto	1	21.82	3.00	1.00	EU
1.33	IS	1	4.65	2.50		EU
1.34	Quarto	1	21.82	3.00	2.00	EU
1.35	IS	1	4.65	2.50		EU
1.36	Quarto	1	21.82	3.00	2.00	EU
1.37	IS	1	4.65	2.50		EU
1.38	Quarto	1	21.82	3.00	2.00	EU
1.39	IS	1	4.65	2.50		EU
1.40	Quarto	1	21.82	3.00	2.00	EU
1.41	IS	1	4.65	2.50		EU
1.42	Quarto	1	21.82	3.00	2.00	EU
1.43	IS	1	4.65	2.50		EU
1.44	Quarto	1	21.82	3.00	2.00	EU
1.45	IS	1	4.65	2.50		EU
1.46	Quarto	1	21.82	3.00	1.00	EU
1.47	IS	1	4.65	2.50		EU
1.48	Quarto	1	21.82	3.00	2.00	EU
1.49	IS	1	4.65	2.50		EU
1.50	Quarto	1	21.82	3.00	2.00	EU
1.51	IS	1	4.65	2.50		EU
1.52	Quarto	1	21.82	3.00	1.00	EU
1.53	IS	1	4.65	2.50		EU
1.54	Quarto	1	21.82	3.00	1.00	EU
1.55	IS	1	4.65	2.50		EU
1.56	Circulação	1	35.05	3.00		EU
1.57	Circulação	1	46.33	3.00		EU
1.58	Material consumo	1	12.60	2.50		EU
1.59	Roupa limpa	1	13.07	2.50		EU
1.60	Sujos	1	3.99	2.60		EU
1.61	Circulação	1	6.81	3.00		EU
1.62	Despejos	1	2.52	2.50		EU
1.63	Arrumos	1	5.25	2.50		EU
1.64	Material limpeza	1	5.25	2.50		EU
1.65	Sala de piso	1	133.96	3.25	4.00	EU
1.66	Quarto	1	21.82	3.00	1.00	EU
1.67	IS	1	4.65	2.50		EU

Ref. ^a	Descrição	Piso	Área total	h	Ocup.	EU ou ENU?
			[m ²]	[m]	[oc.]	
1.68	Quarto	1	21.82	3.00	1.00	EU
1.69	IS	1	4.65	2.50		EU
1.70	Quarto	1	21.82	3.00	2.00	EU
1.71	IS	1	4.65	2.50		EU
1.72	Quarto	1	21.82	3.00	2.00	EU
1.73	IS	1	4.65	2.50		EU
1.74	Quarto	1	21.82	3.00	2.00	EU
1.75	IS	1	4.65	2.50		EU
1.76	Quarto	1	21.82	3.00	2.00	EU
1.77	IS	1	4.65	2.50		EU
1.78	Quarto	1	21.82	3.00	2.00	EU
1.79	IS	1	4.65	2.50		EU
1.80	Quarto	1	21.82	3.00	2.00	EU
1.81	IS	1	4.65	2.50		EU
1.82	Quarto	1	21.82	3.00	2.00	EU
1.83	IS	1	4.65	2.50		EU
1.84	Quarto	1	21.82	3.00	2.00	EU
1.85	IS	1	4.65	2.50		EU
1.86	Quarto	1	21.82	3.00	1.00	EU
1.87	IS	1	4.65	2.50		EU
1.88	Quarto	1	21.82	3.00	1.00	EU
1.89	IS	1	4.65	2.50		EU
1.90	Circulação	1	49.30	3.00		EU
1.91	Antecâmara	1	17.62	2.60		EU
2.1	Circulação	2	39.89	3.00		EU
2.2	Quarto	2	21.82	3.00	1.00	EU
2.3	IS	2	4.54	2.50		EU
2.4	Quarto	2	21.81	3.00	1.00	EU
2.5	IS	2	4.65	2.50		EU
2.6	Quarto	2	21.82	3.00	2.00	EU
2.7	IS	2	4.65	2.50		EU
2.8	Quarto	2	21.81	3.00	2.00	EU
2.9	IS	2	4.65	2.50		EU
2.10	Quarto	2	21.82	3.00	2.00	EU
2.11	IS	2	4.65	2.50		EU
2.12	Quarto	2	21.82	3.00	2.00	EU
2.13	IS	2	4.65	2.50		EU
2.14	Quarto	2	21.82	3.00	2.00	EU
2.15	IS	2	4.65	2.50		EU
2.16	Quarto	2	21.82	3.00	2.00	EU
2.17	IS	2	4.65	2.50		EU
2.18	Quarto	2	21.82	3.00	2.00	EU
2.19	IS	2	4.65	2.50		EU
2.20	Quarto	2	21.87	3.00	2.00	EU
2.21	IS	2	4.65	2.50		EU
2.22	Quarto	2	22.20	3.00	2.00	EU

Ref. ^a	Descrição	Piso	Área total	h	Ocup.	EU ou ENU?
			[m ²]	[m]	[oc.]	
2.23	IS	2	4.65	2.50		EU
2.24	Circulação	2	33.67	3.00		EU
2.25	Roupa limpa	2	2.25	2.50		EU
2.26	Material consumo	2	11.74	2.50		EU
2.27	Sujos	2	5.64	2.50		EU
2.28	Despejos	2	3.96	2.50		EU
2.29	Balneário	2	11.51	2.50		EU
2.30	Circulação	2	9.30	3.00		EU
2.31	Circulação	2	25.52	3.00		EU
2.32	Sala piso	2	21.17	3.25	4.00	EU
2.33	IS	2	4.32	2.50		EU
2.34	Circulação	2	81.38	3.00		EU
2.35	Quarto	2	21.81	3.00	1.00	EU
2.36	IS	2	4.61	2.50		EU
2.37	Quarto	2	21.82	3.00	2.00	EU
2.38	IS	2	4.61	2.50		EU
2.39	Quarto	2	21.82	3.00	2.00	EU
2.40	IS	2	4.61	2.50		EU
2.41	Quarto	2	21.82	3.00	2.00	EU
2.42	IS	2	4.61	2.50		EU
2.43	Quarto	2	21.82	3.00	2.00	EU
2.44	IS	2	4.61	2.50		EU
2.45	Quarto	2	21.82	3.00	2.00	EU
2.46	IS	2	4.61	2.50		EU
2.47	Quarto	2	21.82	3.00	2.00	EU
2.48	IS	2	4.61	2.50		EU
2.49	Quarto	2	21.82	3.00	2.00	EU
2.50	IS	2	4.61	2.50		EU
2.51	Quarto	2	21.82	3.00	2.00	EU
2.52	IS	2	4.61	2.50		EU
2.53	Quarto	2	21.82	3.00	2.00	EU
2.54	IS	2	4.61	2.50		EU
2.55	Quarto	2	21.82	3.00	1.00	EU
2.56	IS	2	4.61	2.50		EU
2.57	Quarto	2	21.82	3.00	1.00	EU
2.58	IS	2	4.61	2.50		EU
2.59	Material consumo	2	12.60	2.50		EU
2.60	Roupa limpa	2	13.07	2.50		EU
2.61	Sujos	2	3.99	2.50		EU
2.62	Despejos	2	2.52	2.50		EU
2.63	Arrumos	2	5.25	2.50		EU
2.64	Material limpeza	2	5.25	2.50		EU
2.65	Circulação	2	6.81	3.00		EU
2.66	Antecâmara	2	17.62	2.60		EU

Totais [m2]	4,610.54	210.00
Área Total [m2]	4,610.54	Enquadramento
Área Espaços Não Úteis [m2]	267.35	GES
Área Espaços Úteis [m2]	4,343.19	

ANEXO C: DELIMITAÇÃO DA ENVOLVENTE

Neste anexo é apresentada a delimitação da envolvente do edifício.

Na Figura 67 é apresentada a delimitação da envolvente vertical do piso 0

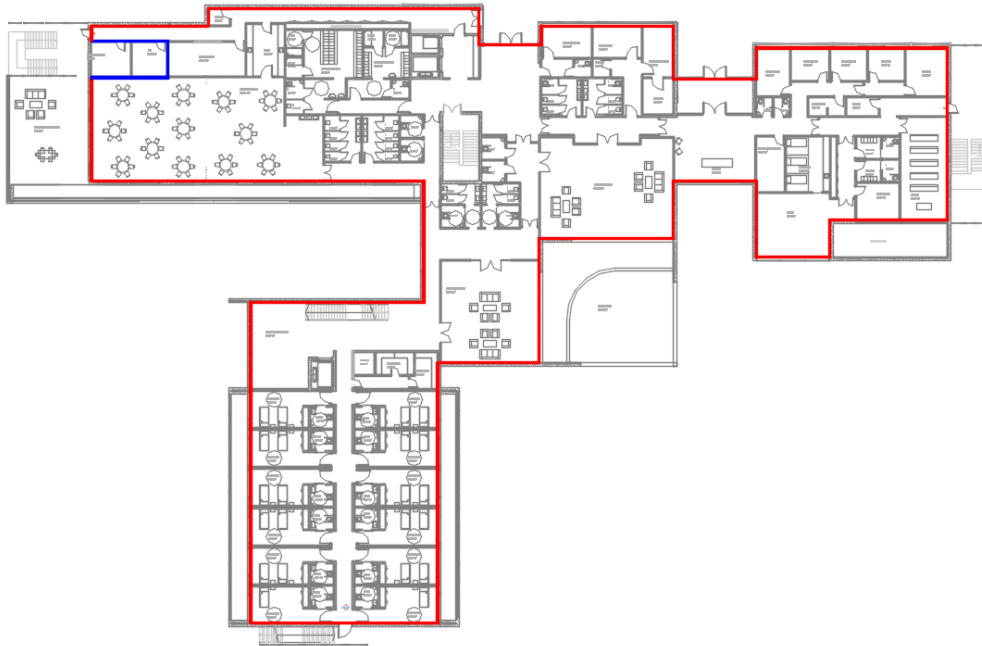


Figura 67 - Delimitação de envolvente vertical do piso 0.

Na Figura 68 é apresentada a delimitação dos pavimentos do piso 0.

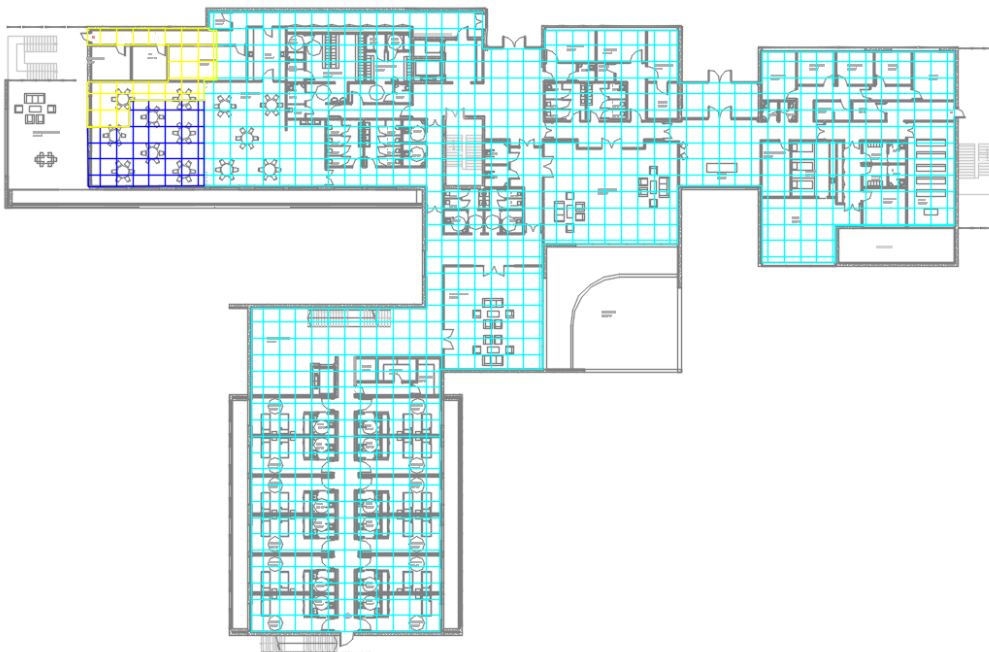


Figura 68 - Delimitação dos pavimentos do piso 0.

Na Figura 69 é apresentada a delimitação das coberturas do piso 0.

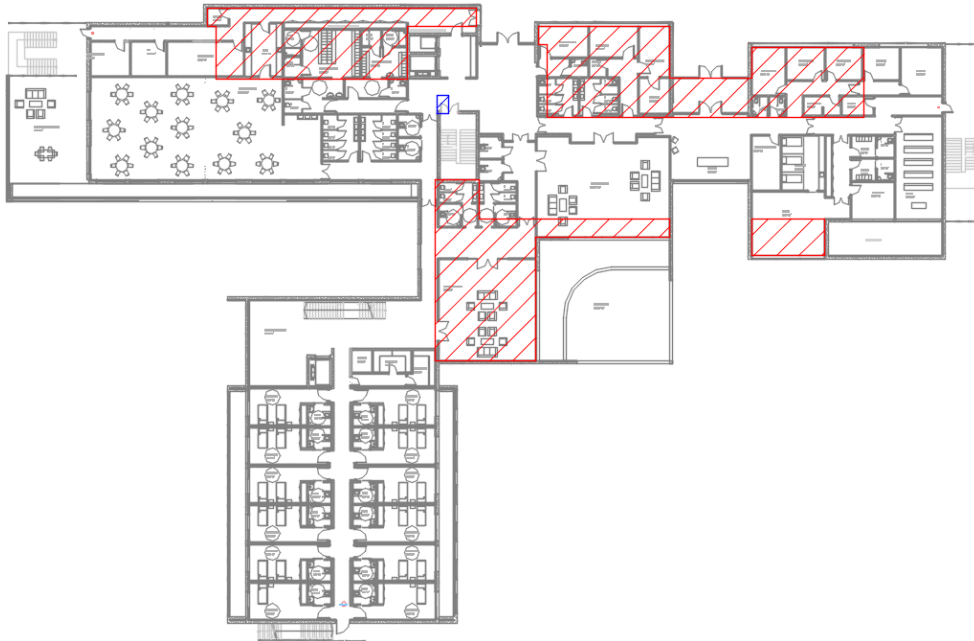


Figura 69 - Delimitação das coberturas do piso 0.

Na Figura 70 é apresentada a delimitação da envolvente vertical do piso 1.



Figura 70 - Delimitação de envolvente vertical do piso 1.

Na Figura 71 é apresentada a delimitação dos pavimentos do piso 1.



Figura 71 - Delimitação dos pavimentos do piso 1.

Na Figura 72 é apresentada a delimitação das coberturas do piso 1.



Figura 72 - Delimitação das coberturas do piso 1.

Na Figura 73 é apresentada a delimitação da envolvente vertical do piso 2.



Figura 73 - Delimitação de envolvente vertical do piso 2.

Na Figura 74 é apresentada a delimitação dos pavimentos do piso 2.

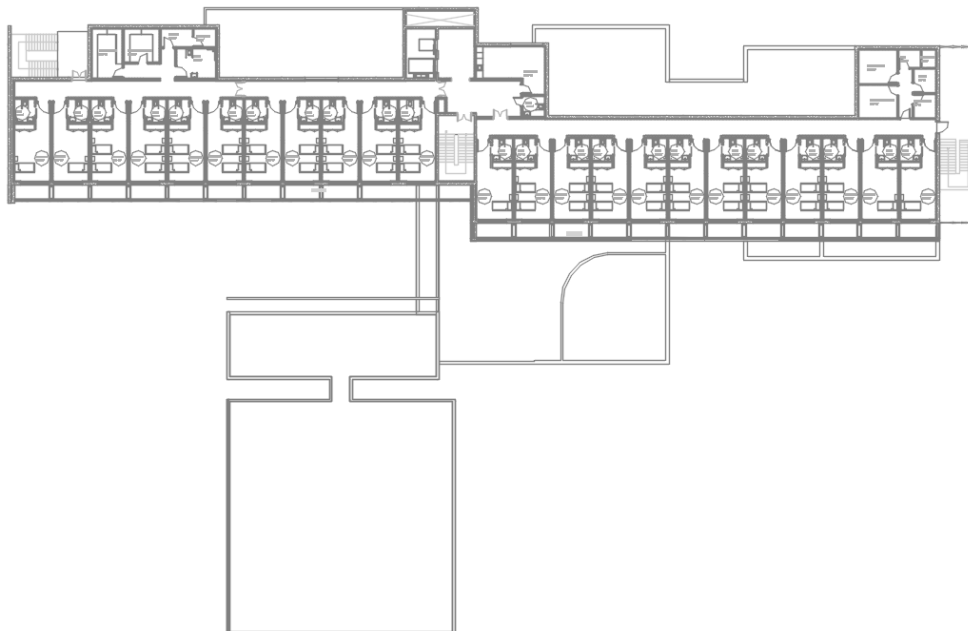


Figura 74 - Delimitação dos pavimentos do piso 2.

Na Figura 75 é apresentada a delimitação das coberturas do piso 2.

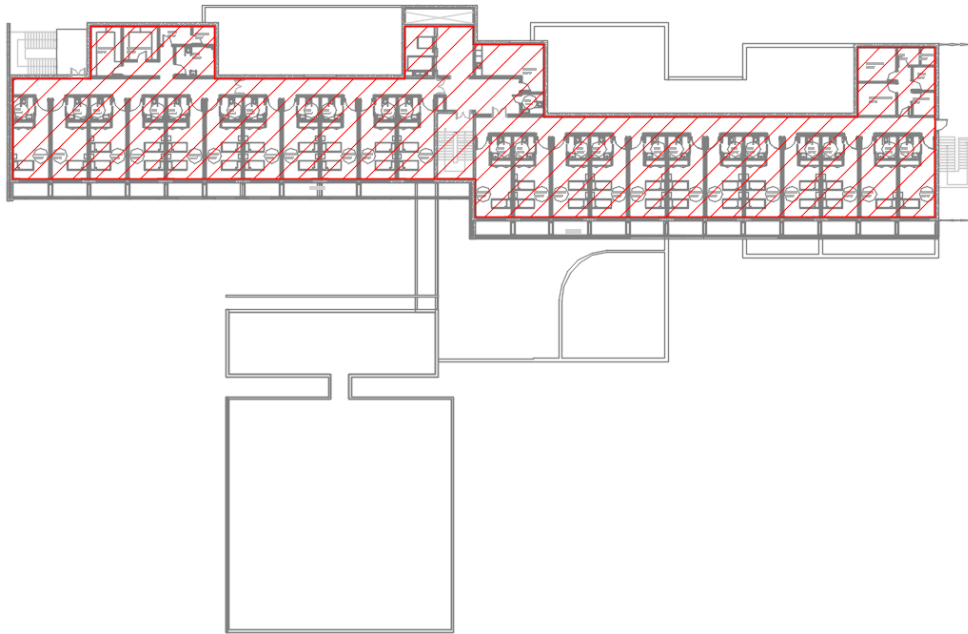


Figura 75 - Delimitação das coberturas do piso 2.

ANEXO D: CÁLCULO DO U PARA TODAS AS SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS DA ENVOLVENTE OPACA

Neste anexo será apresentado o cálculo do coeficiente de transmissão térmica para todas as soluções construtivas.

D.1. ENVOLVENTE EXTERIOR

Neste subcapítulo são apresentadas as soluções construtivas para a envolvente opaca exterior.

Tabela 58 – Solução construtiva da parede exterior (Pext1).

Pext1						
Constituição	Dj	Dens.	Cp	λ_j	Rj	Referências
	[m]	[kg/m ³]	[J/(kg. °C)]	[W/m.°C]	[m ² .°C/W]	
Resistência térmica superficial interior Rsi					0,130	Manual SCE T.23
Estuque projetado	0,020	1050,00	840	0,43	0,047	ITE50 Quadro I.2
Bloco de betão	0,200	2000,00	920	-	0,300	ITE50 Quadro I.5
XPS	0,080	32,50	1500	0,037	2,162	ITE50 Quadro I.1
Reboco de argamassas tradicionais (1800 - 2000 kg/m ³)	0,020	1900,00	840	1,3	0,015	ITE50 Quadro I.2
Resistência térmica superficial exterior Rse					0,040	Manual SCE T.23
Totais	0,320				2,694	
Coeficiente de transmissão térmica				U	0,37	W/(m ² . °C)
U máx.					0,60	W/(m ² . °C)
Cumpre?					Cumpre	

Tabela 59 – Solução construtiva da cobertura exterior (Cobext1).

Cobext1						
Constituição	Dj	Dens.	Cp	λ_j	Rj	Referências
	[m]	[kg/m ³]	[J/(kg.K)]	[W/m.°C]	[m ² .°C/W]	
Resistência térmica superficial interior Rsi					0,100	Manual SCE T.23
Placa de gesso cartonado	0,015	875,00	1150	0,25	0,060	ITE50 Quadro I.2
Camada de ar	0,250	1,20	1000	-	0,160	ITE50 Quadro I.4
Betão armado c/ percentagem de armadura < 1%	0,250	2350,00	1000	2	0,125	ITE50 Quadro I.2
Tela impermeabilizante	0,005	1050,00	1000	0,23	0,022	ITE50 Quadro I.2
XPS	0,080	32,50	1500	0,037	2,162	ITE50 Quadro I.1
betão celular autoclavado (regularização)	0,050	650,00	1000	0,23	0,217	ITE50 Quadro I.2
Resistência térmica superficial exterior Rse					0,040	Manual SCE T.23
Totais	0,650				2,886	
Coeficiente de transmissão térmica U					0,35	W/(m ² .°C)
U máx.					0,45	W/(m ² .°C)
Cumpre?					Cumpre	

Tabela 60 – Solução construtiva do pavimento exterior (Pavext1).

Pavext1						
Constituição	Dj	Dens.	Cp	λ_j	Rj	Referências
	[m]	[kg/m ³]	[J/(kg.K)]	[W/m.°C]	[m ² .°C/W]	
Resistência térmica superficial interior Rsi					0,170	Manual SCE T.23
Soalho flutuante	0,015	845,00	1630	0,15	0,100	ITE50 Quadro I.2
Betão celular autoclavado (regularização)	0,050	650,00	1000	0,23	0,217	ITE50 Quadro I.2
Betão armado c/ percentagem de armadura < 1%	0,250	2350,00	1000	2,00	0,125	ITE50 Quadro I.2
XPS	0,080	32,50	1500	0,037	2,162	ITE50 Quadro I.1
Reboco de argamassas tradicionais (1800 - 2000 kg/m ³)	0,020	1900,00	840	1,30	0,015	ITE50 Quadro I.2
Resistência térmica superficial exterior Rse					0,040	Manual SCE T.23
Totais	0,415				2,830	
Coeficiente de transmissão térmica U					0,35	W/(m ² .°C)
U máx.					0,45	W/(m ² .°C)
Cumpre?					Sim	

Tabela 61 – Solução construtiva da ponte térmica plana (PTP1).

PPT1						
Constituição	Dj	Dens.	Cp	λ_j	Rj	Referências
	[m]	[kg/m ³]	[J/(kg. °C)]	[W/m.°C]	[m ² .°C/W]	
Resistência térmica superficial interior Rsi					0,130	Manual SCE T.23
Estuque projetado	0,020	1050,00	840	0,43	0,047	ITE50 Quadro I.2
Betão armado c/ percentagem de armadura < 1%	0,250	2350,00	1000	2	0,125	ITE50 Quadro I.2
XPS	0,030	32,50	1500	0,037	0.811	ITE50 Quadro I.1
Reboco de argamassas tradicionais (1800 - 2000 kg/m ³)	0,020	1900,00	840	1,3	0,015	ITE50 Quadro I.2
Resistência térmica superficial exterior Rse					0,040	Manual SCE T.23
Totais	0,320				1,168	
Coeficiente de transmissão térmica U					0,86	W/(m ² .°C)
U máx.					0,90	W/(m ² .°C)
Cumpre?					Cumpre	

D.2. ENVOLVENTE INTERIOR

Neste subcapítulo são apresentadas as soluções construtivas para a envolvente opaca interior.

Tabela 62 – Solução construtiva da parede interior em contacto com ENU com bztu inferior a 0,7 (Pint1).

Pint1 - Parede interior em contacto com ENU 's (bztu ≤ 0,7)						
Constituição	Dj	Dens.	λ_j	Rj	Referências	
	[m]	[kg/m ³]	[W/m.°C]	[m ² .°C/W]		
Resistência térmica superficial interior Rsi				0,130	Manual SCE T.23	
Estuque projetado	0,020	1050,00	0,43	0,047	ITE50 Quadro I.2	
Tijolo cerâmico 15 cm	0,150	733,00	-	0,390	ITE50 Quadro I.5	
Reboco de argamassas tradicionais (1800 - 2000 kg/m ³)	0,020	1900,00	1,3	0,015	ITE50 Quadro I.2	
Resistência térmica superficial interior Rsi				0,130	Manual SCE T.23	
Totais	0,020		Rj	0,712		
Coeficiente de transmissão térmica U				1,40	W/(m ² .°C)	
U máx.				-	W/(m ² .°C)	
Cumpre?				NA		

Tabela 63 – Solução construtiva do pavimento interior em contacto com ENU com bztu superior a 0.7 (Pavint1).

Pavint1 - Pavimento interior em contacto com ENU 's bztu > 0.7					
Constituição	Dj	Dens.	λj	Rj	Referências
	[m]	[kg/m ³]	[W/m.°C]	[m ² .°C/W]	
Resistência térmica superficial interior Rsi				0,170	Manual SCE T.23
Soalho flutuante	0,015	845,00	0,15	0,100	ITE50 Quadro I.2
Betão celular autoclavado (regularização)	0,050	650,00	0,23	0,217	ITE50 Quadro I.2
Betão armado c/ percentagem de armadura < 1%	0,250	2350,00	2	0,125	ITE50 Quadro I.2
XPS	0,060	32,50	0,037	1,622	ITE50 Quadro I.1
Reboco de argamassas tradicionais (1800 - 2000 kg/m ³)	0,020	1900,00	1,3	0,015	ITE50 Quadro I.2
Resistência térmica superficial interior Rsi = Rse				0,170	Manual SCE T.23
				2,419	
				0,41	W/(m ² .°C)
U máx.				0,45	W/(m ² .°C)
Cumpre?				Cumpre	

Tabela 64 – Solução construtiva do pavimento interior em contacto com ENU com bztu inferior a 0.7 (Pavint2).

Pavint2 - Pavimento interior em contacto com ENU 's bztu <= 0.7					
Constituição	Dj	Dens.	λj	Rj	Referências
	[m]	[kg/m ³]	[W/m.°C]	[m ² .°C/W]	
Resistência térmica superficial interior Rsi				0,170	Manual SCE T.23
Soalho flutuante	0,015	845,00	0,15	0,100	ITE50 Quadro I.2
Betão celular autoclavado (regularização)	0,050	650,00	0,23	0,217	ITE50 Quadro I.2
Betão armado c/ percentagem de armadura < 1%	0,250	2350,00	2	0,125	ITE50 Quadro I.2
Reboco de argamassas tradicionais (1800 - 2000 kg/m ³)	0,020	1900,00	1,3	0,015	ITE50 Quadro I.2
Resistência térmica superficial interior Rsi = Rse				0,170	Manual SCE T.23
				0,798	
				1,25	W/(m ² .°C)
U máx.				NA	W/(m ² .°C)
Cumpre?				NA	

D.3. ENVOLVENTE EM CONTACTO COM O SOLO

Neste subcapítulo são apresentadas as soluções construtivas para a envolvente em contacto com o solo.

Tabela 65 – Solução construtiva dos pavimentos em contacto com o solo.

Pavso1 - Pavimento em contato com o solo						
Constituição	Dj	Dens.	λ_j	Rj	Referências	
	[m]	[kg/m ³]	[W/m. ^{°C}]	[m ² .°C/W]		
Soalho flutuante	0,015	845,00	0,15	0,100	ITE50 Quadro I.2	
Betão celular autoclavado (regularização)	0,050	650,00	0,23	0,217	ITE50 Quadro I.2	
XPS	0,050	32,50	0,037	1,351	ITE50 Quadro I.1	
Tela impermeabilizante/anti-radiação	0,005	1050,00	2,3	0,002	ITE50 Quadro I.2	
Betão armado c/ percentagem de armadura < 1%	0,250	2350,00	2	0,125	ITE50 Quadro I.2	
Resistência térmica das camadas				Rf	1,63	W/(m ² .°C)

Tabela 66 – Cálculo do coeficiente de transmissão térmica para o pavimento em contacto com o solo.-

Ap	P	B'	Z solo	Ubf
[m ²]	[m]		[m]	[W/m ² .°C]
2004	327	12,26	0	0,25

ANEXO E: FICHA TÉCNICA DA CAIXILHARIA SELECIONADA

Neste anexo apresentam-se a ficha técnica da caixilharia selecionada para os vãos envidraçados.

SLIMLINE 38				
TECHNICAL CHARACTERISTICS				
Design variants		CLASSIC	CUBIC	FERRO
Min. visible width inward opening window	Frame	33.5 mm	33.5 mm	33.5 mm
	Vent	23 mm	22 mm	21.5 mm
Min. visible width outward opening window	Frame	29 mm	-	18.5 mm
	Vent	60.5 mm	-	60.5 mm
Min. visible width inward opening window-door	Frame	33.5 mm	33.5 mm	59.5 mm
	Vent	52.5 mm	52.5 mm	52.5 mm
Min. visible width outward opening window-door	Frame	29 mm	-	18.5 mm
	Vent	82 mm	-	82 mm
Min. visible width T-profile		48 mm	48 mm	48 mm
Overall system depth window	Frame	99 mm	76 mm	76 mm
	Vent	86 mm	75 mm	72 mm
Rebate height		13.5 mm	13.5 mm	13.5 mm
Glass thickness		up to 55 mm	up to 55 mm	up to 55 mm
Glazing method		dry glazing with EPDM or neutral silicones		
Thermal insulation		omega-shaped fibreglass reinforced polyamide strips (frame 40 mm - vent 32 mm)		
High Insulation variant (HI)		available	available	available

PERFORMANCES											
ENERGY											
	Thermal Insulation ⁽¹⁾ EN ISO 10077-2	Uf-value down to 1.7 W/m ² K depending on the frame/vent combination and the glass thickness. Uw of less than 1.4 W/m ² K for a standard window section ⁽⁹⁾									
COMFORT											
	Acoustic performance ⁽²⁾ EN ISO 140-3; EN ISO 717-1	R _w (C;C ₅₀) = 38 (-1; -4) dB / 45 (-1; -5) dB, depending on glazing type									
	Air tightness, max. test pressure ⁽⁴⁾ EN 1026; EN 12207	1 (50 Pa)	2 (300 Pa)		3 (600 Pa)		4 (600 Pa)				
	Water tightness ⁽⁵⁾ EN 1027; EN 12208	1A (0 Pa)	2A (50 Pa)	3A (100 Pa)	4A (150 Pa)	5A (200 Pa)	6A (250 Pa)	7A (300 Pa)	8A (450 Pa)	9A (600 Pa)	E (1200 Pa)
	Wind load resistance, max. test pressure ⁽⁶⁾ EN 12211; EN 12210	1 (400 Pa)	2 (800 Pa)	3 (1200 Pa)	4 (1600 Pa)		5 (2000 Pa)	Exxx (> 2000 Pa)			
	Wind load resistance to frame deflection ⁽⁶⁾ EN 12211; EN 12210	A (≤ 1/50)			B (≤ 1/200)			C (≤ 1/300)			
SAFETY											
	Burglar resistance ⁽⁷⁾ EN 1628-EN 1630; EN 1627	RC 1			RC 2			RC 3			

This table shows possible classes and values of performances. The values indicated in red are the ones relevant to this system.

- (1) The Uf-value measures the heat flow. The lower the Uf-value, the better the thermal insulation of the frame.
- (2) Window dimension of 1.23m x 1.48m, with glass of 13 W/m²K.
- (3) The sound reduction index (Rw) measures the capacity of the sound reduction performance of the frame.
- (4) The air tightness test measures the volume of air that would pass through a closed window at a certain air pressure.
- (5) The water tightness testing involves applying a uniform water spray at increasing air pressure until water penetrates the window.
- (6) The wind load resistance is a measure of the profile's structural strength and is tested by applying increasing levels of air pressure to simulate the wind force. There are up to five levels of wind resistance (1 to 5) and three deflection classes (A,B,C). The higher the number, the better the performance.
- (7) The burglar resistance is tested by static and dynamic loads, as well as by simulated attempts to break in using specified tools. This variant requires specific burglar resistance accessories.

Figura 76 - Ficha técnica da caixilharia selecionada para os vãos envidraçados.

ANEXO F: FICHA TÉCNICA DO VIDRO SELECIONADO

Neste anexo apresenta-se a ficha técnica do vidro selecionado para os vãos envidraçados.



6 T (16 AIR) 44.1

PLANITHERM 4S II #2

Computed by: **Gonçalo Fernandes**

Computed on: **30/03/2023**

Location: **Portugal**

Glazing type

Glazing 1
PLANICLEAR (6mm) - Tempered
PLANITHERM 4S II

Cavity 1
AIR 16 mm

Glazing 2
PLANICLEAR (4mm) - Annealed
PVB STANDARD (0.38mm)
PLANICLEAR (4mm) - Annealed

Simulated performance datas

Luminous Factors	CIE (15-2004)
Light Transmittance (TL)	65%
Outdoor Reflectance (RLe)	27%
Indoor Reflectance (RLi)	25%
Energy Factors	EN410 (2011-04)
Transmittance (TE)	38%
Outdoor Reflectance (Ree)	40%
Indoor Reflectance (Rei)	35%
Absorptance A1 (AE1)	17%
Absorptance A2 (AE2)	5%
Solar Factors	EN410 (2011-04)
Solar Factor (g)	0.43
Shading Coefficient (SC)	0.49
Thermal Transmission (Ug)	EN673-2011
Ug	1.3 W/(m2.K)
Angle relative to the vertical	0°
Acoustics	EN 12758
<i>Acoustic simulated values</i>	
Rw	39 (-2; -5) dB
STC (ASTM E413)	39
OITC (ASTM E1332)	31
Color Rendering	CIE (15-2004)
Transmission (Ra)	96
Reflection (Ra)	95
Safety Class	EN 12600
Pendulum Body Resistance	NPD/2B2
Anti-Burglary	EN 356
Burglar Resistance	NPD
Manufacturing Sizes	
Nominal Thickness	30.38 mm
Weight	35.403 kg/m ²
Sustainability	
Carbon footprint	
<i>The value is calculated regarding the composition computed based on the standard EN 15804+A2 (2019)</i>	
Global Warming Potential (GWP) (kg, CO ₂ equiv/m ²) European average	62

Figura 77 - Ficha técnica do vidro selecionado para os vãos envidraçados.

ANEXO G: CÁLCULO DOS COEFICIENTES DE TRANSMISSÃO TÉRMICA DOS VÃOS ENVIDRAÇADOS

Neste anexo são apresentados os resultados para o cálculo do coeficiente de transmissão térmica dos vãos envidraçados.

Na Tabela 67 apresenta-se o cálculo do U_w para todos os vãos envidraçados.

Tabela 67 – Cálculo do U_w para todos os vãos envidraçados.

Espaço	Ref	Tipo de Vão	ID Vão	Uf	Ug	Dimensões do vão				Ψ_g [m]	Uw [W/(m2.°C)]
				[W/(m2.°C)]	[W/(m2.°C)]	Larg. [m]	Alt. [m]	Área [m2]	Perím. [m]		
Circulação	0.10	EV01	VE 0.1	1.70	1.30	0.98	2.14	2.09	6.03	0.11	1.74
Circulação	0.10	EV02	VE 0.2	1.70	1.30	1.60	2.14	3.42	7.27	0.11	1.65
Hall	0.24	EV03	VE 0.3	1.70	1.30	5.30	2.64	13.99	15.68	0.11	1.54
Sala do pessoal	0.31	EV04	VE 0.4	1.70	1.30	4.92	1.20	5.90	12.04	0.11	1.64
Gabinete Médico	0.32	EV05	VE 0.5	1.70	1.30	4.80	1.20	5.76	11.80	0.11	1.65
Gabinete Enfermagem	0.33	EV06	VE 0.6	1.70	1.30	3.00	1.20	3.60	8.20	0.11	1.67
Hall	0.43	EV07	VE 0.7	1.70	1.30	7.44	2.64	19.64	19.96	0.11	1.53
Sala familiares	0.45	EV08	VE 0.8	1.70	1.30	3.32	1.20	3.98	8.84	0.11	1.66
Gabinete técnicos	0.48	EV09	VE 0.9	1.70	1.30	3.72	1.20	4.46	9.64	0.11	1.66
Gabinete técnicos	0.49	EV10	VE 0.10	1.70	1.30	2.77	1.20	3.32	7.74	0.11	1.68
Direção	0.50	EV11	VE 0.11	1.70	1.30	2.00	1.20	2.40	6.20	0.11	1.70
Reuniões	0.51	EV12	VE 0.12	1.70	1.30	2.65	1.20	3.18	7.50	0.11	1.68

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Espaço	Ref	Tipo de Vão	ID Vão	Uf	Ug	Dimensões do vão				Ψg	Uw
				[W/(m2.°C)]	[W/(m2.°C)]	Larg. [m]	Alt. [m]	Área [m2]	Perím. [m]	[m]	[W/(m2.°C)]
Circulação	0.55	EV01	VE 0.13	1.70	1.30	0.98	2.14	2.09	6.03	0.11	1.74
Capela	0.65	EV13	VE 0.14	1.70	1.30	4.60	2.60	11.96	14.20	0.11	1.55
Cabeleireiro	0.64	EV14	VE 0.15	1.70	1.30	4.23	2.60	11.00	13.46	0.11	1.55
Ginásio	0.63	EV15	VE 0.16	1.70	1.30	7.20	2.60	18.72	19.40	0.11	1.53
Receção	0.44	EV16	VE 0.17	1.70	1.30	7.44	2.60	19.34	19.88	0.11	1.53
Sala de estar UN1	0.42	EV17	VE 0.18	1.70	1.30	10.00	2.60	26.00	25.00	0.11	1.53
Sala de estar UN2	0.66	EV18	VE 0.19	1.70	1.30	8.90	2.60	23.14	22.80	0.11	1.53
Quarto	0.75	EV19	VE 0.20	1.70	1.30	2.60	2.60	6.76	10.20	0.11	1.59
Quarto	0.80	EV19	VE 0.21	1.70	1.30	2.60	2.60	6.76	10.20	0.11	1.59
Quarto	0.84	EV19	VE 0.22	1.70	1.30	2.60	2.60	6.76	10.20	0.11	1.59
Quarto	0.88	EV19	VE 0.23	1.70	1.30	2.60	2.60	6.76	10.20	0.11	1.59
Quarto	0.92	EV19	VE 0.24	1.70	1.30	2.60	2.60	6.76	10.20	0.11	1.59
Quarto	0.96	EV19	VE 0.25	1.70	1.30	2.60	2.60	6.76	10.20	0.11	1.59
Circulação	0.77	EV20	VE 0.26	1.70	1.30	2.60	2.10	5.46	9.20	0.11	1.61
Quarto	0.94	EV19	VE 0.27	1.70	1.30	2.60	2.60	6.76	10.20	0.11	1.59
Quarto	0.90	EV19	VE 0.28	1.70	1.30	2.60	2.60	6.76	10.20	0.11	1.59
Quarto	0.86	EV19	VE 0.29	1.70	1.30	2.60	2.60	6.76	10.20	0.11	1.59
Quarto	0.82	EV19	VE 0.30	1.70	1.30	2.60	2.60	6.76	10.20	0.11	1.59
Quarto	0.78	EV19	VE 0.31	1.70	1.30	2.60	2.60	6.76	10.20	0.11	1.59

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Espaço	Ref	Tipo de Vão	ID Vão	Uf	Ug	Dimensões do vão				Ψg	Uw
				[W/(m ² .°C)]	[W/(m ² .°C)]	Larg. [m]	Alt. [m]	Área [m ²]	Perím. [m]	[m]	[W/(m ² .°C)]
Quarto	0.73	EV19	VE 0.32	1.70	1.30	2.60	2.60	6.76	10.20	0.11	1.59
Sala de estar de piso	0.67	EV21	VE 0.33	1.70	1.30	2.47	2.60	6.42	9.94	0.11	1.59
Circulação	0.20	EV28	VE 0.34	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Circulação	0.20	EV28	VE 0.35	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Sala de Refeições	0.12	EV29	VE 0.36	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Sala de Refeições	0.12	EV29	VE 0.37	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Sala de Refeições	0.12	EV29	VE 0.38	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Sala de Refeições	0.12	EV29	VE 0.39	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Sala de Refeições	0.12	EV29	VE 0.40	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Sala de Refeições	0.12	EV29	VE 0.41	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Sala de Refeições	0.12	EV29	VE 0.42	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Sala de Refeições	0.12	EV29	VE 0.43	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Circulação	1.21	EV02	VE 1.1	1.70	1.30	1.60	2.14	3.42	7.27	0.11	1.65
Circulação	1.28	EV23	VE 1.2	1.70	1.30	3.27	2.60	8.50	11.54	0.11	1.57
Sala piso	1.30	EV30	VE 1.3	1.70	1.30	3.27	2.60	8.50	11.54	0.11	1.57
Circulação	1.57	EV24	VE 1.4	1.70	1.30	1.18	2.12	2.50	6.39	0.11	1.70
Quarto	1.54	EV22	VE 1.5	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	1.52	EV22	VE 1.6	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	1.50	EV22	VE 1.7	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Espaço	Ref	Tipo de Vão	ID Vão	Uf	Ug	Dimensões do vão				Ψg	Uw
				[W/(m ² .°C)]	[W/(m ² .°C)]	Larg. [m]	Alt. [m]	Área [m ²]	Perím. [m]	[m]	[W/(m ² .°C)]
Quarto	1.48	EV22	VE 1.8	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	1.46	EV22	VE 1.9	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	1.44	EV22	VE 1.10	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	1.42	EV22	VE 1.11	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	1.40	EV22	VE 1.12	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	1.38	EV22	VE 1.13	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	1.36	EV22	VE 1.14	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	1.34	EV22	VE 1.15	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	1.32	EV22	VE 1.16	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	1.68	EV22	VE 1.17	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	1.72	EV22	VE 1.18	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	1.76	EV22	VE 1.19	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	1.80	EV22	VE 1.20	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	1.84	EV22	VE 1.21	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	1.88	EV22	VE 1.22	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Circulação	1.90	EV25	VE 1.23	1.70	1.30	1.00	2.10	2.10	6.00	0.11	1.73
Quarto	1.86	EV19	VE 1.24	1.70	1.30	2.60	2.60	6.76	10.20	0.11	1.59
Quarto	1.82	EV19	VE 1.25	1.70	1.30	2.60	2.60	6.76	10.20	0.11	1.59
Quarto	1.78	EV19	VE 1.26	1.70	1.30	2.60	2.60	6.76	10.20	0.11	1.59

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Espaço	Ref	Tipo de Vão	ID Vão	Uf	Ug	Dimensões do vão				Ψg	Uw
				[W/(m ² .°C)]	[W/(m ² .°C)]	Larg. [m]	Alt. [m]	Área [m ²]	Perím. [m]	[m]	[W/(m ² .°C)]
Quarto	1.74	EV19	VE 1.27	1.70	1.30	2.60	2.60	6.76	10.20	0.11	1.59
Quarto	1.70	EV19	VE 1.28	1.70	1.30	2.60	2.60	6.76	10.20	0.11	1.59
Quarto	1.66	EV19	VE 1.29	1.70	1.30	2.60	2.60	6.76	10.20	0.11	1.59
Quarto	1.19	EV22	VE 1.30	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	1.17	EV22	VE 1.31	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	1.15	EV22	VE 1.32	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	1.13	EV22	VE 1.33	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	1.11	EV22	VE 1.34	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	1.9	EV22	VE 1.35	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	1.7	EV22	VE 1.36	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	1.5	EV22	VE 1.37	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	1.3	EV22	VE 1.38	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	1.1	EV22	VE 1.39	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Circulação	2.1	EV26	VE 2.1	1.70	1.30	1.40	2.14	2.99	6.87	0.11	1.67
Circulação	2.24	EV23	VE 2.2	1.70	1.30	3.27	2.60	8.50	11.54	0.11	1.57
Sala piso	2.32	EV27	VE 2.3	1.70	1.30	3.27	1.10	3.60	8.54	0.11	1.68
Circulação	2.34	EV24	VE 2.4	1.70	1.30	1.18	2.12	2.50	6.39	0.11	1.70
Quarto	2.57	EV22	VE 2.5	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	2.55	EV22	VE 2.6	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Espaço	Ref	Tipo de Vão	ID Vão	Uf	Ug	Dimensões do vão				Ψg	Uw
				[W/(m ² .°C)]	[W/(m ² .°C)]	Larg. [m]	Alt. [m]	Área [m ²]	Perím. [m]	[m]	[W/(m ² .°C)]
Quarto	2.53	EV22	VE 2.7	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	2.51	EV22	VE 2.8	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	2.49	EV22	VE 2.9	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	2.47	EV22	VE 2.10	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	2.45	EV22	VE 2.11	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	2.43	EV22	VE 2.12	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	2.41	EV22	VE 2.13	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	2.39	EV22	VE 2.14	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	2.37	EV22	VE 2.15	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	2.35	EV22	VE 2.16	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	2.22	EV22	VE 2.17	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	2.20	EV22	VE 2.18	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	2.18	EV22	VE 2.19	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	2.16	EV22	VE 2.20	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	2.14	EV22	VE 2.21	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	2.12	EV22	VE 2.22	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	2.10	EV22	VE 2.23	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	2.8	EV22	VE 2.24	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	2.6	EV22	VE 2.25	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Espaço	Ref	Tipo de Vão	ID Vão	Uf	Ug	Dimensões do vão				Ψg	Uw
				[W/(m ² .°C)]	[W/(m ² .°C)]	Larg. [m]	Alt. [m]	Área [m ²]	Perím. [m]	[m]	[W/(m ² .°C)]
Quarto	2.4	EV22	VE 2.26	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58
Quarto	2.2	EV22	VE 2.27	1.70	1.30	2.80	2.60	7.28	10.60	0.11	1.58

Na Tabela 68 apresenta-se o cálculo do $U_{W\text{DN}}$ para todos os vãos envidraçados e a verificação do cumprimento dos requisitos.

Tabela 68 - Cálculo do $U_{W\text{DN}}$ para todos os vãos envidraçados e verificação do cumprimento dos requisitos.

Tipo proteção	dR	Uws	Uwdn	Req. Min.	Cumpre?
	[W/(m ² .°C)]	[W/(m ² .°C)]	[W/(m ² .°C)]	[W/(m ² .°C)]	
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Tipo proteção	dR	Uws	Uwdn	Req. Min.	Cumpre?
	[W/(m2.°C)]	[W/(m2.°C)]	[W/(m2.°C)]	[W/(m2.°C)]	
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.46	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.46	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.46	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.46	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.46	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.46	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.46	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.46	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.46	3.30	Sim

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Tipo proteção	dR	Uws	Uwdn	Req. Min.	Cumpre?
	[W/(m2.°C)]	[W/(m2.°C)]	[W/(m2.°C)]	[W/(m2.°C)]	
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.46	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.46	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.46	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Tipo proteção	dR	Uws	Uwdn	Req. Min.	Cumpre?
	[W/(m2.°C)]	[W/(m2.°C)]	[W/(m2.°C)]	[W/(m2.°C)]	
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Tipo proteção	dR	Uws	Uwdn	Req. Min.	Cumpre?
	[W/(m2.°C)]	[W/(m2.°C)]	[W/(m2.°C)]	[W/(m2.°C)]	
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.46	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.46	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.46	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.46	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.46	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.46	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Tipo proteção	dR	Uws	Uwdn	Req. Min.	Cumpre?
	[W/(m2.°C)]	[W/(m2.°C)]	[W/(m2.°C)]	[W/(m2.°C)]	
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Sem ocupação noturna	na	na	na	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Tipo proteção	dR	Uws	Uwdn	Req. Min.	Cumpre?
	[W/(m2.°C)]	[W/(m2.°C)]	[W/(m2.°C)]	[W/(m2.°C)]	
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim
Persiana de réguas metálicas	0.12	1.33	1.45	3.30	Sim

ANEXO H: CÁLCULO DOS FATORES SOLARES DOS VÃOS ENVIDRAÇADOS

Neste anexo são apresentados os resultados para o cálculo dos fatores solares dos vãos envidraçados.

Na Tabela 69 apresentam-se os resultados para o cálculo do g_{tot} para todos os vãos envidraçados, assim como o seu cumprimento dos requisitos.

Tabela 69 – Cálculo do g_{tot} para todos os vãos envidraçados e verificação do cumprimento dos requisitos.

Tipo de Vão	ID Vão	Área	Orientação	gt, vi	gT	FO	Ff		gTcorrig.	Área eve	Área env.	Aenv./Aeve	Limite	Cumpre?
		[m2]					Esq.	Dir.		[m2]	[m2]			
EV01	VE 0.1	2.09	NO	0.43	0.43	0.88	0.69	1.00	0.26	646.16	104.20	16.13%	0.56	Sim
EV02	VE 0.2	3.42	SE	0.43	0.43	1.00	1.00	0.93	0.40	641.45	126.39	19.70%	0.56	Sim
EV03	VE 0.3	13.99	NE	0.43	0.43	1.00	1.00	0.81	0.35	1,084.98	93.26	8.60%		
EV12	VE 0.12	3.18	NE	0.43	0.32	1.00	1.00	1.00	0.32	1,084.98	93.26	8.60%		
EV01	VE 0.13	2.09	SE	0.43	0.43	0.54	1.00	1.00	0.23	641.45	126.39	19.70%	0.56	Sim
EV13	VE 0.14	11.96	SO	0.43	0.43	0.58	0.94	0.94	0.22	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV17	VE 0.18	26.00	SO	0.43	0.43	0.50	0.95	0.77	0.16	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV18	VE 0.19	23.14	SE	0.43	0.43	0.50	0.77	0.95	0.16	641.45	126.39	19.70%	0.56	Sim
EV19	VE 0.20	6.76	SE	0.43	0.14	0.58	0.80	0.96	0.06	641.45	126.39	19.70%	0.56	Sim
EV19	VE 0.21	6.76	SE	0.43	0.14	0.58	0.89	0.95	0.07	641.45	126.39	19.70%	0.56	Sim
EV19	VE 0.22	6.76	SE	0.43	0.14	0.58	0.84	0.96	0.06	641.45	126.39	19.70%	0.56	Sim
EV19	VE 0.23	6.76	SE	0.43	0.14	0.58	0.89	0.95	0.07	641.45	126.39	19.70%	0.56	Sim
EV19	VE 0.24	6.76	SE	0.43	0.14	0.58	0.84	0.96	0.06	641.45	126.39	19.70%	0.56	Sim

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Tipo de Vão	ID Vão	Área	Orientação	gt, vi	gT	F0	Ff	Ff	gTcorrig.	Área eve	Área env.	Aenv./Aeve	Limite	Cumpre?
		[m2]					Esq.	Dir.		[m2]	[m2]			
EV19	VE 0.25	6.76	SE	0.43	0.14	0.58	0.89	0.94	0.07	641.45	126.39	19.70%	0.56	Sim
EV20	VE 0.26	5.46	SO	0.43	0.43	0.62	1.00	1.00	0.27	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV19	VE 0.27	6.76	NO	0.43	0.14	0.79	0.72	1.00	0.08	646.16	104.20	16.13%	0.56	Sim
EV19	VE 0.28	6.76	NO	0.43	0.14	0.79	0.84	1.00	0.09	646.16	104.20	16.13%	0.56	Sim
EV19	VE 0.29	6.76	NO	0.43	0.14	0.79	0.77	1.00	0.08	646.16	104.20	16.13%	0.56	Sim
EV19	VE 0.30	6.76	NO	0.43	0.14	0.79	0.84	1.00	0.09	646.16	104.20	16.13%	0.56	Sim
EV19	VE 0.31	6.76	NO	0.43	0.14	0.79	0.77	1.00	0.08	646.16	104.20	16.13%	0.56	Sim
EV19	VE 0.32	6.76	NO	0.43	0.14	0.79	0.84	1.00	0.09	646.16	104.20	16.13%	0.56	Sim
EV21	VE 0.33	6.42	NO	0.43	0.43	1.00	0.69	1.00	0.30	646.16	104.20	16.13%	0.56	Sim
EV28	VE 0.34	7.28	SO	0.43	0.43	0.58	0.93	1.00	0.23	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV28	VE 0.35	7.28	SO	0.43	0.43	0.58	0.93	1.00	0.23	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV29	VE 0.36	7.28	SO	0.43	0.22	0.58	0.95	1.00	0.12	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV29	VE 0.37	7.28	SO	0.43	0.22	0.58	0.96	1.00	0.12	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV29	VE 0.38	7.28	SO	0.43	0.22	0.58	1.00	1.00	0.13	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV29	VE 0.39	7.28	SO	0.43	0.22	0.58	1.00	1.00	0.13	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV29	VE 0.40	7.28	SO	0.43	0.22	0.58	1.00	1.00	0.13	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV29	VE 0.41	7.28	SO	0.43	0.22	0.58	1.00	1.00	0.13	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV29	VE 0.42	7.28	NO	0.43	0.22	0.70	1.00	1.00	0.15	646.16	104.20	16.13%	0.56	Sim
EV29	VE 0.43	7.28	NO	0.43	0.22	0.70	1.00	1.00	0.15	646.16	104.20	16.13%	0.56	Sim
EV02	VE 1.1	3.42	NE	0.43	0.43	0.70	1.00	0.69	0.21	1,084.98	93.26	8.60%		
EV23	VE 1.2	8.50	NE	0.43	0.43	1.00	1.00	0.80	0.34	1,084.98	93.26	8.60%		
EV30	VE 1.3	8.50	SE	0.43	0.43	1.00	1.00	0.93	0.40	641.45	126.39	19.70%	0.56	Sim

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Tipo de Vão	ID Vão	Área [m2]	Orientação	gt, vi	gT	FO	Ff		gTcorrig.	Área eve [m2]	Área env. [m2]	Aenv./Aeve [%]	Limite	Cumpre?
							Esq.	Dir.						
EV24	VE 1.4	2.50	SE	0.43	0.43	0.54	1.00	1.00	0.23	641.45	126.39	19.70%	0.56	Sim
EV22	VE 1.5	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.95	0.90	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 1.6	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.96	0.86	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 1.7	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.95	0.90	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 1.8	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.96	0.86	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 1.9	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.95	0.90	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 1.10	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.96	0.86	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 1.11	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.95	0.90	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 1.12	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.96	0.86	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 1.13	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.95	0.90	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 1.14	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.96	0.86	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 1.15	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.95	0.90	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 1.16	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.96	0.86	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 1.17	7.28	SE	0.43	0.14	0.59	0.86	0.96	0.07	641.45	126.39	19.70%	0.56	Sim
EV22	VE 1.18	7.28	SE	0.43	0.14	0.59	0.90	0.95	0.07	641.45	126.39	19.70%	0.56	Sim
EV22	VE 1.19	7.28	SE	0.43	0.14	0.59	0.86	0.96	0.07	641.45	126.39	19.70%	0.56	Sim
EV22	VE 1.20	7.28	SE	0.43	0.14	0.59	0.90	0.95	0.07	641.45	126.39	19.70%	0.56	Sim
EV22	VE 1.21	7.28	SE	0.43	0.14	0.59	0.86	0.96	0.07	641.45	126.39	19.70%	0.56	Sim
EV22	VE 1.22	7.28	SE	0.43	0.14	0.59	0.90	0.95	0.07	641.45	126.39	19.70%	0.56	Sim
EV25	VE 1.23	2.10	SO	0.43	0.43	0.62	1.00	1.00	0.27	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV19	VE 1.24	6.76	NO	0.43	0.14	0.80	0.80	1.00	0.09	646.16	104.20	16.13%	0.56	Sim
EV19	VE 1.25	6.76	NO	0.43	0.14	0.80	0.84	1.00	0.09	646.16	104.20	16.13%	0.56	Sim

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Tipo de Vão	ID Vão	Área [m2]	Orientação	gt, vi	gT	FO	Ff		gTcorrig.	Área eve [m2]	Área env. [m2]	Aenv./Aeve [%]	Limite	Cumpre?
							Esq.	Dir.						
EV19	VE 1.26	6.76	NO	0.43	0.14	0.80	0.80	1.00	0.09	646.16	104.20	16.13%	0.56	Sim
EV19	VE 1.27	6.76	NO	0.43	0.14	0.80	0.84	1.00	0.09	646.16	104.20	16.13%	0.56	Sim
EV19	VE 1.28	6.76	NO	0.43	0.14	0.80	0.80	1.00	0.09	646.16	104.20	16.13%	0.56	Sim
EV19	VE 1.29	6.76	NO	0.43	0.14	0.80	0.84	1.00	0.09	646.16	104.20	16.13%	0.56	Sim
EV22	VE 1.30	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.93	0.86	0.06	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 1.31	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.95	0.90	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 1.32	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.96	0.86	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 1.33	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.95	0.90	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 1.34	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.96	0.86	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 1.35	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.95	0.90	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 1.36	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.96	0.86	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 1.37	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.95	0.90	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 1.38	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.96	0.86	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 1.39	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.95	0.90	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV26	VE 2.1	2.99	NE	0.43	0.43	1.00	1.00	0.69	0.30	1,084.98	93.26	8.60%		
EV23	VE 2.2	8.50	NE	0.43	0.43	1.00	1.00	0.80	0.34	1,084.98	93.26	8.60%		
EV27	VE 2.3	3.60	NE	0.43	0.43	1.00	1.00	1.00	0.43	1,084.98	93.26	8.60%		
EV24	VE 2.4	2.50	SE	0.43	0.43	1.00	1.00	1.00	0.43	641.45	126.39	19.70%	0.56	Sim
EV22	VE 2.5	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.95	0.90	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 2.6	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.96	0.86	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 2.7	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.95	0.90	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 2.8	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.96	0.86	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Tipo de Vão	ID Vão	Área [m2]	Orientação	gt, vi	gT	FO	Ff		gTcorrig.	Área eve [m2]	Área env. [m2]	Aenv./Aeve [%]	Limite	Cumpre?
							Esq.	Dir.						
EV22	VE 2.9	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.95	0.90	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 2.10	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.96	0.86	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 2.11	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.95	0.90	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 2.12	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.96	0.86	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 2.13	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.95	0.90	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 2.14	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.96	0.86	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 2.15	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.95	0.90	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 2.16	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.96	0.86	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 2.17	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.94	0.90	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 2.18	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.96	0.86	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 2.19	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.95	0.90	0.07	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 2.20	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.96	0.86	0.12	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 2.21	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.95	0.90	0.12	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 2.22	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.96	0.86	0.12	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 2.23	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.95	0.90	0.14	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 2.24	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.96	0.86	0.12	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 2.25	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.95	0.90	0.12	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 2.26	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.96	0.86	0.12	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim
EV22	VE 2.27	7.28	SO	0.43	0.14	0.59	0.95	0.90	0.12	1,079.55	480.42	44.50%	0.38	Sim

ANEXO I: CÁLCULO DOS CAUDAIS MÍNIMOS DE AR NOVO E DE EXTRAÇÃO E CAUDAIS DE PROJETO

Neste anexo apresenta-se o cálculo dos caudais de ar novo mínimos a insuflar, assim como os caudais de extração necessários.

Na Tabela 70 apresenta-se o cálculo dos caudais mínimos de ar novo a insuflar.

Tabela 70 – Caudais mínimos de ar novo a insuflar.

Ref. ^a	Designação do espaço	Área	Ocupação	Tipo de espaço tab. I.04	Caudais unitários		Caudais totais		Caudal total máximo	Eficácia de Ventilação	Caudal mínimo a insuflar
					por ocupante	por área	por ocupante	por área			
		[m2]	[oc.]		[m3/(h.ocupante)]	[m3/(h.m2)]	[m3/h]	[m3/h]	[m3/h]	ϵ_v	[m3/h]
0.01	Central Térmica	75.66	0								
0.02	Sala de Bombagem	22.18	0								
0.03	Reservatório	57.34	0								
0.04	Gerador	55.67	0								
0.05	Circulação	38.28	0								
0.06	Lixos Hospitalares	5.62	0								
0.07	Lixos	12.6	0								
0.08	Arrumos Gerais	25.11	0								
0.09	Despejos	3.43	0								
0.10	Circulação	70.14	0								
0.11	Copa	19.08	4			3.00					
0.12	Sala de Refeições	192.62	78	Salas de Refeições	24.00	3.00	1872.00	577.86	1872.00	0.80	2340.00

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Área	Ocupação	Tipo de espaço tab. I.04	Caudais unitários		Caudais totais		Caudal total máximo	Eficácia de Ventilação	Caudal mínimo a insuflar
					por ocupante	por área	por ocupante	por área			
		[m2]	[oc.]		[m3/(h.ocupante)]	[m3/(h.m2)]	[m3/h]	[m3/h]	[m3/h]	ε _v	[m3/h]
0.13	Vestiário Feminino	55.03	8			3.00					
0.14	Vestiário Masculino	32.99	5			3.00					
0.15	Circulação	9.69	0								
0.16	I.S. Pública	16.41	0								
0.17	I.S. Pública	16.41	0								
0.18	I.S.	4.84	0								
0.19	I.S.	4.84	0								
0.20	Circulação	30.88	0								
0.21	Caixa de Elevadores	4.62	0								
0.22	Caixa de Elevadores	5.99	0								
0.23	Antecâmara	14.93	0								
0.24	Hall	75.63	0			2.00		151.26	151.26	0.80	
0.25	Caixa de escadas	23.29	0								
0.26	IS	4.97	0								
0.27	IS	4.97	0								
0.28	Circulação	20.13	0								
0.29	IS Pública	16.63	0								
0.30	IS Pública	16.11	0								
0.31	Sala do pessoal	15.1	4	Salas de repouso	20.00	3.00	80.00	45.30	80.00	0.80	100.00
0.32	Gabinete Médico	14.73	2	Gabinetes	24.00	3.00	48.00	44.19	48.00	0.80	60.00
0.33	Gabinete Enfermagem	14.97	3	Gabinetes	24.00	3.00	72.00	44.91	72.00	0.80	90.00
0.34	Circulação	5.58	0								

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Área	Ocupação	Tipo de espaço tab. I.04	Caudais unitários		Caudais totais		Caudal total máximo	Eficácia de Ventilação	Caudal mínimo a insuflar
					por ocupante	por área	por ocupante	por área			
		[m2]	[oc.]		[m3/(h.ocupante)]	[m3/(h.m2)]	[m3/h]	[m3/h]	[m3/h]	ϵ_v	[m3/h]
0.35	IS	3.06	0								
0.36	Despejos	3.06	0								
0.37	Circulação	12.24	0								
0.38	IS Pública	14.26	0								
0.39	IS Pública	13.88	0								
0.40	Farmácia	10.51	0			5.00					
0.41	Circulação	23.78	0								
0.42	Sala de estar UN1	129.27	14	Salas de repouso	20.00	3.00	280.00	387.81	387.81	0.80	484.76
0.43	Hall	25.16	0								
0.44	Receção	76.87	3	Salas de espera	20.00	3.00	60.00	230.61	230.61	0.80	288.26
0.45	Sala familiares	15.67	3	Salas de conferências	20.00	3.00	60.00	47.01	60.00	0.80	75.00
0.46	IS	2.93	0								
0.47	IS	2.93	0								
0.48	Gabinete técnicos	11.91	2	Gabinetes	24.00	3.00	48.00	35.73	48.00	0.80	60.00
0.49	Gabinete técnicos	11.52	2	Gabinetes	24.00	3.00	48.00	34.56	48.00	0.80	60.00
0.50	Direção	11.52	2	Gabinetes	24.00	3.00	48.00	34.56	48.00	0.80	60.00
0.51	Reuniões	19.2	4	Salas de conferências	20.00	3.00	80.00	57.60	80.00	0.80	100.00
0.52	Circulação	5.56	0								
0.53	IS apoio gab	6.6	0								
0.54	Bastidor	5.79	0								
0.55	Circulação	26.56	0								
0.56	Posto de segurança	15.12	1	Gabinetes	24.00	3.00	24.00	45.36	45.36	0.80	56.70
0.57	Fisioterapia	23.11	6	Salas de atividade de estabelecimentos de geriatria e similares	24.00	3.00	144.00	69.33	144.00	0.80	180.00

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Área	Ocupação	Tipo de espaço tab. I.04	Caudais unitários		Caudais totais		Caudal total máximo	Eficácia de Ventilação	Caudal mínimo a insuflar
					por ocupante	por área	por ocupante	por área			
		[m2]	[oc.]		[m3/(h.ocupante)]	[m3/(h.m2)]	[m3/h]	[m3/h]	[m3/h]	ϵ_v	[m3/h]
0.58	Circulação	14.4	0								
0.59	Vestiário	5.21	1								
0.60	IS	3.68	0								
0.61	Vestiário	5.21	1								
0.62	IS	3.68	0								
0.63	Ginásio	45.38	10	Salas em ginásios	49.00	3.00	490.00	136.14	490.00	0.80	612.50
0.64	Cabeleireiro	15.23	4	Lojas e similares	24.00	5.00	96.00	76.15	96.00	0.80	120.00
0.65	Capela	46.39	23	Salas de repouso	20.00	3.00	460.00	139.17	460.00	0.80	575.00
0.66	Sala de estar UN2	96	14	Salas de repouso	20.00	3.00	280.00	288.00	288.00	0.80	360.00
0.67	Sala de estar de piso	157.04	4	Salas de repouso	20.00	3.00	80.00	471.12	471.12	0.80	588.90
0.68	Caixa de Elevadores	6.17	0								
0.69	Despejos	4.4	0								
0.70	Roupa limpa	8.23	0								
0.71	Roupa limpa	8.45	0								
0.72	Circulação	6.43	0								
0.73	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
0.74	IS	4.65	0								
0.75	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
0.76	IS	4.65	0								
0.77	Circulação	49.3	0								
0.78	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
0.79	IS	4.65	0								
0.80	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
0.81	IS	4.65	0								
0.82	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Área	Ocupação	Tipo de espaço tab. I.04	Caudais unitários		Caudais totais		Caudal total máximo	Eficácia de Ventilação	Caudal mínimo a insuflar
					por ocupante	por área	por ocupante	por área			
		[m2]	[oc.]		[m3/(h.ocupante)]	[m3/(h.m2)]	[m3/h]	[m3/h]	[m3/h]	ε _v	[m3/h]
0.83	IS	4.65	0								
0.84	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
0.85	IS	4.65	0								
0.86	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
0.87	IS	4.65	0								
0.88	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
0.89	IS	4.65	0								
0.90	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
0.91	IS	4.65	0								
0.92	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
0.93	IS	4.65	0								
0.94	Quarto	21.82	1	Quartos	16.00		16.00		16.00	0.80	20.00
0.95	IS	4.65	0								
0.96	Quarto	21.82	1	Quartos	16.00		16.00		16.00	0.80	20.00
0.97	IS	4.65	0								
1.01	Quarto	21.82	1	Quartos	16.00		16.00		16.00	0.80	20.00
1.02	IS	4.54	0								
1.03	Quarto	21.81	1	Quartos	16.00		16.00		16.00	0.80	20.00
1.04	IS	4.65	0								
1.05	Quarto	21.81	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
1.06	IS	4.65	0								
1.07	Quarto	21.81	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
1.08	IS	4.65	0								
1.09	Quarto	21.81	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
1.10	IS	4.65	0								
1.11	Quarto	21.81	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
1.12	IS	4.65	0								
1.13	Quarto	21.81	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Área	Ocupação	Tipo de espaço tab. I.04	Caudais unitários		Caudais totais		Caudal total máximo	Eficácia de Ventilação	Caudal mínimo a insuflar
					por ocupante	por área	por ocupante	por área			
		[m2]	[oc.]		[m3/(h.ocupante)]	[m3/(h.m2)]	[m3/h]	[m3/h]	[m3/h]	ε _v	[m3/h]
1.14	IS	4.65	0								
1.15	Quarto	21.81	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
1.16	IS	4.65	0								
1.17	Quarto	21.81	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
1.18	IS	4.65	0								
1.19	Quarto	21.81	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
1.20	IS	4.65	0								
1.21	Circulação	39.89	0								
1.22	Roupa limpa	14.84	0								
1.23	Material consumo	11.74	0								
1.24	Circulação	9.47	0								
1.25	Sujos	5.48	0								
1.26	Balneário	11.42	0								
1.27	Despejos	1.27	0								
1.28	Circulação	57.91	0								
1.29	Circulação	25.52	0								
1.30	Sala piso	21.17	4	Salas de repouso	20.00	3.00	80.00	63.51	80.00	0.80	100.00
1.31	IS	4.4	0								
1.32	Quarto	21.82	1	Quartos	16.00		16.00		16.00	0.80	20.00
1.33	IS	4.65	0								
1.34	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
1.35	IS	4.65	0								
1.36	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
1.37	IS	4.65	0								
1.38	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
1.39	IS	4.65	0								
1.40	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Área	Ocupação	Tipo de espaço tab. I.04	Caudais unitários		Caudais totais		Caudal total máximo	Eficácia de Ventilação	Caudal mínimo a insuflar
					por ocupante	por área	por ocupante	por área			
		[m2]	[oc.]		[m3/(h.ocupante)]	[m3/(h.m2)]	[m3/h]	[m3/h]	[m3/h]	ϵ_v	[m3/h]
1.41	IS	4.65	0								
1.42	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
1.43	IS	4.65	0								
1.44	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
1.45	IS	4.65	0								
1.46	Quarto	21.82	1	Quartos	16.00		16.00		16.00	0.80	20.00
1.47	IS	4.65	0								
1.48	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
1.49	IS	4.65	0								
1.50	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
1.51	IS	4.65	0								
1.52	Quarto	21.82	1	Quartos	16.00		16.00		16.00	0.80	20.00
1.53	IS	4.65	0								
1.54	Quarto	21.82	1	Quartos	16.00		16.00		16.00	0.80	20.00
1.55	IS	4.65	0								
1.56	Circulação	35.05	0								
1.57	Circulação	46.33	0								
1.58	Material consumo	12.6	0								
1.59	Roupa limpa	13.07	0								
1.60	Sujos	3.99	0								
1.61	Circulação	6.81	0								
1.62	Despejos	2.52	0								
1.63	Arrumos	5.25	0								
1.64	Material limpeza	5.25	0								
1.65	Sala de piso	133.96	4	Salas de repouso	20.00	3.00	80.00	401.88	401.88	0.80	502.35
1.66	Quarto	21.82	1	Quartos	16.00		16.00		16.00	0.80	20.00
1.67	IS	4.65	0								

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Área	Ocupação	Tipo de espaço tab. I.04	Caudais unitários		Caudais totais		Caudal total máximo	Eficácia de Ventilação	Caudal mínimo a insuflar
					por ocupante	por área	por ocupante	por área			
		[m2]	[oc.]		[m3/(h.ocupante)]	[m3/(h.m2)]	[m3/h]	[m3/h]	[m3/h]	ε _v	[m3/h]
1.68	Quarto	21.82	1	Quartos	16.00		16.00		16.00	0.80	20.00
1.69	IS	4.65	0								
1.70	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
1.71	IS	4.65	0								
1.72	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
1.73	IS	4.65	0								
1.74	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
1.75	IS	4.65	0								
1.76	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
1.77	IS	4.65	0								
1.78	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
1.79	IS	4.65	0								
1.80	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
1.81	IS	4.65	0								
1.82	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
1.83	IS	4.65	0								
1.84	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
1.85	IS	4.65	0								
1.86	Quarto	21.82	1	Quartos	16.00		16.00		16.00	0.80	20.00
1.87	IS	4.65	0								
1.88	Quarto	21.82	1	Quartos	16.00		16.00		16.00	0.80	20.00
1.89	IS	4.65	0								
1.90	Circulação	49.3	0								
1.91	Antecâmara	17.62	0								
2.01	Circulação	39.89	0								
2.02	Quarto	21.82	1	Quartos	16.00		16.00		16.00	0.80	20.00
2.03	IS	4.54	0								
2.04	Quarto	21.81	1	Quartos	16.00		16.00		16.00	0.80	20.00

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Área	Ocupação	Tipo de espaço tab. I.04	Caudais unitários		Caudais totais		Caudal total máximo	Eficácia de Ventilação	Caudal mínimo a insuflar
					por ocupante	por área	por ocupante	por área			
		[m2]	[oc.]		[m3/(h.ocupante)]	[m3/(h.m2)]	[m3/h]	[m3/h]	[m3/h]	ε _v	[m3/h]
2.05	IS	4.65	0								
2.06	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
2.07	IS	4.65	0								
2.08	Quarto	21.81	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
2.09	IS	4.65	0								
2.10	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
2.11	IS	4.65	0								
2.12	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
2.13	IS	4.65	0								
2.14	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
2.15	IS	4.65	0								
2.16	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
2.17	IS	4.65	0								
2.18	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
2.19	IS	4.65	0								
2.20	Quarto	21.87	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
2.21	IS	4.65	0								
2.22	Quarto	22.2	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
2.23	IS	4.65	0								
2.24	Circulação	33.67	0								
2.25	Roupa limpa	2.25	0								
2.26	Material consumo	11.74	0								
2.27	Sujos	5.64	0								
2.28	Despejos	3.96	0								
2.29	Balneário	11.51	0								
2.30	Circulação	9.3	0								
2.31	Circulação	25.52	0								

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Área	Ocupação	Tipo de espaço tab. I.04	Caudais unitários		Caudais totais		Caudal total máximo	Eficácia de Ventilação ϵ_v	Caudal mínimo a insuflar [m3/h]
		[m2]	[oc.]		por ocupante	por área	por ocupante	por área			
					[m3/(h.ocupante)]	[m3/(h.m2)]	[m3/h]	[m3/h]			
2.32	Sala piso	21.17	4	Salas de repouso	20.00		80.00		80.00	0.80	100.00
2.33	IS	4.32	0								
2.34	Circulação	81.38	0								
2.35	Quarto	21.81	1	Quartos	16.00		16.00		16.00	0.80	20.00
2.36	IS	4.61	0								
2.37	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
2.38	IS	4.61	0								
2.39	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
2.40	IS	4.61	0								
2.41	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
2.42	IS	4.61	0								
2.43	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
2.44	IS	4.61	0								
2.45	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
2.46	IS	4.61	0								
2.47	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
2.48	IS	4.61	0								
2.49	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
2.50	IS	4.61	0								
2.51	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
2.52	IS	4.61	0								
2.53	Quarto	21.82	2	Quartos	16.00		32.00		32.00	0.80	40.00
2.54	IS	4.61	0								
2.55	Quarto	21.82	1	Quartos	16.00		16.00		16.00	0.80	20.00
2.56	IS	4.61	0								
2.57	Quarto	21.82	1	Quartos	16.00		16.00		16.00	0.80	20.00
2.58	IS	4.61	0								

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Área	Ocupação	Tipo de espaço tab. I.04	Caudais unitários		Caudais totais		Caudal total máximo	Eficácia de Ventilação	Caudal mínimo a insuflar
					por ocupante	por área	por ocupante	por área			
		[m2]	[oc.]		[m3/(h.ocupante)]	[m3/(h.m2)]	[m3/h]	[m3/h]	[m3/h]	ϵ_v	[m3/h]
2.59	Material consumo	12.6	0								
2.60	Roupa limpa	13.07	0								
2.61	Sujos	3.99	0								
2.62	Despejos	2.52	0								
2.63	Arrumos	5.25	0								
2.64	Material limpeza	5.25	0								
2.65	Circulação	6.81	0								
2.66	Antecâmara	17.62	0								

Na Tabela 71 apresentam-se os caudais mínimos de extração.

Tabela 71 - Caudais mínimos de extração.

Ref. ^a	Designação do espaço	Instalações Sanitárias				
		Tipo I.S.? Funcionamento?	n.º urinóis	n.º sanitas	n.º duches	Caudal ext.
			un	un	un	[m3/h]
0.01	Central Térmica					
0.02	Sala de Bombagem					
0.03	Reservatório					
0.04	Gerador					
0.05	Circulação					
0.06	Lixos Hospitalares					
0.07	Lixos					

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Instalações Sanitárias				Caudal ext. [m ³ /h]
		Tipo I.S.? Funcionamento?	n.º urinóis un	n.º sanitas un	n.º duches un	
0.08	Arrumos Gerais					
0.09	Despejos					
0.10	Circulação					
0.11	Copa					
0.12	Sala de Refeições					
0.13	Vestiário Feminino	Pública func. normal		2.00	2.00	550.30
0.14	Vestiário Masculino	Pública func. normal		1.00	2.00	329.90
0.15	Circulação					
0.16	I.S. Pública	Pública func. normal		4.00		360.00
0.17	I.S. Pública	Pública func. normal		4.00		360.00
0.18	I.S.	Privada / Contínuo				48.40
0.19	I.S.	Privada / Contínuo				48.40
0.20	Circulação					
0.21	Caixa de Elevadores					
0.22	Caixa de Elevadores					
0.23	Antecâmara					
0.24	Hall					
0.25	Caixa de escadas					
0.26	IS	Privada / Contínuo				49.70
0.27	IS	Privada / Contínuo				49.70
0.28	Circulação					
0.29	IS Pública	Pública func. normal		3.00		270.00
0.30	IS Pública	Pública func. normal		3.00		270.00
0.31	Sala do pessoal					
0.32	Gabinete Médico					
0.33	Gabinete Enfermagem					

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Instalações Sanitárias				
		Tipo I.S.? Funcionamento?	n.º urinóis un	n.º sanitas un	n.º duches un	Caudal ext. [m ³ /h]
0.34	Circulação					
0.35	IS	Privada / Contínuo				45.00
0.36	Despejos					
0.37	Circulação					
0.38	IS Pública	Pública func. normal		3.00		270.00
0.39	IS Pública	Pública func. normal		3.00		270.00
0.40	Farmácia					
0.41	Circulação					
0.42	Sala de estar UN1					
0.43	Hall					
0.44	Receção					
0.45	Sala familiares					
0.46	IS	Privada / Contínuo				45.00
0.47	IS	Privada / Contínuo				45.00
0.48	Gabinete técnicos					
0.49	Gabinete técnicos					
0.50	Direção					
0.51	Reuniões					
0.52	Circulação					
0.53	IS apoio gab	Privada / Contínuo				66.00
0.54	Bastidor					
0.55	Circulação					
0.56	Posto de segurança					
0.57	Fisioterapia					
0.58	Circulação					
0.59	Vestiário					
0.60	IS	Privada / Contínuo				45.00
0.61	Vestiário					

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Instalações Sanitárias				
		Tipo I.S.? Funcionamento?	n.º urinóis un	n.º sanitas un	n.º duches un	Caudal ext. [m ³ /h]
0.62	IS	Privada / Contínuo				45.00
0.63	Ginásio					
0.64	Cabeleireiro					
0.65	Capela					
0.66	Sala de estar UN2					
0.67	Sala de estar de piso					
0.68	Caixa de Elevadores					
0.69	Despejos					
0.70	Roupa limpa					
0.71	Roupa limpa					
0.72	Circulação					
0.73	Quarto					
0.74	IS	Privada / Contínuo				46.50
0.75	Quarto					
0.76	IS	Privada / Contínuo				46.50
0.77	Circulação					
0.78	Quarto					
0.79	IS	Privada / Contínuo				46.50
0.80	Quarto					
0.81	IS	Privada / Contínuo				46.50
0.82	Quarto					
0.83	IS	Privada / Contínuo				46.50
0.84	Quarto					
0.85	IS	Privada / Contínuo				46.50
0.86	Quarto					
0.87	IS	Privada / Contínuo				46.50
0.88	Quarto					
0.89	IS	Privada / Contínuo				46.50

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Instalações Sanitárias				Caudal ext. [m ³ /h]
		Tipo I.S.? Funcionamento?	n.º urinóis un	n.º sanitas un	n.º duches un	
0.90	Quarto					
0.91	IS	Privada / Contínuo				46.50
0.92	Quarto					
0.93	IS	Privada / Contínuo				46.50
0.94	Quarto					
0.95	IS	Privada / Contínuo				46.50
0.96	Quarto					
0.97	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.01	Quarto					
1.02	IS	Privada / Contínuo				45.40
1.03	Quarto					
1.04	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.05	Quarto					
1.06	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.07	Quarto					
1.08	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.09	Quarto					
1.10	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.11	Quarto					
1.12	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.13	Quarto					
1.14	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.15	Quarto					
1.16	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.17	Quarto					
1.18	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.19	Quarto					
1.20	IS	Privada / Contínuo				46.50

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Instalações Sanitárias				Caudal ext. [m ³ /h]
		Tipo I.S.? Funcionamento?	n.º urinóis un	n.º sanitas un	n.º duches un	
1.21	Circulação					
1.22	Roupa limpa					
1.23	Material consumo					
1.24	Circulação					
1.25	Sujos					
1.26	Balneário	Privada / Contínuo				114.20
1.27	Despejos					
1.28	Circulação					
1.29	Circulação					
1.30	Sala piso					
1.31	IS	Privada / Contínuo				45.00
1.32	Quarto					
1.33	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.34	Quarto					
1.35	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.36	Quarto					
1.37	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.38	Quarto					
1.39	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.40	Quarto					
1.41	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.42	Quarto					
1.43	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.44	Quarto					
1.45	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.46	Quarto					
1.47	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.48	Quarto					

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Instalações Sanitárias				Caudal ext. [m ³ /h]
		Tipo I.S.? Funcionamento?	n.º urinóis un	n.º sanitas un	n.º duches un	
1.49	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.50	Quarto					
1.51	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.52	Quarto					
1.53	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.54	Quarto					
1.55	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.56	Circulação					
1.57	Circulação					
1.58	Material consumo					
1.59	Roupa limpa					
1.60	Sujos					
1.61	Circulação					
1.62	Despejos					
1.63	Arrumos					
1.64	Material limpeza					
1.65	Sala de piso					
1.66	Quarto					
1.67	IS	Privada / Contínuo		1.00	1.00	46.50
1.68	Quarto					
1.69	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.70	Quarto					
1.71	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.72	Quarto					
1.73	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.74	Quarto					
1.75	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.76	Quarto					

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Instalações Sanitárias				
		Tipo I.S.? Funcionamento?	n.º urinóis	n.º sanitas	n.º duches	Caudal ext.
			un	un	un	[m ³ /h]
1.77	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.78	Quarto					
1.79	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.80	Quarto					
1.81	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.82	Quarto					
1.83	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.84	Quarto					
1.85	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.86	Quarto					
1.87	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.88	Quarto					
1.89	IS	Privada / Contínuo				46.50
1.90	Circulação					
1.91	Antecâmara					
2.01	Circulação					
2.02	Quarto					
2.03	IS	Privada / Contínuo				45.40
2.04	Quarto					
2.05	IS	Privada / Contínuo				46.50
2.06	Quarto					
2.07	IS	Privada / Contínuo				46.50
2.08	Quarto					
2.09	IS	Privada / Contínuo				46.50
2.10	Quarto					
2.11	IS	Privada / Contínuo				46.50
2.12	Quarto					
2.13	IS	Privada / Contínuo				46.50

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Instalações Sanitárias				
		Tipo I.S.? Funcionamento?	n.º urinóis un	n.º sanitas un	n.º duches un	Caudal ext. [m ³ /h]
2.14	Quarto					
2.15	IS	Privada / Contínuo				46.50
2.16	Quarto					
2.17	IS	Privada / Contínuo				46.50
2.18	Quarto					
2.19	IS	Privada / Contínuo				46.50
2.20	Quarto					
2.21	IS	Privada / Contínuo				46.50
2.22	Quarto					
2.23	IS	Privada / Contínuo				46.50
2.24	Circulação					
2.25	Roupa limpa					
2.26	Material consumo					
2.27	Sujos					
2.28	Despejos					
2.29	Balneário	Privada / Contínuo				115.10
2.30	Circulação					
2.31	Circulação					
2.32	Sala piso					
2.33	IS	Privada / Contínuo				45.00
2.34	Circulação					
2.35	Quarto					
2.36	IS	Privada / Contínuo				46.10
2.37	Quarto					
2.38	IS	Privada / Contínuo				46.10
2.39	Quarto					
2.40	IS	Privada / Contínuo				46.10
2.41	Quarto					

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Instalações Sanitárias				Caudal ext. [m ³ /h]
		Tipo I.S.? Funcionamento?	n.º urinóis un	n.º sanitas un	n.º duches un	
2.42	IS	Privada / Contínuo				46.10
2.43	Quarto					
2.44	IS	Privada / Contínuo				46.10
2.45	Quarto					
2.46	IS	Privada / Contínuo				46.10
2.47	Quarto					
2.48	IS	Privada / Contínuo				46.10
2.49	Quarto					
2.50	IS	Privada / Contínuo				46.10
2.51	Quarto					
2.52	IS	Privada / Contínuo				46.10
2.53	Quarto					
2.54	IS	Privada / Contínuo				46.10
2.55	Quarto					
2.56	IS	Privada / Contínuo				46.10
2.57	Quarto					
2.58	IS	Privada / Contínuo				46.10
2.59	Material consumo					
2.60	Roupa limpa					
2.61	Sujos					
2.62	Despejos					
2.63	Arrumos					
2.64	Material limpeza					
2.65	Circulação					
2.66	Antecâmara					

Na Tabela 72 apresentam-se os caudais de projeto.

Tabela 72 – Caudais de projeto.

Ref. ^a	Designação do espaço	Projeto		
		Ar Novo	Ar Extração	Equipamento
		[m ³ /h]	[m ³ /h]	
0.01	Central Térmica			
0.02	Sala de Bombagem			
0.03	Reservatório			
0.04	Gerador			
0.05	Circulação			
0.06	Lixos Hospitalares			VE1
0.07	Lixos			VE1
0.08	Arrumos Gerais			VE1
0.09	Despejos			VE1
0.10	Circulação			UTAN2
0.11	Copa			UTAN4
0.12	Sala de Refeições	2,340.00		UTAN4
0.13	Vestiário Feminino		550.30	UTAN2
0.14	Vestiário Masculino		329.90	UTAN2
0.15	Circulação			UTAN2
0.16	I.S. Pública		360.00	UTAN2
0.17	I.S. Pública		360.00	UTAN2
0.18	I.S.		48.40	UTAN2
0.19	I.S.		48.40	UTAN2
0.20	Circulação			UTAN2

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Projeto		
		Ar Novo	Ar Extração	Equipamento
		[m ³ /h]	[m ³ /h]	
0.21	Caixa de Elevadores			
0.22	Caixa de Elevadores			
0.23	Antecâmara			
0.24	Hall			UTAN2
0.25	Caixa de escadas			
0.26	IS		49.70	UTAN2
0.27	IS		49.70	UTAN2
0.28	Circulação			UTAN2
0.29	IS Pública		270.00	UTAN2
0.30	IS Pública		270.00	UTAN2
0.31	Sala do pessoal	100.00		UTAN2
0.32	Gabinete Médico	60.00		UTAN2
0.33	Gabinete Enfermagem	90.00		UTAN2
0.34	Circulação			
0.35	IS		45.00	UTAN2
0.36	Despejos			
0.37	Circulação			
0.38	IS Pública		270.00	UTAN2
0.39	IS Pública		270.00	UTAN2
0.40	Farmácia			UTAN2
0.41	Circulação			
0.42	Sala de estar UN1	484.76		UTAN5
0.43	Hall			
0.44	Receção	288.26		UTAN5
0.45	Sala familiares	75.00		UTAN5
0.46	IS		45.00	VEIS1
0.47	IS		45.00	VEIS1

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Projeto		
		Ar Novo	Ar Extração	Equipamento
		[m3/h]	[m3/h]	
0.48	Gabinete técnicos	60.00		UTAN5
0.49	Gabinete técnicos	60.00		UTAN5
0.50	Direção	60.00		UTAN5
0.51	Reuniões	100.00		UTAN5
0.52	Circulação			
0.53	IS apoio gab		66.00	VEIS1
0.54	Bastidor			UTAN5
0.55	Circulação			
0.56	Posto de segurança	56.70		UTAN5
0.57	Fisioterapia	180.00		UTAN5
0.58	Circulação			
0.59	Vestiário			UTAN5
0.60	IS		45.00	VEIS1
0.61	Vestiário			UTAN5
0.62	IS		45.00	VEIS1
0.63	Ginásio	612.50		UTAN5
0.64	Cabeleireiro	120.00		UTAN5
0.65	Capela	575.00		UTAN5
0.66	Sala de estar UN2	360.00		UTAN5
0.67	Sala de estar de piso	588.90		UTAN5
0.68	Caixa de Elevadores			
0.69	Despejos			
0.70	Roupa limpa			
0.71	Roupa limpa			
0.72	Circulação			
0.73	Quarto	40.00		UTAN3
0.74	IS		46.50	UTAN3
0.75	Quarto	40.00		UTAN3

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Projeto		
		Ar Novo	Ar Extração	Equipamento
		[m ³ /h]	[m ³ /h]	
0.76	IS		46.50	UTAN3
0.77	Circulação			
0.78	Quarto	40.00		UTAN3
0.79	IS		46.50	UTAN3
0.80	Quarto	40.00		UTAN3
0.81	IS		46.50	UTAN3
0.82	Quarto	40.00		UTAN3
0.83	IS		46.50	UTAN3
0.84	Quarto	40.00		UTAN3
0.85	IS		46.50	UTAN3
0.86	Quarto	40.00		UTAN3
0.87	IS		46.50	UTAN3
0.88	Quarto	40.00		UTAN3
0.89	IS		46.50	UTAN3
0.90	Quarto	40.00		UTAN3
0.91	IS		46.50	UTAN3
0.92	Quarto	40.00		UTAN3
0.93	IS		46.50	UTAN3
0.94	Quarto	20.00		UTAN3
0.95	IS		46.50	UTAN3
0.96	Quarto	20.00		UTAN3
0.97	IS		46.50	UTAN3
1.01	Quarto	20.00		UTAN1
1.02	IS		45.40	UTAN1
1.03	Quarto	20.00		UTAN1
1.04	IS		46.50	UTAN1
1.05	Quarto	40.00		UTAN1
1.06	IS		46.50	UTAN1

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Projeto		
		Ar Novo	Ar Extração	Equipamento
		[m ³ /h]	[m ³ /h]	
1.07	Quarto	40.00		UTAN1
1.08	IS		46.50	UTAN1
1.09	Quarto	40.00		UTAN1
1.10	IS		46.50	UTAN1
1.11	Quarto	40.00		UTAN1
1.12	IS		46.50	UTAN1
1.13	Quarto	40.00		UTAN1
1.14	IS		46.50	UTAN1
1.15	Quarto	40.00		UTAN1
1.16	IS		46.50	UTAN1
1.17	Quarto	40.00		UTAN1
1.18	IS		46.50	UTAN1
1.19	Quarto	40.00		UTAN1
1.20	IS		46.50	UTAN1
1.21	Circulação			
1.22	Roupa limpa			
1.23	Material consumo			UTAN1
1.24	Circulação			
1.25	Sujos			
1.26	Balneário		114.20	UTAN1
1.27	Despejos			
1.28	Circulação			
1.29	Circulação			
1.30	Sala piso	100.00		UTAN1
1.31	IS		45.00	UTAN1
1.32	Quarto	20.00		UTAN1
1.33	IS		46.50	UTAN1
1.34	Quarto	40.00		UTAN1

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Projeto		
		Ar Novo	Ar Extração	Equipamento
		[m ³ /h]	[m ³ /h]	
1.35	IS		46.50	UTAN1
1.36	Quarto	40.00		UTAN1
1.37	IS		46.50	UTAN1
1.38	Quarto	40.00		UTAN1
1.39	IS		46.50	UTAN1
1.40	Quarto	40.00		UTAN1
1.41	IS		46.50	UTAN1
1.42	Quarto	40.00		UTAN1
1.43	IS		46.50	UTAN1
1.44	Quarto	40.00		UTAN1
1.45	IS		46.50	UTAN1
1.46	Quarto	20.00		UTAN1
1.47	IS		46.50	UTAN1
1.48	Quarto	40.00		UTAN1
1.49	IS		46.50	UTAN1
1.50	Quarto	40.00		UTAN1
1.51	IS		46.50	UTAN1
1.52	Quarto	20.00		UTAN1
1.53	IS		46.50	UTAN1
1.54	Quarto	20.00		UTAN1
1.55	IS		46.50	UTAN1
1.56	Circulação			
1.57	Circulação			
1.58	Material consumo			
1.59	Roupa limpa			
1.60	Sujos			
1.61	Circulação			
1.62	Despejos			

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Projeto		
		Ar Novo	Ar Extração	Equipamento
		[m3/h]	[m3/h]	
1.63	Arrumos			
1.64	Material limpeza			
1.65	Sala de piso	502.35		UTAN5
1.66	Quarto	20.00		UTAN3
1.67	IS		46.50	UTAN3
1.68	Quarto	20.00		UTAN3
1.69	IS		46.50	UTAN3
1.70	Quarto	40.00		UTAN3
1.71	IS		46.50	UTAN3
1.72	Quarto	40.00		UTAN3
1.73	IS		46.50	UTAN3
1.74	Quarto	40.00		UTAN3
1.75	IS		46.50	UTAN3
1.76	Quarto	40.00		UTAN3
1.77	IS		46.50	UTAN3
1.78	Quarto	40.00		UTAN3
1.79	IS		46.50	UTAN3
1.80	Quarto	40.00		UTAN3
1.81	IS		46.50	UTAN3
1.82	Quarto	40.00		UTAN3
1.83	IS		46.50	UTAN3
1.84	Quarto	40.00		UTAN3
1.85	IS		46.50	UTAN3
1.86	Quarto	20.00		UTAN3
1.87	IS		46.50	UTAN3
1.88	Quarto	20.00		UTAN3
1.89	IS		46.50	UTAN3
1.90	Circulação			

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Projeto		
		Ar Novo	Ar Extração	Equipamento
		[m ³ /h]	[m ³ /h]	
1.91	Antecâmara			
2.01	Circulação			
2.02	Quarto	20.00		UTAN1
2.03	IS		45.40	UTAN1
2.04	Quarto	20.00		UTAN1
2.05	IS		46.50	UTAN1
2.06	Quarto	40.00		UTAN1
2.07	IS		46.50	UTAN1
2.08	Quarto	40.00		UTAN1
2.09	IS		46.50	UTAN1
2.10	Quarto	40.00		UTAN1
2.11	IS		46.50	UTAN1
2.12	Quarto	40.00		UTAN1
2.13	IS		46.50	UTAN1
2.14	Quarto	40.00		UTAN1
2.15	IS		46.50	UTAN1
2.16	Quarto	40.00		UTAN1
2.17	IS		46.50	UTAN1
2.18	Quarto	40.00		UTAN1
2.19	IS		46.50	UTAN1
2.20	Quarto	40.00		UTAN1
2.21	IS		46.50	UTAN1
2.22	Quarto	40.00		UTAN1
2.23	IS		46.50	UTAN1
2.24	Circulação			
2.25	Roupa limpa			
2.26	Material consumo			
2.27	Sujos			

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Projeto		
		Ar Novo	Ar Extração	Equipamento
		[m ³ /h]	[m ³ /h]	
2.28	Despejos			
2.29	Balneário		115.10	UTAN1
2.30	Circulação			UTAN1
2.31	Circulação			
2.32	Sala piso	100.00		UTAN1
2.33	IS		45.00	UTAN1
2.34	Circulação			
2.35	Quarto	20.00		UTAN1
2.36	IS		46.10	UTAN1
2.37	Quarto	40.00		UTAN1
2.38	IS		46.10	UTAN1
2.39	Quarto	40.00		UTAN1
2.40	IS		46.10	UTAN1
2.41	Quarto	40.00		UTAN1
2.42	IS		46.10	UTAN1
2.43	Quarto	40.00		UTAN1
2.44	IS		46.10	UTAN1
2.45	Quarto	40.00		UTAN1
2.46	IS		46.10	UTAN1
2.47	Quarto	40.00		UTAN1
2.48	IS		46.10	UTAN1
2.49	Quarto	40.00		UTAN1
2.50	IS		46.10	UTAN1
2.51	Quarto	40.00		UTAN1
2.52	IS		46.10	UTAN1
2.53	Quarto	40.00		UTAN1
2.54	IS		46.10	UTAN1
2.55	Quarto	20.00		UTAN1

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Designação do espaço	Projeto		
		Ar Novo	Ar Extração	Equipamento
		[m3/h]	[m3/h]	
2.56	IS		46.10	UTAN1
2.57	Quarto	20.00		UTAN1
2.58	IS		46.10	UTAN1
2.59	Material consumo			
2.60	Roupa limpa			
2.61	Sujos			
2.62	Despejos			
2.63	Arrumos			
2.64	Material limpeza			
2.65	Circulação			
2.66	Antecâmara			

ANEXO J: ILUMINÂNCIA E DENSIDADE DE POTÊNCIA DOS SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO FIXA

Neste anexo apresentam-se os valores de iluminância e densidade de potência, selecionados para o projeto de acordo com os requisitos dispostos na Portaria nº 138-I/2021.

Na Tabela 73 apresentam-se os valores selecionados para a iluminância dos sistemas de iluminação fixa.

Tabela 73 – Valores de iluminância dos sistemas de iluminação fixa.

Ref. ^a	Local	Piso	Área	Iluminância EN 12464-1	Ref. ^a SCE	Máximo
				[lx]		[lx]
0.06	Lixos Hospitalares	0	5.62	100.00	T.122	130.00
0.07	Lixos	0	12.6	100.00	T.122	130.00
0.08	Arrumos Gerais	0	25.11	100.00	T.122	130.00
0.09	Despejos	0	3.43	100.00	T.122	130.00
0.10	Circulação	0	70.14	100.00	T.119	130.00
0.11	Copa	0	19.08	200.00	T.120	260.00
0.12	Sala de Refeições	0	192.62	200.00	T.120	260.00
0.13	Vestiário Feminino	0	55.03	200.00	T.120	260.00
0.14	Vestiário Masculino	0	32.99	200.00	T.120	260.00
0.15	Circulação	0	9.69	100.00	T.119	130.00
0.16	I.S. Pública	0	16.41	200.00	T.120	260.00
0.17	I.S. Pública	0	16.41	200.00	T.120	260.00
0.18	I.S.	0	4.84	200.00	T.120	260.00
0.19	I.S.	0	4.84	200.00	T.120	260.00
0.20	Circulação	0	30.88	100.00	T.119	130.00
0.21	Caixa de Elevadores	0	4.62	100.00	T.119	130.00
0.22	Caixa de Elevadores	0	5.99	100.00	T.119	130.00
0.23	Antecâmara	0	14.93	100.00	T.119	130.00
0.24	Hall	0	75.63	100.00	T.146	130.00
0.25	Caixa de escadas	0	23.29	100.00	T.119	130.00
0.26	IS	0	4.97	200.00	T.120	260.00
0.27	IS	0	4.97	200.00	T.120	260.00
0.28	Circulação	0	20.13	100.00	T.119	130.00
0.29	IS Pública	0	16.63	200.00	T.120	260.00
0.30	IS Pública	0	16.11	200.00	T.120	260.00
0.31	Sala do pessoal	0	15.1	300.00	T.156	390.00
0.32	Gabinete Médico	0	14.73	300.00	T.171	390.00
0.33	Gabinete Enfermagem	0	14.97	300.00	T.171	390.00
0.34	Circulação	0	5.58	100.00	T.119	130.00

Ref. ^a	Local	Piso	Área	Illuminância EN 12464-1	Ref. ^a SCE	Máximo
				[lx]		[lx]
0.35	IS	0	3.06	200.00	T.120	260.00
0.36	Despejos	0	3.06	100.00	T.122	130.00
0.37	Circulação	0	12.24	100.00	T.119	130.00
0.38	IS Pública	0	14.26	200.00	T.120	260.00
0.39	IS Pública	0	13.88	200.00	T.120	260.00
0.40	Farmácia	0	10.51	100.00	T.122	130.00
0.41	Circulação	0	23.78	100.00	T.119	130.00
0.42	Sala de estar UN1	0	129.27	100.00	T.120	130.00
0.43	Hall	0	25.16	100.00	T.146	130.00
0.44	Receção	0	76.87	300.00	T.144	390.00
0.45	Sala familiares	0	15.67	200.00	T.155	260.00
0.46	IS	0	2.93	200.00	T.120	260.00
0.47	IS	0	2.93	200.00	T.120	260.00
0.48	Gabinete técnicos	0	11.91	300.00	T.171	390.00
0.49	Gabinete técnicos	0	11.52	300.00	T.171	390.00
0.50	Direção	0	11.52	300.00	T.171	390.00
0.51	Reuniões	0	19.2	500.00	T.144	650.00
0.52	Circulação	0	5.56	100.00	T.119	130.00
0.53	IS apoio gab	0	6.6	200.00	T.120	260.00
0.54	Bastidor	0	5.79	100.00	T.122	130.00
0.55	Circulação	0	26.56	100.00	T.119	130.00
0.56	Posto de segurança	0	15.12	200.00	T.121	260.00
0.57	Fisioterapia	0	23.11	300.00	T.163	390.00
0.58	Circulação	0	14.4	100.00	T.119	130.00
0.59	Vestiário	0	5.21	200.00	T.120	260.00
0.60	IS	0	3.68	200.00	T.120	260.00
0.61	Vestiário	0	5.21	200.00	T.120	260.00
0.62	IS	0	3.68	200.00	T.120	260.00
0.63	Ginásio	0	45.38	300.00	T.120	390.00
0.64	Cabeleireiro	0	15.23	500.00	T.132	650.00
0.65	Capela	0	46.39	200.00	T.146	260.00
0.66	Sala de estar UN2	0	96	100.00	T.120	130.00
0.67	Sala de estar de piso	0	157.04	100.00	T.120	130.00
0.68	Caixa de Elevadores	0	6.17	100.00	T.119	130.00
0.69	Despejos	0	4.4	100.00	T.122	130.00
0.70	Roupa limpa	0	8.23	100.00	T.122	130.00
0.71	Roupa limpa	0	8.45	100.00	T.122	130.00
0.72	Circulação	0	6.43	100.00	T.119	130.00
0.73	Quarto	0	21.82	200.00	T.155	260.00
0.74	IS	0	4.65	200.00	T.120	260.00
0.75	Quarto	0	21.82	200.00	T.155	260.00
0.76	IS	0	4.65	200.00	T.120	260.00
0.77	Circulação	0	49.3	100.00	T.119	130.00
0.78	Quarto	0	21.82	200.00	T.155	260.00
0.79	IS	0	4.65	200.00	T.120	260.00
0.80	Quarto	0	21.82	200.00	T.155	260.00

Ref. ^a	Local	Piso	Área	Illuminância EN 12464-1	Ref. ^a SCE	Máximo
				[lx]		[lx]
0.81	IS	0	4.65	200.00	T.120	260.00
0.82	Quarto	0	21.82	200.00	T.155	260.00
0.83	IS	0	4.65	200.00	T.120	260.00
0.84	Quarto	0	21.82	200.00	T.155	260.00
0.85	IS	0	4.65	200.00	T.120	260.00
0.86	Quarto	0	21.82	200.00	T.155	260.00
0.87	IS	0	4.65	200.00	T.120	260.00
0.88	Quarto	0	21.82	200.00	T.155	260.00
0.89	IS	0	4.65	200.00	T.120	260.00
0.90	Quarto	0	21.82	200.00	T.155	260.00
0.91	IS	0	4.65	200.00	T.120	260.00
0.92	Quarto	0	21.82	200.00	T.155	260.00
0.93	IS	0	4.65	200.00	T.120	260.00
0.94	Quarto	0	21.82	200.00	T.155	260.00
0.95	IS	0	4.65	200.00	T.120	260.00
0.96	Quarto	0	21.82	200.00	T.155	260.00
0.97	IS	0	4.65	200.00	T.120	260.00
1.1	Quarto	1	21.82	200.00	T.155	260.00
1.2	IS	1	4.54	200.00	T.120	260.00
1.3	Quarto	1	21.81	200.00	T.155	260.00
1.4	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.5	Quarto	1	21.81	200.00	T.155	260.00
1.6	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.7	Quarto	1	21.81	200.00	T.155	260.00
1.8	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.9	Quarto	1	21.81	200.00	T.155	260.00
1.10	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.11	Quarto	1	21.81	200.00	T.155	260.00
1.12	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.13	Quarto	1	21.81	200.00	T.155	260.00
1.14	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.15	Quarto	1	21.81	200.00	T.155	260.00
1.16	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.17	Quarto	1	21.81	200.00	T.155	260.00
1.18	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.19	Quarto	1	21.81	200.00	T.155	260.00
1.20	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.21	Circulação	1	39.89	100.00	T.119	130.00
1.22	Roupa limpa	1	14.84	100.00	T.122	130.00
1.23	Material consumo	1	11.74	100.00	T.122	130.00
1.24	Circulação	1	9.47	100.00	T.119	130.00
1.25	Sujos	1	5.48	100.00	T.122	130.00
1.26	Balneário	1	11.42	200.00	T.120	260.00
1.27	Despejos	1	1.27	100.00	T.122	130.00
1.28	Circulação	1	57.91	100.00	T.119	130.00
1.29	Circulação	1	25.52	100.00	T.119	130.00

Ref.ª	Local	Piso	Área	Illuminância EN 12464-1	Ref.ª SCE	Máximo
				[lx]		[lx]
1.30	Sala piso	1	21.17	100.00	T.120	130.00
1.31	IS	1	4.4	200.00	T.120	260.00
1.32	Quarto	1	21.82	200.00	T.155	260.00
1.33	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.34	Quarto	1	21.82	200.00	T.155	260.00
1.35	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.36	Quarto	1	21.82	200.00	T.155	260.00
1.37	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.38	Quarto	1	21.82	200.00	T.155	260.00
1.39	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.40	Quarto	1	21.82	200.00	T.155	260.00
1.41	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.42	Quarto	1	21.82	200.00	T.155	260.00
1.43	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.44	Quarto	1	21.82	200.00	T.155	260.00
1.45	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.46	Quarto	1	21.82	200.00	T.155	260.00
1.47	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.48	Quarto	1	21.82	200.00	T.155	260.00
1.49	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.50	Quarto	1	21.82	200.00	T.155	260.00
1.51	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.52	Quarto	1	21.82	200.00	T.155	260.00
1.53	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.54	Quarto	1	21.82	200.00	T.155	260.00
1.55	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.56	Circulação	1	35.05	100.00	T.119	130.00
1.57	Circulação	1	46.33	100.00	T.119	130.00
1.58	Material consumo	1	12.6	100.00	T.122	130.00
1.59	Roupa limpa	1	13.07	100.00	T.122	130.00
1.60	Sujos	1	3.99	100.00	T.122	130.00
1.61	Circulação	1	6.81	100.00	T.119	130.00
1.62	Despejos	1	2.52	100.00	T.122	130.00
1.63	Arrumos	1	5.25	100.00	T.122	130.00
1.64	Material limpeza	1	5.25	100.00	T.122	130.00
1.65	Sala de piso	1	133.96	100.00	T.120	130.00
1.66	Quarto	1	21.82	200.00	T.155	260.00
1.67	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.68	Quarto	1	21.82	200.00	T.155	260.00
1.69	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.70	Quarto	1	21.82	200.00	T.155	260.00
1.71	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.72	Quarto	1	21.82	200.00	T.155	260.00
1.73	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.74	Quarto	1	21.82	200.00	T.155	260.00
1.75	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00

Ref. ^a	Local	Piso	Área	Illuminância EN 12464-1	Ref. ^a SCE	Máximo
				[lx]		[lx]
1.76	Quarto	1	21.82	200.00	T.155	260.00
1.77	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.78	Quarto	1	21.82	200.00	T.155	260.00
1.79	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.80	Quarto	1	21.82	200.00	T.155	260.00
1.81	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.82	Quarto	1	21.82	200.00	T.155	260.00
1.83	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.84	Quarto	1	21.82	200.00	T.155	260.00
1.85	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.86	Quarto	1	21.82	200.00	T.155	260.00
1.87	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.88	Quarto	1	21.82	200.00	T.155	260.00
1.89	IS	1	4.65	200.00	T.120	260.00
1.90	Circulação	1	49.3	100.00	T.119	130.00
1.91	Antecâmara	1	17.62	100.00	T.119	130.00
2.1	Circulação	2	39.89	100.00	T.119	130.00
2.2	Quarto	2	21.82	200.00	T.155	260.00
2.3	IS	2	4.54	200.00	T.120	260.00
2.4	Quarto	2	21.81	200.00	T.155	260.00
2.5	IS	2	4.65	200.00	T.120	260.00
2.6	Quarto	2	21.82	200.00	T.155	260.00
2.7	IS	2	4.65	200.00	T.120	260.00
2.8	Quarto	2	21.81	200.00	T.155	260.00
2.9	IS	2	4.65	200.00	T.120	260.00
2.10	Quarto	2	21.82	200.00	T.155	260.00
2.11	IS	2	4.65	200.00	T.120	260.00
2.12	Quarto	2	21.82	200.00	T.155	260.00
2.13	IS	2	4.65	200.00	T.120	260.00
2.14	Quarto	2	21.82	200.00	T.155	260.00
2.15	IS	2	4.65	200.00	T.120	260.00
2.16	Quarto	2	21.82	200.00	T.155	260.00
2.17	IS	2	4.65	200.00	T.120	260.00
2.18	Quarto	2	21.82	200.00	T.155	260.00
2.19	IS	2	4.65	200.00	T.120	260.00
2.20	Quarto	2	21.87	200.00	T.155	260.00
2.21	IS	2	4.65	200.00	T.120	260.00
2.22	Quarto	2	22.2	200.00	T.155	260.00
2.23	IS	2	4.65	200.00	T.120	260.00
2.24	Circulação	2	33.67	100.00	T.119	130.00
2.25	Roupa limpa	2	2.25	100.00	T.122	130.00
2.26	Material consumo	2	11.74	100.00	T.122	130.00
2.27	Sujos	2	5.64	100.00	T.122	130.00
2.28	Despejos	2	3.96	100.00	T.122	130.00
2.29	Balneário	2	11.51	200.00	T.120	260.00
2.30	Circulação	2	9.3	100.00	T.119	130.00

Ref. ^a	Local	Piso	Área	Illuminância EN 12464-1	Ref. ^a SCE	Máximo
				[lx]		[lx]
2.31	Circulação	2	25.52	100.00	T.119	130.00
2.32	Sala piso	2	21.17	100.00	T.120	130.00
2.33	IS	2	4.32	200.00	T.120	260.00
2.34	Circulação	2	81.38	100.00	T.119	130.00
2.35	Quarto	2	21.81	200.00	T.155	260.00
2.36	IS	2	4.61	200.00	T.120	260.00
2.37	Quarto	2	21.82	200.00	T.155	260.00
2.38	IS	2	4.61	200.00	T.120	260.00
2.39	Quarto	2	21.82	200.00	T.155	260.00
2.40	IS	2	4.61	200.00	T.120	260.00
2.41	Quarto	2	21.82	200.00	T.155	260.00
2.42	IS	2	4.61	200.00	T.120	260.00
2.43	Quarto	2	21.82	200.00	T.155	260.00
2.44	IS	2	4.61	200.00	T.120	260.00
2.45	Quarto	2	21.82	200.00	T.155	260.00
2.46	IS	2	4.61	200.00	T.120	260.00
2.47	Quarto	2	21.82	200.00	T.155	260.00
2.48	IS	2	4.61	200.00	T.120	260.00
2.49	Quarto	2	21.82	200.00	T.155	260.00
2.50	IS	2	4.61	200.00	T.120	260.00
2.51	Quarto	2	21.82	200.00	T.155	260.00
2.52	IS	2	4.61	200.00	T.120	260.00
2.53	Quarto	2	21.82	200.00	T.155	260.00
2.54	IS	2	4.61	200.00	T.120	260.00
2.55	Quarto	2	21.82	200.00	T.155	260.00
2.56	IS	2	4.61	200.00	T.120	260.00
2.57	Quarto	2	21.82	200.00	T.155	260.00
2.58	IS	2	4.61	200.00	T.120	260.00
2.59	Material consumo	2	12.6	100.00	T.122	130.00
2.60	Roupa limpa	2	13.07	100.00	T.122	130.00
2.61	Sujos	2	3.99	100.00	T.122	130.00
2.62	Despejos	2	2.52	100.00	T.122	130.00
2.63	Arrumos	2	5.25	100.00	T.122	130.00
2.64	Material limpeza	2	5.25	100.00	T.122	130.00
2.65	Circulação	2	6.81	100.00	T.119	130.00
2.66	Antecâmara	2	17.62	100.00	T.119	130.00

Na Tabela 74 apresentam-se os valores selecionados para a densidade de potência dos sistemas de iluminação fixa.

Tabela 74 - Densidade de potência dos sistemas de iluminação fixa.

Ref. ^a	Local	Área	DPI (máx.)	Tabela 25 Portaria 138-I/2021	Pot. Total Instalada
			[(W/m ²)/100lux]		[W]
0.06	Lixos Hospitalares	5.62	2.10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	11.80
0.07	Lixos	12.6	2.10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	26.46
0.08	Arrumos Gerais	25.11	2.10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	52.73
0.09	Despejos	3.43	2.10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	7.20
0.10	Circulação	70.14	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	161.32
0.11	Copa	19.08	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	87.77
0.12	Sala de Refeições	192.62	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	886.05
0.13	Vestiário Feminino	55.03	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	253.14
0.14	Vestiário Masculino	32.99	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	151.75
0.15	Circulação	9.69	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	22.29
0.16	I.S. Pública	16.41	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	75.49
0.17	I.S. Pública	16.41	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	75.49

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Local	Área	DPI (máx.)	Tabela 25 Portaria 138-I/2021	Pot. Total Instalada
			[(W/m ²)/100lux]		[W]
0.18	I.S.	4.84	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	22.26
0.19	I.S.	4.84	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	22.26
0.20	Circulação	30.88	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	71.02
0.21	Caixa de Elevadores	4.62	2.10	Ascensores, escadas mecânicas e tapetes rolantes	9.70
0.22	Caixa de Elevadores	5.99	2.10	Ascensores, escadas mecânicas e tapetes rolantes	12.58
0.23	Antecâmara	14.93	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	34.34
0.24	Hall	75.63	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	173.95
0.25	Caixa de escadas	23.29	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	53.57
0.26	IS	4.97	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	22.86
0.27	IS	4.97	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	22.86
0.28	Circulação	20.13	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	46.30
0.29	IS Pública	16.63	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	76.50

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Local	Área	DPI (máx.)	Tabela 25 Portaria 138-I/2021	Pot. Total Instalada
			[(W/m ²)/100lux]		[W]
0.30	IS Pública	16.11	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	74.11
0.31	Sala do pessoal	15.1	1.50	Escritório individual 1-6 pessoas	67.95
0.32	Gabinete Médico	14.73	1.50	Escritório individual 1-6 pessoas	66.29
0.33	Gabinete Enfermagem	14.97	1.50	Escritório individual 1-6 pessoas	67.37
0.34	Circulação	5.58	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	12.83
0.35	IS	3.06	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	14.08
0.36	Despejos	3.06	2.10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	6.43
0.37	Circulação	12.24	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	28.15
0.38	IS Pública	14.26	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	65.60
0.39	IS Pública	13.88	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	63.85
0.40	Farmácia	10.51	2.10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	22.07
0.41	Circulação	23.78	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	54.69
0.42	Sala de estar UN1	129.27	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	297.32
0.43	Hall	25.16	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	57.87

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Local	Área	DPI (máx.)	Tabela 25 Portaria 138-I/2021	Pot. Total Instalada
			[(W/m ²)/100lux]		[W]
0.44	Receção	76.87	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	530.40
0.45	Sala familiares	15.67	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	72.08
0.46	IS	2.93	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	13.48
0.47	IS	2.93	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	13.48
0.48	Gabinete técnicos	11.91	1.50	Escritório individual 1-6 pessoas	53.60
0.49	Gabinete técnicos	11.52	1.50	Escritório individual 1-6 pessoas	51.84
0.50	Direção	11.52	1.50	Escritório individual 1-6 pessoas	51.84
0.51	Reuniões	19.2	1.50	Salas de reuniões, salas de conferências, auditórios	144.00
0.52	Circulação	5.56	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	12.79
0.53	IS apoio gab	6.6	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	30.36
0.54	Bastidor	5.79	2.10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	12.16
0.55	Circulação	26.56	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	61.09
0.56	Posto de segurança	15.12	1.50	Escritório individual 1-6 pessoas	45.36
0.57	Fisioterapia	23.11	1.50	Laboratórios, salas de exames/tratamento (1), blocos operatórios (1)	104.00
0.58	Circulação	14.4	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	33.12
0.59	Vestiário	5.21	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	23.97

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Local	Área	DPI (máx.)	Tabela 25 Portaria 138-I/2021	Pot. Total Instalada
			[(W/m ²)/100lux]		[W]
0.60	IS	3.68	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	16.93
0.61	Vestiário	5.21	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	23.97
0.62	IS	3.68	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	16.93
0.63	Ginásio	45.38	2.10	Cozinhas, armazéns, arquivos, polidesportivos/ginásios e similares	285.89
0.64	Cabeleireiro	15.23	2.10	Lojas de comércio e serviços, retalhistas em geral – zona de público, espaços fabris em geral	159.92
0.65	Capela	46.39	1.50	Salas de reuniões, salas de conferências, auditórios	139.17
0.66	Sala de estar UN2	96	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	220.80
0.67	Sala de estar de piso	157.04	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	361.19
0.68	Caixa de Elevadores	6.17	2.10	Ascensores, escadas mecânicas e tapetes rolantes	12.96
0.69	Despejos	4.4	2.10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	9.24
0.70	Roupa limpa	8.23	2.10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	17.28
0.71	Roupa limpa	8.45	2.10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	17.75
0.72	Circulação	6.43	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	14.79
0.73	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
0.74	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Local	Área	DPI (máx.)	Tabela 25 Portaria 138-I/2021	Pot. Total Instalada
			[(W/m ²)/100lux]		[W]
0.75	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
0.76	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
0.77	Circulação	49.3	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	113.39
0.78	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
0.79	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
0.80	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
0.81	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
0.82	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
0.83	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
0.84	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
0.85	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Local	Área	DPI (máx.)	Tabela 25 Portaria 138-I/2021	Pot. Total Instalada
			[(W/m ²)/100lux]		[W]
0.86	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
0.87	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
0.88	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
0.89	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
0.90	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
0.91	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
0.92	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
0.93	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
0.94	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
0.95	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
0.96	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Local	Área	DPI (máx.)	Tabela 25 Portaria 138-I/2021	Pot. Total Instalada
			[(W/m ²)/100lux]		[W]
0.97	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.1	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
1.2	IS	4.54	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	20.88
1.3	Quarto	21.81	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.33
1.4	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.5	Quarto	21.81	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.33
1.6	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.7	Quarto	21.81	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.33
1.8	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.9	Quarto	21.81	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.33
1.10	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Local	Área	DPI (máx.)	Tabela 25 Portaria 138-I/2021	Pot. Total Instalada
			[(W/m ²)/100lux]		[W]
1.11	Quarto	21.81	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.33
1.12	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.13	Quarto	21.81	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.33
1.14	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.15	Quarto	21.81	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.33
1.16	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.17	Quarto	21.81	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.33
1.18	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.19	Quarto	21.81	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.33
1.20	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.21	Circulação	39.89	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	91.75
1.22	Roupa limpa	14.84	2.10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	31.16

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Local	Área	DPI (máx.)	Tabela 25 Portaria 138-I/2021	Pot. Total Instalada
			[(W/m ²)/100lux]		[W]
1.23	Material consumo	11.74	2.10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	24.65
1.24	Circulação	9.47	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.78
1.25	Sujos	5.48	2.10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	11.51
1.26	Balneário	11.42	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	52.53
1.27	Despejos	1.27	2.10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	2.67
1.28	Circulação	57.91	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	133.19
1.29	Circulação	25.52	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	58.70
1.30	Sala piso	21.17	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	48.69
1.31	IS	4.4	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	20.24
1.32	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
1.33	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.34	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
1.35	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Local	Área	DPI (máx.)	Tabela 25 Portaria 138-I/2021	Pot. Total Instalada
			[(W/m ²)/100lux]		[W]
1.36	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
1.37	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.38	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
1.39	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.40	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
1.41	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.42	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
1.43	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.44	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
1.45	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.46	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Local	Área	DPI (máx.)	Tabela 25 Portaria 138-I/2021	Pot. Total Instalada
			[(W/m ²)/100lux]		[W]
1.47	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.48	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
1.49	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.50	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
1.51	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.52	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
1.53	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.54	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
1.55	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.56	Circulação	35.05	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	80.62
1.57	Circulação	46.33	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	106.56
1.58	Material consumo	12.6	2.10	Cozinhas industriais e hoteleiras e armazéns de apoio	26.46
1.59	Roupa limpa	13.07	2.10	Cozinhas industriais e hoteleiras e armazéns de apoio	27.45

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Local	Área	DPI (máx.)	Tabela 25 Portaria 138-I/2021	Pot. Total Instalada
			[(W/m ²)/100lux]		[W]
1.60	Sujos	3.99	2.10	Cozinhas industriais e hoteleiras e armazéns de apoio	8.38
1.61	Circulação	6.81	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	15.66
1.62	Despejos	2.52	2.10	Cozinhas industriais e hoteleiras e armazéns de apoio	5.29
1.63	Arrumos	5.25	2.10	Cozinhas industriais e hoteleiras e armazéns de apoio	11.03
1.64	Material limpeza	5.25	2.10	Cozinhas industriais e hoteleiras e armazéns de apoio	11.03
1.65	Sala de piso	133.96	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	308.11
1.66	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
1.67	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.68	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
1.69	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.70	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
1.71	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.72	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
1.73	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Local	Área	DPI (máx.)	Tabela 25 Portaria 138-I/2021	Pot. Total Instalada
			[(W/m ²)/100lux]		[W]
1.74	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
1.75	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.76	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
1.77	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.78	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
1.79	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.80	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
1.81	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.82	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
1.83	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.84	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Local	Área	DPI (máx.)	Tabela 25 Portaria 138-I/2021	Pot. Total Instalada
			[(W/m ²)/100lux]		[W]
1.85	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.86	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
1.87	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.88	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
1.89	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
1.90	Circulação	49.3	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	113.39
1.91	Antecâmara	17.62	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	40.53
2.1	Circulação	39.89	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	91.75
2.2	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
2.3	IS	4.54	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	20.88
2.4	Quarto	21.81	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.33

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Local	Área	DPI (máx.)	Tabela 25 Portaria 138-I/2021	Pot. Total Instalada
			[(W/m ²)/100lux]		[W]
2.5	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
2.6	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
2.7	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
2.8	Quarto	21.81	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.33
2.9	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
2.10	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
2.11	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
2.12	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
2.13	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
2.14	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
2.15	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Local	Área	DPI (máx.)	Tabela 25 Portaria 138-I/2021	Pot. Total Instalada
			[(W/m ²)/100lux]		[W]
2.16	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
2.17	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
2.18	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
2.19	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
2.20	Quarto	21.87	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.60
2.21	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
2.22	Quarto	22.2	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	102.12
2.23	IS	4.65	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
2.24	Circulação	33.67	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	77.44
2.25	Roupa limpa	2.25	2.10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	4.73
2.26	Material consumo	11.74	2.10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	24.65
2.27	Sujos	5.64	2.10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	11.84
2.28	Despejos	3.96	2.10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	8.32
2.29	Balneário	11.51	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	52.95

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Local	Área	DPI (máx.)	Tabela 25 Portaria 138-I/2021	Pot. Total Instalada
			[(W/m ²)/100lux]		[W]
2.30	Circulação	9.3	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.39
2.31	Circulação	25.52	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	58.70
2.32	Sala piso	21.17	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	48.69
2.33	IS	4.32	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	19.87
2.34	Circulação	81.38	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	187.17
2.35	Quarto	21.81	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.33
2.36	IS	4.61	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.21
2.37	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
2.38	IS	4.61	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.21
2.39	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
2.40	IS	4.61	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.21

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Local	Área	DPI (máx.)	Tabela 25 Portaria 138-I/2021	Pot. Total Instalada
			[(W/m ²)/100lux]		[W]
2.41	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
2.42	IS	4.61	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.21
2.43	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
2.44	IS	4.61	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.21
2.45	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
2.46	IS	4.61	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.21
2.47	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
2.48	IS	4.61	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.21
2.49	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
2.50	IS	4.61	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.21
2.51	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Ref. ^a	Local	Área	DPI (máx.)	Tabela 25 Portaria 138-I/2021	Pot. Total Instalada
			[(W/m ²)/100lux]		[W]
2.52	IS	4.61	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.21
2.53	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
2.54	IS	4.61	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.21
2.55	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
2.56	IS	4.61	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.21
2.57	Quarto	21.82	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	100.37
2.58	IS	4.61	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	21.21
2.59	Material consumo	12.6	2.10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	26.46
2.60	Roupa limpa	13.07	2.10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	27.45
2.61	Sujos	3.99	2.10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	8.38
2.62	Despejos	2.52	2.10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	5.29
2.63	Arrumos	5.25	2.10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	11.03
2.64	Material limpeza	5.25	2.10	Salas técnicas, arrecadações e outros locais de armazenagem	11.03
2.65	Circulação	6.81	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	15.66
2.66	Antecâmara	17.62	2.30	Hall/entradas, corredores, escadas, salas de espera, instalações sanitárias, enfermarias e quartos individuais de clínicas e hospitais (2), salas de refeições (exceto restaurantes)	40.53

ANEXO K: PERFIS DE UTILIZAÇÃO

Neste anexo apresentam-se os perfis de utilização criados para o edifício, assim como a sua atribuição da cada um do tipo de espaços.

Na Tabela 75 encontra-se a atribuição dos perfis a cada um dos espaços.

Tabela 75 – Atribuições dos perfis aos espaços.

Espaços	Perfil
Central Térmica	Áreas Técnicas
Sala de Bombagem	Áreas Técnicas
Reservatório	Áreas Técnicas
Gerador	Áreas Técnicas
Circulações, lixos e arrumos	Geral
Copa	Sala Refeições
Sala de Refeições	Sala Refeições
Vestiários	Pessoal
IS Públicas	Geral
Sala do pessoal	Pessoal
Gabinete Médico	Serviços
Gabinete Enfermagem	Permanente
Salas de Estar e receção	Espaços Comuns
Sala familiares e de reuniões	Serviços
Gabinetes técnicos e direção	Serviços
Posto de segurança	Permanente
Fisioterapia	Serviços
Ginásio	Atividades
Cabeleireiro	Serviços
Capela	Atividades
Quartos	Quartos
IS Quartos	Quartos

Na Figura 78 apresentam-se os perfis definidos para o tipo de espaço “Quartos”.

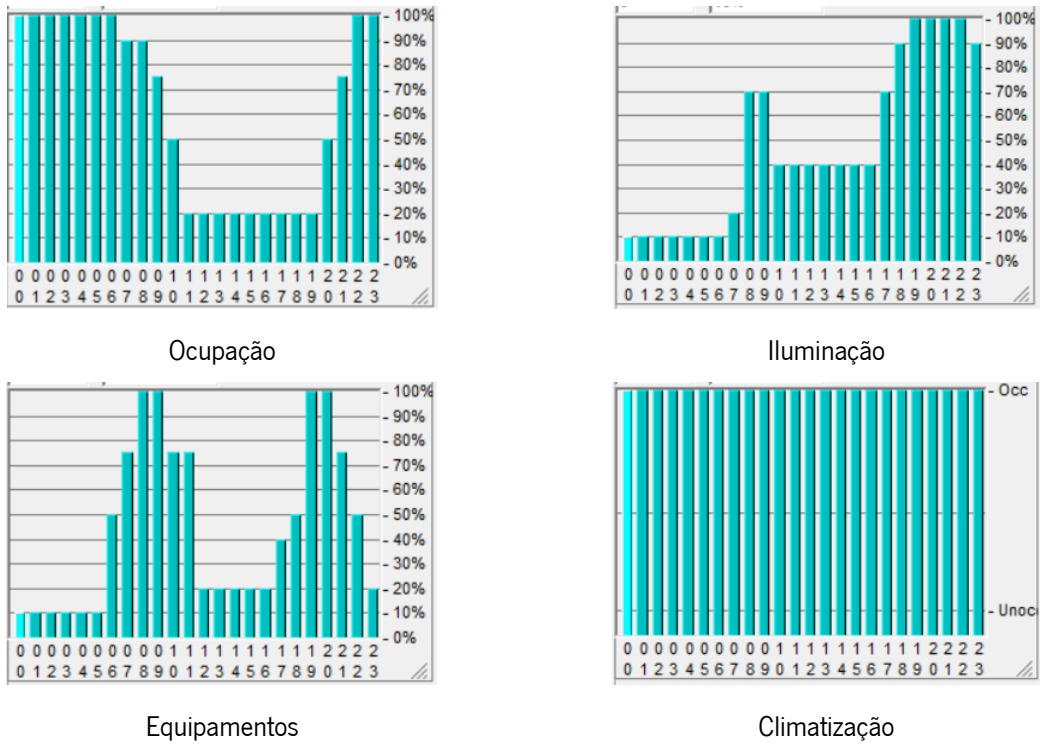


Figura 78 – Perfis de utilização do tipo de espaço “Quartos”.

Na Figura 79 apresentam-se os perfis definidos para o tipo de espaço “Serviços”.

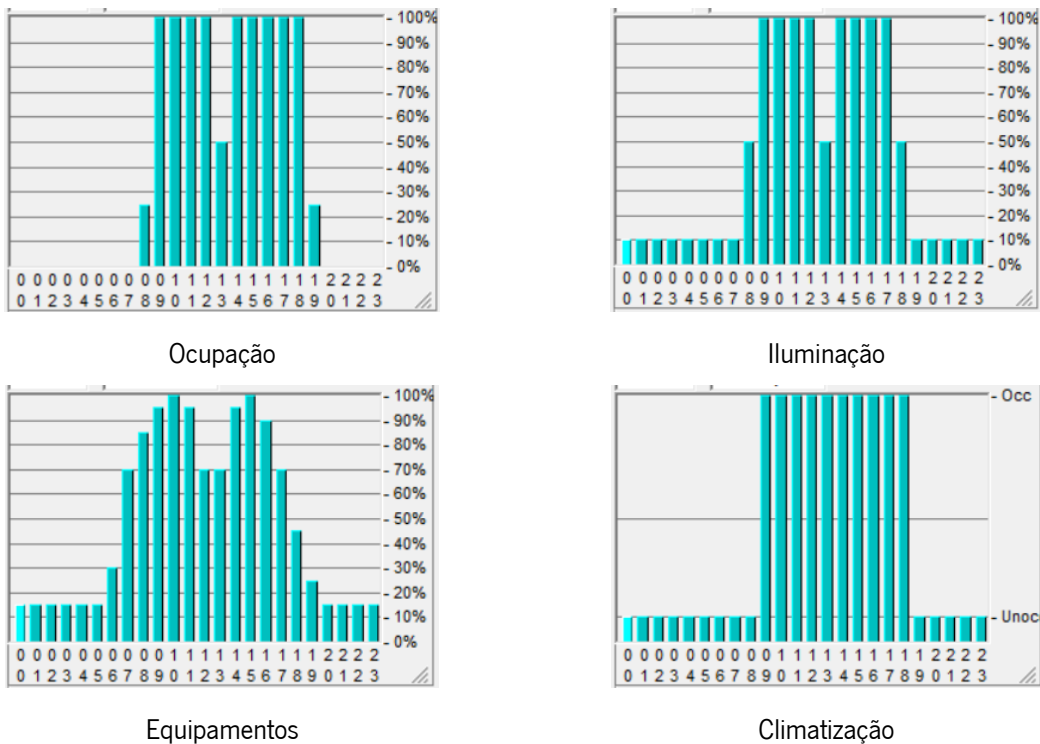


Figura 79 – Perfis de utilização do tipo de espaço “Serviços”.

Na Figura 80 apresentam-se os perfis definidos para o tipo de espaço “Refeições”.

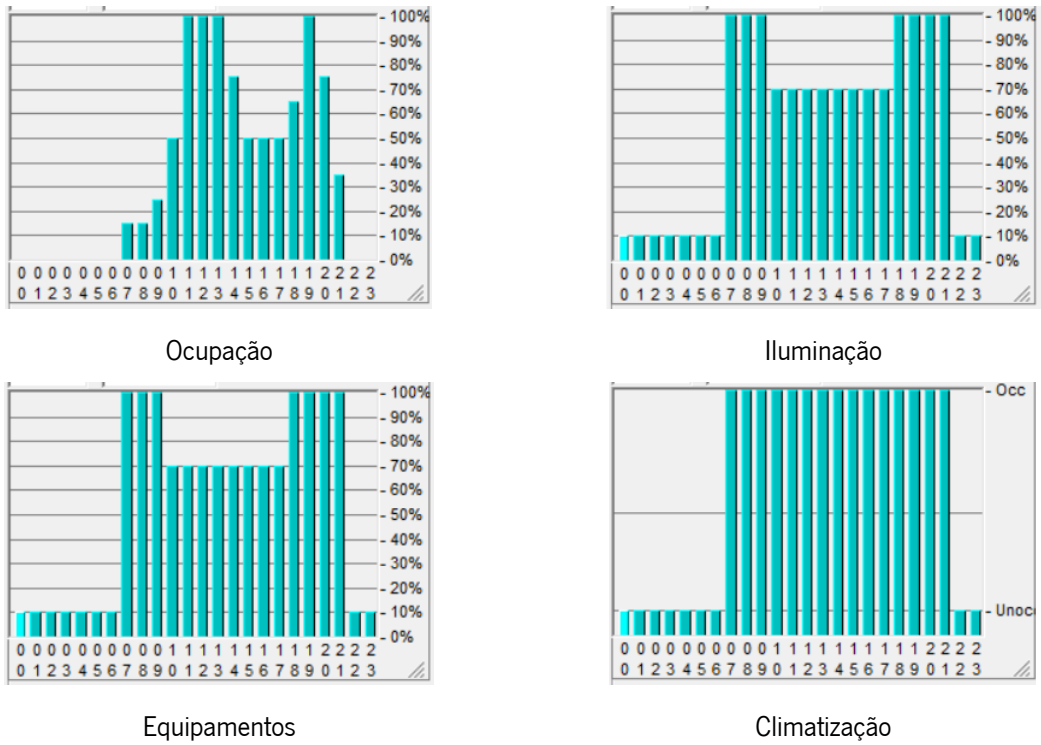


Figura 80 – Perfis de utilização do tipo de espaço “Refeições”.

Na Figura 81 apresentam-se os perfis definidos para o tipo de espaço “Pessoal”.

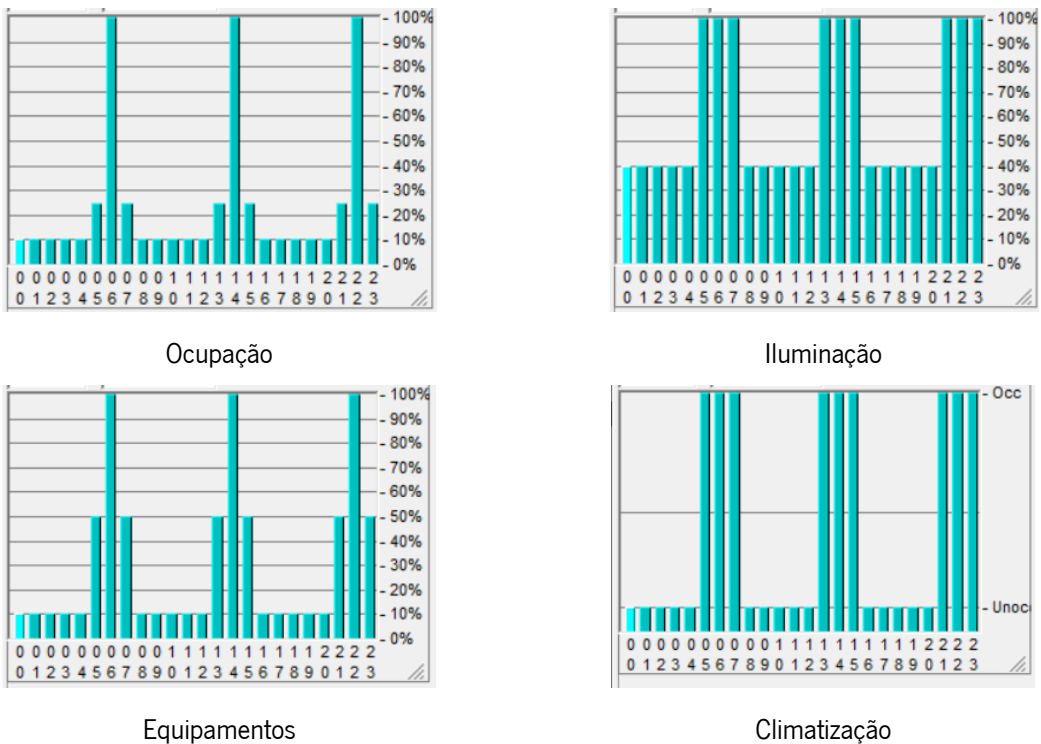


Figura 81 – Perfis de utilização do tipo de espaço “Pessoal”.

Na Figura 82 apresentam-se os perfis definidos para o tipo de espaço “Permanente”.

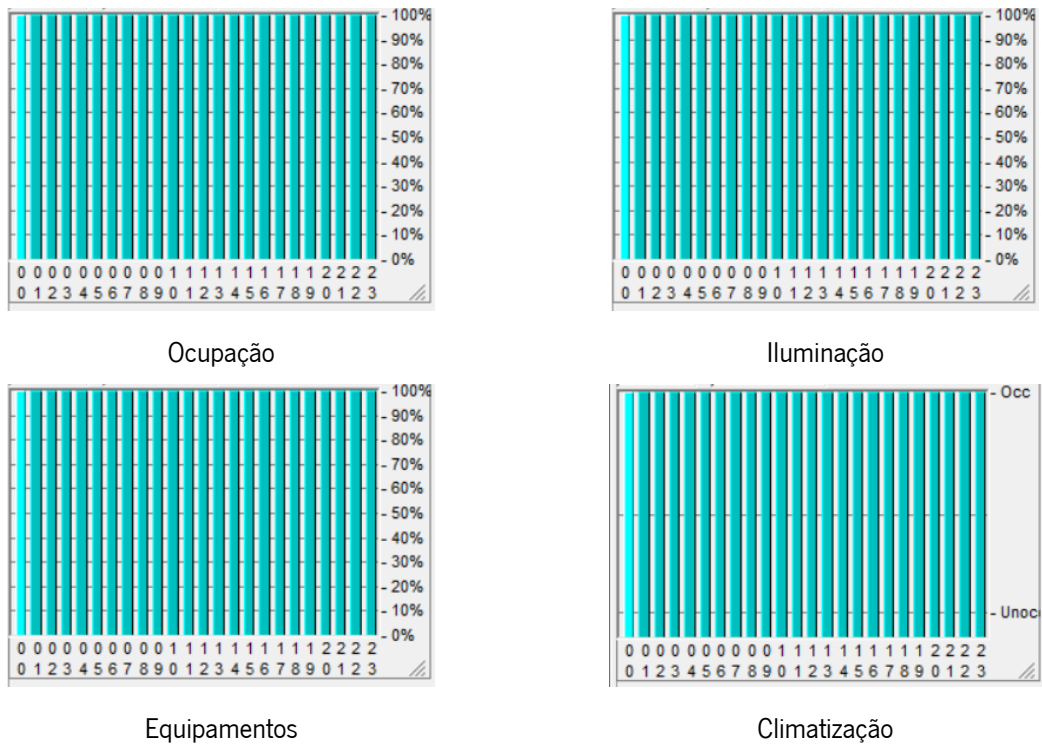


Figura 82 – Perfis de utilização do tipo de espaço “Permanente”.

Na Figura 83 apresentam-se os perfis definidos para o tipo de espaço “Geral”.

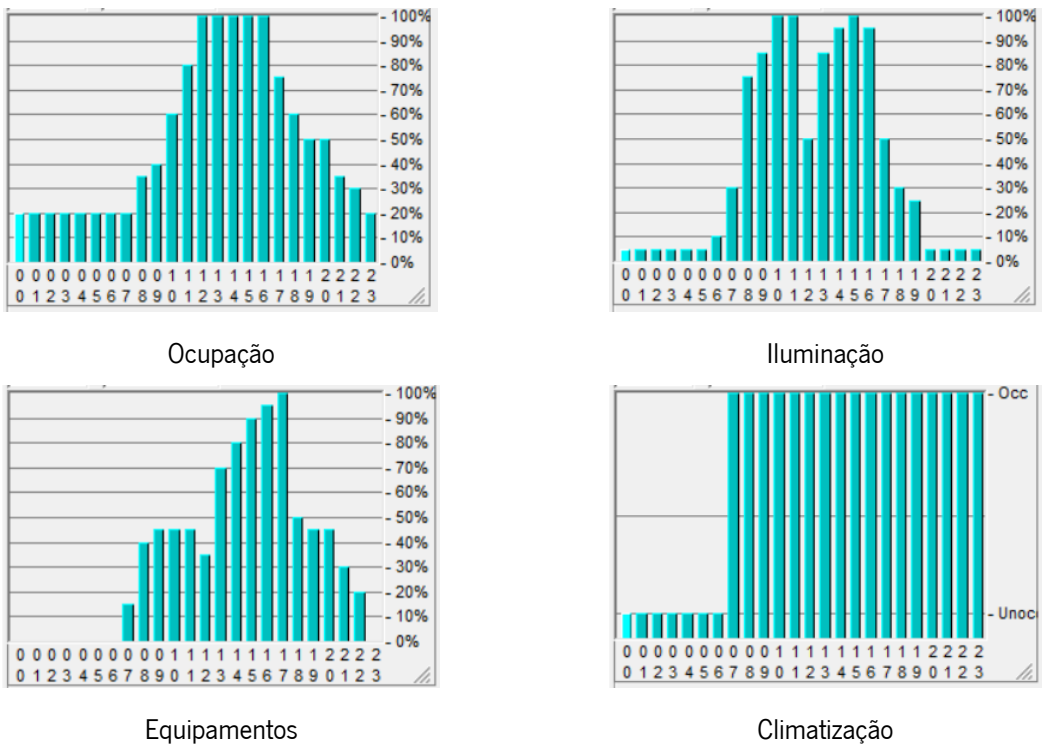


Figura 83 – Perfis de utilização do tipo de espaço “Geral”.

Na Figura 84 apresentam-se os perfis definidos para o tipo de espaço “Espaços Comuns”.

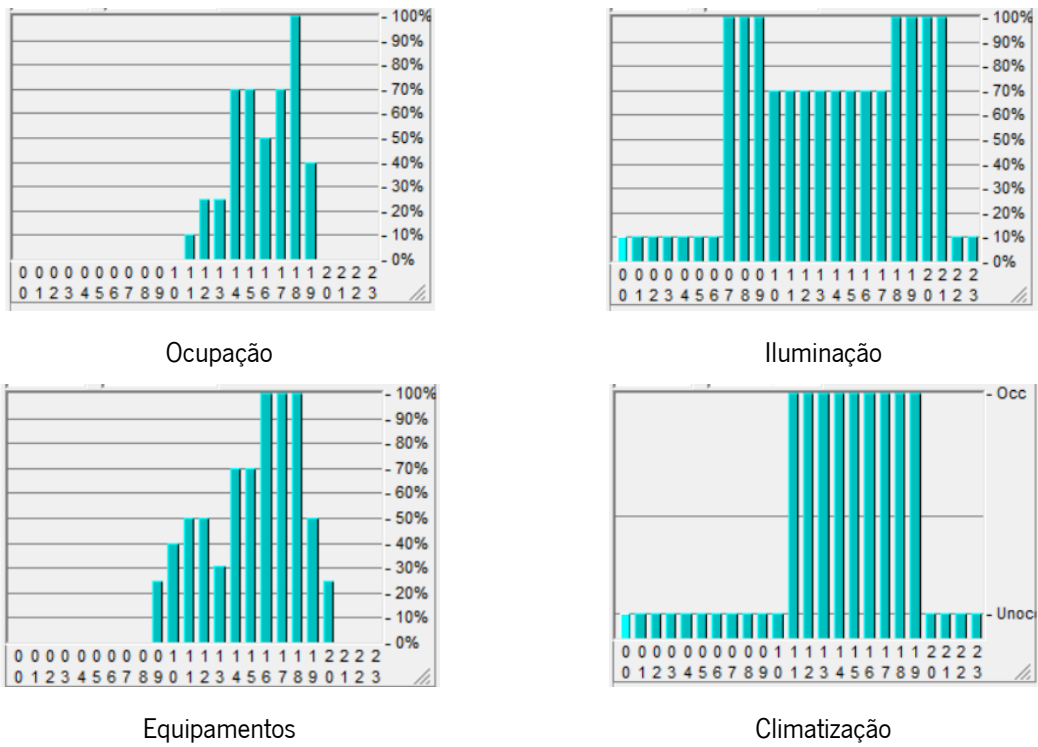


Figura 84 – Perfis de utilização do tipo de espaço “Espaços Comuns”.

Na Figura 85 apresentam-se os perfis definidos para o tipo de espaço “Atividades”.

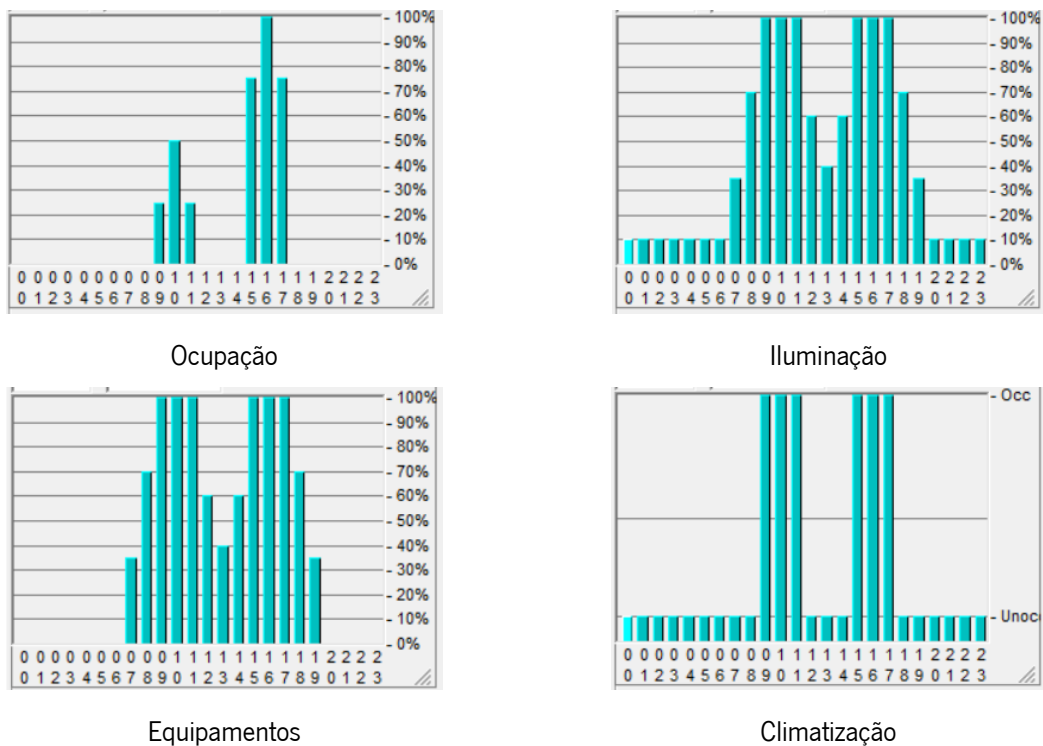
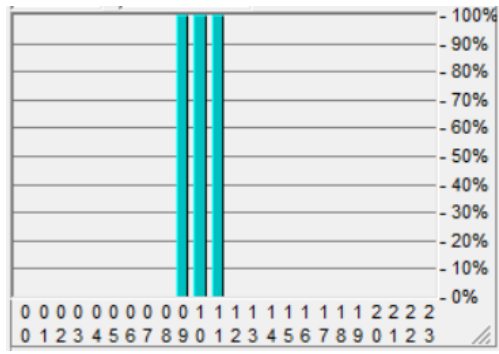


Figura 85 – Perfis de utilização do tipo de espaço “Atividades”.

Na Figura 86 apresentam-se os perfis definidos para o tipo de espaço “Áreas Técnicas”.



Iluminação

Figura 86 – Perfis de utilização do tipo de espaço “Áreas Técnicas”.

ANEXO L: SISTEMAS AGRUPADOS PARA INTRODUÇÃO NO HAP

Na Tabela 76 deste anexo apresentam-se os espaços a serem introduzidos em cada um dos sistemas definidos no HAP.

Tabela 76 – Sistemas a serem introduzidos no HAP.

Código do espaço	Designação do espaço	VRF	Ventilação	Perfil de ocupação
		Máquina Exterior	UTAN	
0.01	Central Térmica			
0.02	Sala de Bombagem			
0.03	Reservatório			
0.04	Gerador			
0.05	Circulação			
0.06	Lixos Hospitalares			
0.07	Lixos			
0.08	Arrumos Gerais			
0.09	Despejos			
0.10	Circulação		UTAN2	
0.11	Copa	VRF - UE4	UTAN4	Sala Refeições
0.12	Sala de Refeições	VRF - UE4	UTAN4	Sala Refeições
0.13	Vestiário Feminino		UTAN2	Pessoal
0.14	Vestiário Masculino		UTAN2	Pessoal
0.15	Circulação			
0.16	I.S. Pública			
0.17	I.S. Pública			
0.18	I.S.			
0.19	I.S.			
0.20	Circulação			
0.21	Caixa de Elevadores			
0.22	Caixa de Elevadores			
0.23	Antecâmara			

Código do espaço	Designação do espaço	VRF	Ventilação	Perfil de ocupação
		Máquina Exterior	UTAN	
0.24	Hall		UTAN2	
0.25	Caixa de escadas			
0.26	IS			
0.27	IS			
0.28	Circulação			
0.29	IS Pública			
0.30	IS Pública			
0.31	Sala do pessoal	VRF - UE1	UTAN2	Pessoal
0.32	Gabinete Médico	VRF - UE4	UTAN2	Serviços
0.33	Gabinete Enfermagem	VRF - UE1	UTAN2	Permanente
0.34	Circulação			
0.35	IS			
0.36	Despejos			
0.37	Circulação			
0.38	IS Pública			
0.39	IS Pública			
0.40	Farmácia		UTAN2	
0.41	Circulação			
0.42	Sala de estar UN1	VRF - UE4	UTAN5	Espaços Comuns
0.43	Hall			
0.44	Receção	VRF - UE3	UTAN5	Espaços Comuns
0.45	Sala familiares	VRF - UE3	UTAN5	Serviços
0.46	IS			
0.47	IS			
0.48	Gabinete técnicos	VRF - UE3	UTAN5	Serviços
0.49	Gabinete técnicos	VRF - UE3	UTAN5	Serviços
0.50	Direção	VRF - UE3	UTAN5	Serviços
0.51	Reuniões	VRF - UE3	UTAN5	Serviços
0.52	Circulação			
0.53	IS apoio gab			
0.54	Bastidor			
0.55	Circulação			

Código do espaço	Designação do espaço	VRF	Ventilação	Perfil de ocupação
		Máquina Exterior	UTAN	
0.56	Posto de segurança	VRF - UE1	UTAN5	Permanente
0.57	Fisioterapia	VRF - UE3	UTAN5	Serviços
0.58	Circulação			
0.59	Vestiário		UTAN5	Pessoal
0.60	IS			
0.61	Vestiário		UTAN5	Pessoal
0.62	IS			
0.63	Ginásio	VRF - UE3	UTAN5	Atividades
0.64	Cabeleireiro	VRF - UE3	UTAN5	Serviços
0.65	Capela	VRF - UE3	UTAN5	Atividades
0.66	Sala de estar UN2	VRF - UE2	UTAN5	Espaços Comuns
0.67	Sala de estar de piso	VRF - UE2	UTAN5	Espaços Comuns
0.68	Caixa de Elevadores			
0.69	Despejos			
0.70	Roupa limpa			
0.71	Roupa limpa			
0.72	Circulação			
0.73	Quarto	VRF - UE2	UTAN3	Quartos
0.74	IS			
0.75	Quarto	VRF - UE2	UTAN3	Quartos
0.76	IS			
0.77	Circulação			
0.78	Quarto	VRF - UE2	UTAN3	Quartos
0.79	IS			
0.80	Quarto	VRF - UE2	UTAN3	Quartos
0.81	IS			
0.82	Quarto	VRF - UE2	UTAN3	Quartos
0.83	IS			
0.84	Quarto	VRF - UE2	UTAN3	Quartos
0.85	IS			
0.86	Quarto	VRF - UE2	UTAN3	Quartos
0.87	IS			

Código do espaço	Designação do espaço	VRF	Ventilação	Perfil de ocupação
		Máquina Exterior	UTAN	
0.88	Quarto	VRF - UE2	UTAN3	Quartos
0.89	IS			
0.90	Quarto	VRF - UE2	UTAN3	Quartos
0.91	IS			
0.92	Quarto	VRF - UE2	UTAN3	Quartos
0.93	IS			
0.94	Quarto	VRF - UE2	UTAN3	Quartos
0.95	IS			
0.96	Quarto	VRF - UE2	UTAN3	Quartos
0.97	IS			
1.01	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
1.02	IS			
1.03	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
1.04	IS			
1.05	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
1.06	IS			
1.07	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
1.08	IS			
1.09	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
1.10	IS			
1.11	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
1.12	IS			
1.13	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
1.14	IS			
1.15	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
1.16	IS			
1.17	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
1.18	IS			
1.19	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
1.20	IS			
1.21	Circulação			
1.22	Roupa limpa			

Código do espaço	Designação do espaço	VRF	Ventilação	Perfil de ocupação
		Máquina Exterior	UTAN	
1.23	Material consumo		UTAN1	
1.24	Circulação			
1.25	Sujos			
1.26	Balneário			
1.27	Despejos			
1.28	Circulação			
1.29	Circulação			
1.30	Sala piso	VRF - UE1	UTAN1	Espaços Comuns
1.31	IS			
1.32	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
1.33	IS			
1.34	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
1.35	IS			
1.36	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
1.37	IS			
1.38	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
1.39	IS			
1.40	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
1.41	IS			
1.42	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
1.43	IS			
1.44	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
1.45	IS			
1.46	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
1.47	IS			
1.48	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
1.49	IS			
1.50	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
1.51	IS			
1.52	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
1.53	IS			
1.54	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos

Código do espaço	Designação do espaço	VRF	Ventilação	Perfil de ocupação
		Máquina Exterior	UTAN	
1.55	IS			
1.56	Circulação			
1.57	Circulação			
1.58	Material consumo			
1.59	Roupa limpa			
1.60	Sujos			
1.61	Circulação			
1.62	Despejos			
1.63	Arrumos			
1.64	Material limpeza			
1.65	Sala de piso	VRF - UE2	UTAN5	Espaços Comuns
1.66	Quarto	VRF - UE2	UTAN3	Quartos
1.67	IS			
1.68	Quarto	VRF - UE2	UTAN3	Quartos
1.69	IS			
1.70	Quarto	VRF - UE2	UTAN3	Quartos
1.71	IS			
1.72	Quarto	VRF - UE2	UTAN3	Quartos
1.73	IS			
1.74	Quarto	VRF - UE2	UTAN3	Quartos
1.75	IS			
1.76	Quarto	VRF - UE2	UTAN3	Quartos
1.77	IS			
1.78	Quarto	VRF - UE2	UTAN3	Quartos
1.79	IS			
1.80	Quarto	VRF - UE2	UTAN3	Quartos
1.81	IS			
1.82	Quarto	VRF - UE2	UTAN3	Quartos
1.83	IS			
1.84	Quarto	VRF - UE2	UTAN3	Quartos
1.85	IS			
1.86	Quarto	VRF - UE2	UTAN3	Quartos

Código do espaço	Designação do espaço	VRF	Ventilação	Perfil de ocupação
		Máquina Exterior	UTAN	
1.87	IS			
1.88	Quarto	VRF - UE2	UTAN3	Quartos
1.89	IS			
1.90	Circulação			
1.91	Antecâmara			
2.01	Circulação			
2.02	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
2.03	IS			
2.04	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
2.05	IS			
2.06	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
2.07	IS			
2.08	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
2.09	IS			
2.10	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
2.11	IS			
2.12	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
2.13	IS			
2.14	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
2.15	IS			
2.16	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
2.17	IS			
2.18	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
2.19	IS			
2.20	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
2.21	IS			
2.22	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
2.23	IS			
2.24	Circulação			
2.25	Roupa limpa			
2.26	Material consumo			
2.27	Sujos			

Código do espaço	Designação do espaço	VRF	Ventilação	Perfil de ocupação
		Máquina Exterior	UTAN	
2.28	Despejos			
2.29	Balneário			
2.30	Circulação		UTAN1	
2.31	Circulação			
2.32	Sala piso	VRF - UE1	UTAN1	Espaços Comuns
2.33	IS			
2.34	Circulação			
2.35	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
2.36	IS			
2.37	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
2.38	IS			
2.39	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
2.40	IS			
2.41	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
2.42	IS			
2.43	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
2.44	IS			
2.45	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
2.46	IS			
2.47	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
2.48	IS			
2.49	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
2.50	IS			
2.51	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
2.52	IS			
2.53	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
2.54	IS			
2.55	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
2.56	IS			
2.57	Quarto	VRF - UE1	UTAN1	Quartos
2.58	IS			
2.59	Material consumo			
2.60	Roupa limpa			
2.61	Sujos			
2.62	Despejos			
2.63	Arrumos			
2.64	Material limpeza			
2.65	Circulação			

Código do espaço	Designação do espaço	VRF	Ventilação	Perfil de ocupação
		Máquina Exterior	UTAN	
2.66	Antecâmara			

ANEXO M: RESULTADOS DAS CARGAS TÉRMICAS

Na Tabela 77 deste anexo apresentam-se os resultados das cargas térmicas para todos os espaços climatizados, assim como a atribuição das máquinas exteriores de climatização a cada um dos espaços.

Tabela 77 – Resultados das cargas térmicas e atribuição das máquinas exteriores a cada espaço climatizado.

Refª	Designação do espaço	Piso	Área [m ²]	Potência de Arrefecimento [KW]			Potência de aquecimento [KW]	Pot/área Arref.	Pot/área Aquec.	Máquina Exterior
				Calor Sensível	Calor Latente	TOTAL [KW]		[W/m ²]	[W/m ²]	
0.11	Copa	0	19.08	8.70	1.00	9.70	0.20	508.39	10.48	VRF - UE4
0.12	Sala de Refeições	0	192.62	11.70	22.60	34.30	11.10	178.07	57.63	VRF - UE4
0.31	Sala do pessoal	0	15.10	1.00	1.10	2.10	0.80	139.07	52.98	VRF - UE1
0.32	Gabinete Médico	0	14.73	0.90	1.20	2.10	0.80	142.57	54.31	VRF - UE4
0.33	Gabinete Enfermagem	0	14.97	0.80	1.00	1.80	0.80	120.24	53.44	VRF - UE1
0.42	Sala de estar UN1	0	129.27	2.70	4.60	7.30	3.40	56.47	26.30	VRF - UE4
0.44	Recepção	0	76.87	2.10	2.80	4.90	1.70	63.74	22.12	VRF - UE3
0.45	Sala familiares	0	15.67	0.60	1.00	1.60	0.70	102.11	44.67	VRF - UE3
0.48	Gabinete técnicos	0	11.91	0.70	0.80	1.50	0.60	125.94	50.38	VRF - UE3
0.49	Gabinete técnicos	0	11.52	0.60	0.70	1.30	0.50	112.85	43.40	VRF - UE3
0.50	Direção	0	11.52	0.50	0.80	1.30	0.40	112.85	34.72	VRF - UE3
0.51	Reuniões	0	19.20	1.00	1.70	2.70	0.90	140.63	46.88	VRF - UE3
0.56	Posto de segurança	0	15.12	0.40	0.70	1.10	0.20	72.75	13.23	VRF - UE1
0.57	Fisioterapia	0	23.11	1.10	2.00	3.10	0.60	134.14	25.96	VRF - UE3
0.63	Ginásio	0	45.38	4.70	7.20	11.90	3.40	262.23	74.92	VRF - UE3
0.64	Cabeleireiro	0	15.23	2.40	1.40	3.80	0.90	249.51	59.09	VRF - UE3
0.65	Capela	0	46.39	3.80	6.40	10.20	2.70	219.87	58.20	VRF - UE3
0.66	Sala de estar UN2	0	96.00	2.10	3.60	5.70	3.40	59.38	35.42	VRF - UE2
0.67	Sala de estar de piso	0	157.04	1.70	3.30	5.00	5.10	31.84	32.48	VRF - UE2
0.73	Quarto	0	21.82	0.60	0.50	1.10	0.50	50.41	22.91	VRF - UE2
0.75	Quarto	0	21.82	0.50	0.40	0.90	0.50	41.25	22.91	VRF - UE2
0.78	Quarto	0	21.82	0.60	0.50	1.10	0.50	50.41	22.91	VRF - UE2
0.80	Quarto	0	21.82	0.60	0.40	1.00	0.50	45.83	22.91	VRF - UE2

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Refª	Designação do espaço	Piso	Área [m2]	Potência de Arrefecimento [KW]			Potência de aquecimento [KW]	Pot/área Arref. [W/m2]	Pot/área Aquec. [W/m2]	Máquina Exterior
				Calor Sensível	Calor Latente	TOTAL [KW]				
0.82	Quarto	0	21.82	0.60	0.50	1.10	0.50	50.41	22.91	VRF - UE2
0.84	Quarto	0	21.82	0.50	0.50	1.00	0.50	45.83	22.91	VRF - UE2
0.86	Quarto	0	21.82	0.60	0.50	1.10	0.50	50.41	22.91	VRF - UE2
0.88	Quarto	0	21.82	0.60	0.40	1.00	0.50	45.83	22.91	VRF - UE2
0.90	Quarto	0	21.82	0.60	0.50	1.10	0.50	50.41	22.91	VRF - UE2
0.92	Quarto	0	21.82	0.50	0.50	1.00	0.50	45.83	22.91	VRF - UE2
0.94	Quarto	0	21.82	0.40	0.50	0.90	0.80	41.25	36.66	VRF - UE2
0.96	Quarto	0	21.82	0.50	0.40	0.90	0.80	41.25	36.66	VRF - UE2
1.01	Quarto	1	21.82	0.60	0.50	1.10	0.80	50.41	36.66	VRF - UE1
1.03	Quarto	1	21.81	0.60	0.50	1.10	0.60	50.44	27.51	VRF - UE1
1.05	Quarto	1	21.81	0.70	0.40	1.10	0.40	50.44	18.34	VRF - UE1
1.07	Quarto	1	21.81	0.60	0.50	1.10	0.40	50.44	18.34	VRF - UE1
1.09	Quarto	1	21.81	0.70	0.40	1.10	0.40	50.44	18.34	VRF - UE1
1.11	Quarto	1	21.81	0.60	0.50	1.10	0.40	50.44	18.34	VRF - UE1
1.13	Quarto	1	21.81	0.70	0.40	1.10	0.40	50.44	18.34	VRF - UE1
1.15	Quarto	1	21.81	0.60	0.50	1.10	0.40	50.44	18.34	VRF - UE1
1.17	Quarto	1	21.81	0.70	0.40	1.10	0.40	50.44	18.34	VRF - UE1
1.19	Quarto	1	21.81	0.60	0.50	1.10	0.40	50.44	18.34	VRF - UE1
1.30	Sala piso	1	21.17	1.10	2.10	3.20	0.90	151.16	42.51	VRF - UE1
1.32	Quarto	1	21.82	0.60	0.40	1.00	0.60	45.83	27.50	VRF - UE1
1.34	Quarto	1	21.82	0.60	0.50	1.10	0.40	50.41	18.33	VRF - UE1
1.36	Quarto	1	21.82	0.70	0.40	1.10	0.50	50.41	22.91	VRF - UE1
1.38	Quarto	1	21.82	0.60	0.50	1.10	0.40	50.41	18.33	VRF - UE1
1.40	Quarto	1	21.82	0.60	0.40	1.00	0.40	45.83	18.33	VRF - UE1
1.42	Quarto	1	21.82	0.60	0.50	1.10	0.60	50.41	27.50	VRF - UE1
1.44	Quarto	1	21.82	0.60	0.50	1.10	0.60	50.41	27.50	VRF - UE1
1.46	Quarto	1	21.82	0.60	0.40	1.00	0.40	45.83	18.33	VRF - UE1
1.48	Quarto	1	21.82	0.60	0.50	1.10	0.40	50.41	18.33	VRF - UE1
1.50	Quarto	1	21.82	0.70	0.40	1.10	0.50	50.41	22.91	VRF - UE1
1.52	Quarto	1	21.82	0.60	0.50	1.10	0.50	50.41	22.91	VRF - UE1
1.54	Quarto	1	21.82	0.60	0.40	1.00	0.60	45.83	27.50	VRF - UE1

Avaliação de soluções com energias renováveis numa ERPI

Refª	Designação do espaço	Piso	Área [m2]	Potência de Arrefecimento [KW]			Potência de aquecimento [KW]	Pot/área Arref. [W/m2]	Pot/área Aquec. [W/m2]	Máquina Exterior
				Calor Sensível	Calor Latente	TOTAL [KW]				
1.65	Sala de piso	1	133.96	1.10	2.10	3.20	4.40	23.89	32.85	VRF - UE2
1.66	Quarto	1	21.82	0.60	0.50	1.10	0.60	50.41	27.50	VRF - UE2
1.68	Quarto	1	21.82	0.40	0.50	0.90	0.60	41.25	27.50	VRF - UE2
1.70	Quarto	1	21.82	0.60	0.50	1.10	0.60	50.41	27.50	VRF - UE2
1.72	Quarto	1	21.82	0.50	0.50	1.00	0.60	45.83	27.50	VRF - UE2
1.74	Quarto	1	21.82	0.60	0.50	1.10	0.60	50.41	27.50	VRF - UE2
1.76	Quarto	1	21.82	0.50	0.40	0.90	0.60	41.25	27.50	VRF - UE2
1.78	Quarto	1	21.82	0.60	0.50	1.10	0.60	50.41	27.50	VRF - UE2
1.80	Quarto	1	21.82	0.50	0.50	1.00	0.60	45.83	27.50	VRF - UE2
1.82	Quarto	1	21.82	0.60	0.50	1.10	0.60	50.41	27.50	VRF - UE2
1.84	Quarto	1	21.82	0.50	0.40	0.90	0.60	41.25	27.50	VRF - UE2
1.86	Quarto	1	21.82	0.40	0.50	0.90	0.80	41.25	36.66	VRF - UE2
1.88	Quarto	1	21.82	0.40	0.50	0.90	0.80	41.25	36.66	VRF - UE2
2.02	Quarto	2	21.82	0.50	0.50	1.00	0.70	45.83	32.08	VRF - UE1
2.04	Quarto	2	21.81	0.60	0.40	1.00	0.60	45.85	27.51	VRF - UE1
2.06	Quarto	2	21.82	0.60	0.50	1.10	0.60	50.41	27.50	VRF - UE1
2.08	Quarto	2	21.81	0.60	0.50	1.10	0.60	50.44	27.51	VRF - UE1
2.10	Quarto	2	21.82	0.60	0.50	1.10	0.60	50.41	27.50	VRF - UE1
2.12	Quarto	2	21.82	0.60	0.50	1.10	0.60	50.41	27.50	VRF - UE1
2.14	Quarto	2	21.82	0.60	0.50	1.10	0.60	50.41	27.50	VRF - UE1
2.16	Quarto	2	21.82	0.60	0.50	1.10	0.60	50.41	27.50	VRF - UE1
2.18	Quarto	2	21.82	0.60	0.50	1.10	0.60	50.41	27.50	VRF - UE1
2.20	Quarto	2	21.87	0.60	0.50	1.10	0.60	50.30	27.43	VRF - UE1
2.22	Quarto	2	22.20	0.60	0.50	1.10	0.60	49.55	27.03	VRF - UE1
2.32	Sala piso	2	21.17	0.50	1.00	1.50	0.90	70.85	42.51	VRF - UE1
2.35	Quarto	2	21.81	0.50	0.50	1.00	0.70	45.85	32.10	VRF - UE1
2.37	Quarto	2	21.82	0.60	0.50	1.10	0.60	50.41	27.50	VRF - UE1
2.39	Quarto	2	21.82	0.60	0.50	1.10	0.60	50.41	27.50	VRF - UE1
2.41	Quarto	2	21.82	0.60	0.50	1.10	0.60	50.41	27.50	VRF - UE1
2.43	Quarto	2	21.82	0.60	0.50	1.10	0.60	50.41	27.50	VRF - UE1
2.45	Quarto	2	21.82	0.60	0.50	1.10	0.60	50.41	27.50	VRF - UE1

Refª	Designação do espaço	Piso	Área [m2]	Potência de Arrefecimento [KW]			Potência de aquecimento [KW]	Pot/área Arref. [W/m2]	Pot/área Aquec. [W/m2]	Máquina Exterior
				Calor Sensível	Calor Latente	TOTAL [KW]				
2.47	Quarto	2	21.82	0.60	0.50	1.10	0.60	50.41	27.50	VRF - UE1
2.49	Quarto	2	21.82	0.60	0.50	1.10	0.60	50.41	27.50	VRF - UE1
2.51	Quarto	2	21.82	0.60	0.50	1.10	0.60	50.41	27.50	VRF - UE1
2.53	Quarto	2	21.82	0.60	0.50	1.10	0.60	50.41	27.50	VRF - UE1
2.55	Quarto	2	21.82	0.60	0.40	1.00	0.60	45.83	27.50	VRF - UE1
2.57	Quarto	2	21.82	0.50	0.50	1.00	0.80	45.83	36.66	VRF - UE1

ANEXO N: FATORES DE CORREÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA QUENTE SANITÁRIA

Na Figura 87 deste anexo apresentam-se os fatores de correção do consumo médio horário de AQS.

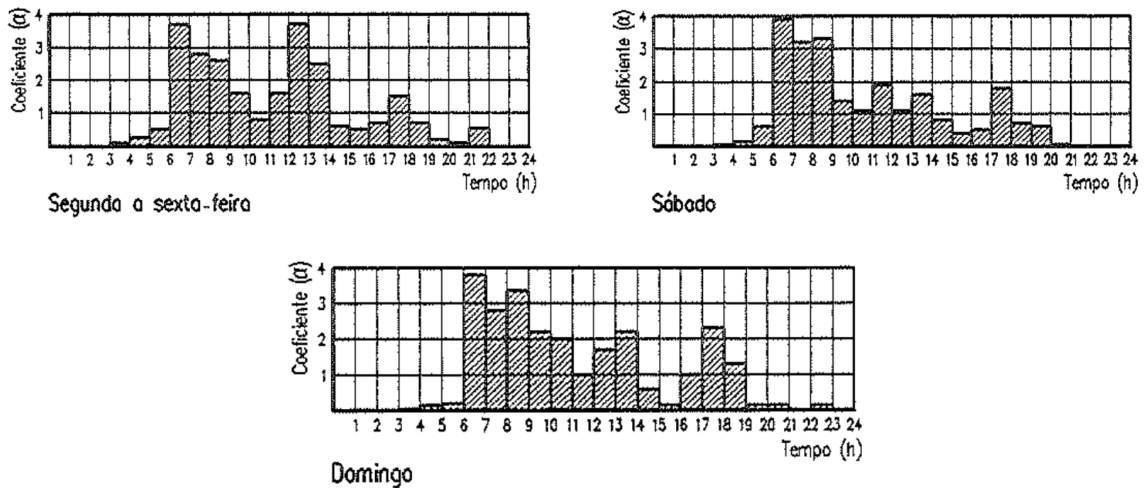


Figura 87 – Fatores do correção do consumo médio horário de AQS.

Na Figura 88 apresentam-se os fatores de correção do consumo médio mensal, podendo verificar-se que para o caso dos lares de idosos o fator de correção é sempre igual a um, o que indica uma ocupação constante ao longo do ano.

<i>Repartição mensal</i>											
<i>Coefficientes c_m ($\sum c_m = 12$)</i>											
Jan	Fev	Mar	Abril	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1.00											

Figura 88 – Fatores do correção do consumo médio mensal de AQS.

ANEXO O: FICHAS TÉCNICAS DOS COLETORES SOLARES

Na Figura 89 apresenta-se o certificado Solar Keymark dos coletores solares “Baxi SOL 250”.



AENOR

Page 1/2

Annex to Solar Keymark Certificate - Summary of EN ISO 9806:2013 Test Results						Licence Number		078/000133							
						Date issued		2017-10-10							
						Issued by									
Licence holder						BDR THERMEA GROUP B.V.		Country		NETHERLANDS					
Brand (optional)						Abrand		Web		http://www.bdrthermea.com					
Street, Number						MARCHANSTRAAT 55		E-mail		oleguer.fuertes@baxi.es					
Postcode, City						7300 AA, APPELDOORN		Tel		+34 902 89 80 00					
Collector Type						Flat plate collector, glazed									
Collector name	Gross area (A _G) m ²	Gross length mm	Gross width mm	Gross height mm	Power output per collector G _b = 850 W/m ² ; G _d = 150 W/m ² θ _m - θ _a										
					0 K	10 K	30 K	50 K	70 K	90 K					
BAXI SOL 250	2,51	2.187	1.147	87	1.925	1.838	1.639	1.406	1.139	837					
Power output per m ² gross area					767	732	653	560	454	333					
Performance parameters test method						Steady state - indoor									
Performance parameters (related to AG)						η _{0,hem}	a1	a2							
Units						-	W/(m ² K)	W/(m ² K ²)							
Test results						0,767	3,287	0,017							
Incidence angle modifier test method						Quasi dynamic - outdoor									
Bi-directional incidence angle modifiers						No									
Incidence angle modifier						Angle	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Transversal						K _{TR,coil}	1,00	0,99	0,97	0,95	0,91	0,83	0,67	-	0,00
Longitudinal						K _{GL,coil}	1,00	0,99	0,97	0,95	0,91	0,83	0,67	-	0,00
Heat transfer medium for testing						Water									
Flow rate for testing (per gross area, A _G)						dm/dt	0,019	kg/(sm ²)							
Maximum temperature difference for thermal performance calculations						(θ _m -θ _a) _{max}	90	K							
Standard stagnation temperature (G = 1000 W/m ² ; θ _a = 30 °C)						θ _{STP}	200	°C							
Effective thermal capacity, incl. fluid (per gross area, A _G)						C/m ²	6,38	kJ/(Km ²)							
Maximum operating temperature						θ _{max,op}	n.n.	°C							
Maximum operating pressure						P _{max,op}	1000	kPa							
Testing laboratory						TÜV Rheinland Energy GmbH		http://www.tuv.com/st							
Test report(s)						21240494.002_SOL250H_R 21217926_EN_P_SOL250V		Dated		26/09/2017 04/06/2012					
Comments of testing laboratory						Datashet version: 5.01, 2016-03-01									
*The initial thermal performance testing was not performed according to ISO 9806:2013, but EN 12975-2:2006. The steady state test evaluation was recalculated with gross area. The former values related to 2.372 m ² aperture area had been: eta0a=0.812; a1a=3.478; a2a=0.018.						<p>TÜVRheinland® Precisely Right.</p>									
AENOR INTERNACIONAL, S.A.U. - Génova, 6. - 28004 - Madrid, España - Tel. 91 432 60 00- www.aenor.com															
Product certification body accredited by ENAC, number 01,C-PR002.078															

Na Figura 90 apresenta-se o certificado Solar Keymark dos coletores solares “Viessmann Vitosol 200-FM SV2F”.



Annex to Solar Keymark Certificate - Summary of EN ISO 9806:2013 Test Results					Licence Number		011-7S2668 F							
					Date issued		2017-01-12							
					Issued by		Sommer							
Licence holder		Viessmann Werke GmbH & Co. KG			Country		Germany							
Brand (optional)		Viessmann			Web		http://www.viessmann.com							
Street, Number		Viessmannstrasse 1			E-mail		---							
Postcode, City		35107 Allendorf (Eder)			Tel		+49 (0)6452-70-0							
Collector Type					Flat plate collector, glazed									
Collector name					Power output per collector G _b = 850 W/m ² ; G _d = 150 W/m ² θ _m - θ _a									
					0 K	10 K	30 K	50 K*	70 K*	90 K*				
					Gross area (A _G)	Gross length	Gross width	Gross height	W	W	W	W	W	W
					m ²	mm	mm	mm	W	W	W	W	W	W
Vitosol 200-FM SV2F					2.51	2380	1056	90	1900	1793	1548	1212	872	525
Power output per m² gross area					757	714	617	483	348	209				
Performance parameters test method					Steady state - indoor									
Performance parameters (related to AG)					η _{0,hem}	a1	a2							
Units					-	W/(m ² K)	W/(m ² K ²)							
Test results					0.757	4.069	0.020							
Incidence angle modifier test method					Quasi dynamic - outdoor									
Bi-directional incidence angle modifiers					No									
Incidence angle modifier					Angle	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Transversal					K _{gr, coll}	1.00	0.99	0.97	0.94	0.89	0.81	0.63	0.33	0.00
Longitudinal					K _{th, coll}	1.00	0.99	0.97	0.94	0.89	0.81	0.63	0.33	0.00
Heat transfer medium for testing					Water									
Flow rate for testing (per gross area, A _G)					dm/dt	0.019	kg/(sm ²)							
Maximum temperature difference for thermal performance calculations					(θ _m -θ _a) _{max}	90	K							
Standard stagnation temperature (G = 1000 W/m ² ; θ _a = 30 °C)					θ _{stg}	145	°C							
Effective thermal capacity, incl. fluid (per gross area, A _G)					C/m ²	4.9	kJ/(Km ²)							
Maximum operating temperature					θ _{max, op}	---	°C							
Maximum operating pressure					p _{max, op}	600	kPa							
Testing laboratory					TÜV Rheinland Energy GmbH			http://www.tuv.com/solarthermie						
Test report(s)					21232810.001			Dated		21.06.2016				
Comments of testing laboratory					Datasheet version: 5.01, 2016-03-01									
<p><i>As the collectors is operating with a discontinuous performance curve behavior, the performance curve above the switching point of about 50°C (absolute temperature) will be described by the following parameter η₀*, a1*, a2* [related to ...]:</i> [A Gross] 0.807 /// 6.283 /// 0.004</p> <p><i>The overall behavior (over the full temperature range) is approximately described by the following set of parameters [related to ...]:</i> [A Gross] 0.761 /// 4.410 /// 0.023 ; [A Aperture] 0.820 /// 4.750 /// 0.025</p>														
											<p>DIN CERTCO • Alboinstraße 56 • 12103 Berlin, Germany Tel: +49 30 7562-1131 • Fax: +49 30 7562-1141 • E-Mail: info@dincertco.de • www.dincertco.de</p>			




Annex to Solar Keymark Certificate		Licence Number		011-7S2668 F									
Supplementary Information		Issued		2017-01-12									
Annual collector output in kWh/collector at mean fluid temperature ϑ_m , based on EN ISO 9806:2013 test results													
Standard Locations		Athens		Davos		Stockholm		Würzburg					
Collector name	ϑ_m	25°C	50°C	75°C *	25°C	50°C	75°C *	25°C	50°C	75°C *	25°C	50°C	75°C *
Vitosol 200-FM SV2F		2 892	1 912	932	2 124	1 341	599	1 575	943	408	1 713	1 010	431
Annual output per m ² gross area		1 152	762	371	846	534	239	628	376	163	682	403	172
Fixed or tracking collector		Fixed (slope = latitude - 15°; rounded to nearest 5°)											
Annual irradiation on collector plane		1765 kWh/m ²			1714 kWh/m ²			1166 kWh/m ²			1244 kWh/m ²		
Mean annual ambient air temperature		18.5°C			3.2°C			7.5°C			9.0°C		
Collector orientation or tracking mode		South, 25°			South, 30°			South, 45°			South, 35°		
The collector is operated at constant temperature ϑ_m (mean of in- and outlet temperatures). The calculation of the annual collector performance is performed with the official Solar Keymark spreadsheet tool Scenocalc Ver. 5.01 (March 2016). A detailed description of the calculations is available at www.solarkeymark.org/scenocalc													
Additional Information													
Collector heat transfer medium										Water-Glycole			
Hybrid Thermal and Photo Voltaic collector										No			
The collector is deemed to be suitable for roof integration										No			
The collector was tested successfully according to EN ISO 9806:2013 under the following conditions:													
Climate class (A, B or C)										A		--	
Maximum tested positive load										3500		Pa	
Maximum tested negative load										3000		Pa	
Hail resistance using ice balls (diameter)										35		mm	
Energy Labelling Information													
		Reference Area, A_{sol} (m ²)		Data required for CDR (EU) No 811/2013 - Reference Area A_{sol}									
Vitosol 200-FM SV2F		2.51		Collector efficiency (η_{col})		56		%					
Remark: Collector efficiency (η_{col}) is defined in CDR (EU) No 811/2013 as collector efficiency of the solar collector at a temperature difference between the solar collector and the surrounding air of 40 K and a global solar irradiance of 1000 W/m ² , expressed in % and rounded to the nearest integer. Deviating from the regulation η_{col} is based on reference area (A_{sol}) which is aperture area for values according to EN 12975-2 or gross area for ISO 9806:2013.													
				Data required for CDR (EU) No 812/2013 - Reference Area A_{sol}									
				Zero-loss efficiency (η_0)		0.757		--					
				First-order coefficient (a_1)		4.07		W/(m ² K)					
				Second-order coefficient (a_2)		0.020		W/(m ² K ²)					
				Incidence angle modifier IAM (50°)		0.89		--					
Remark: The data given in this section are related to collector reference area (A_{sol}) which is aperture area for values according to EN 12975-2 or gross area for ISO 9806. Consistent data sets for either aperture or gross area can be used in calculations like in the regulation 811 and 812 and simulation programs.													
DIN CERTCO • Alboinstraße 56 • 12103 Berlin, Germany Tel: +49 30 7562-1131 • Fax: +49 30 7562-1141 • E-Mail: info@dincertco.de • www.dincertco.de													

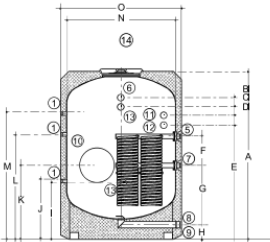
Figura 90 – Certificado Solar Keymark dos coletores solares “Viessmann Vitosol 200-FM SV2F”.

ANEXO P: FICHAS TÉCNICAS DOS DEPÓSITOS BAXI

Na Figura 91 apresenta-se a ficha técnica dos depósitos Baxi utilizados para as soluções do sistema solar térmico e da caldeira de apoio.

Energia Solar Térmica e Acumuladores		Acumuladores							
		Esmaltados AS 2000, 2500, 3000, 3500, 4000 e 5000							
		Fabricados em aço esmaltado. Os modelos 1E e 2E incluem serpentinas desmontáveis de aço inoxidável.			Isolamento do depósito através de espuma rígida de poliuretano injetado, livre de CFC. Incorporam proteção por ânodo		de sacrifício de magnésio e indicador do seu estado (proteção eletrónica permanente disponível como acessório opcional).		
		AS 2000-IN E	AS 2500-IN E	AS 3000-IN E	AS 3500-IN E	AS 4000-IN E	AS 5000-IN E	AS 2000-1E	
Volume AQS	l	1.987	2.475	2.981	3.478	3.956	4.907	1.952	
Permutador		-	-	-	-	-	-	1 serpentina	
Superfície serpentina inferior	m ²	-	-	-	-	-	-	3,40	
Volume serpentina inferior	l	-	-	-	-	-	-	19,00	
Superfície serpentina superior	m ²	-	-	-	-	-	-	-	
Volume serpentina superior	l	-	-	-	-	-	-	-	
Instalação		Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	
Pressão máx. primário	bar	-	-	-	-	-	-	25	
Temp. máx. primário	°C	-	-	-	-	-	-	200	
Pressão máx. secundário	bar	8	8	8	8	8	8	8	
Temp. máx. secundário	°C	90	90	90	90	90	90	90	
Perdas estáticas	W	174	194	215	232	245	266	174	
Peso vazio	kg	450	630	690	755	880	1.040	660	
Referência		148110305	148110306	148110307	148110308	148110309	148110310	148112348	
Preço		6.035 €	7.156 €	7.871 €	8.513 €	9.979 €	11.723 €	7.530 €	
Envolvente		Interior	Exterior	Interior	Exterior	Interior	Exterior	Interior	Exterior
Referência		148010021 148010028	148010022 148010029	148010023 148010030	148010024 148010031	148010025 148010032	148010026 148010033	148010021 148010028	
Preço		416 € 493 €	493 € 584 €	520 € 623 €	545 € 638 €	609 € 716 €	650 € 777 €	416 € 493 €	
Proteção eletrónica permanente									
Referência		123000115	123000116	123000116	123000116	123000116	123000116	123000115	
Preço		501 €	798 €	798 €	798 €	798 €	798 €	501 €	
A	mm	2.280	2.015	2.305	2.580	2.310	2.710	2.280	
B	mm	1.795	1.475	1.765	2.050	1.710	2.115	1.35	
C	mm	1.660	1.340	1.630	1.915	1.575	1.980	35	
D	mm	920	1.035	1.035	1.035	1.105	1.105	1.90	
E	mm	680	835	835	835	915	915	1.470	
F	mm	1.560	1.250	1.540	1.795	1.450	1.805	400	
G	mm	175	200	200	200	200	200	920	
H	mm	-	-	-	-	-	-	160	
I	mm	-	-	-	-	-	-	670	
J	mm	1.665	1.305	1.595	1.880	1.540	1.945	720	
K	mm	-	-	-	-	-	-	920	
L	mm	-	-	-	-	-	-	1.545	
M	mm	-	-	-	-	-	-	-	
N	mm	1.200	1.500	1.500	1.500	1.750	1.750	1.200	
O	mm	1.360	1.660	1.660	1.660	1.910	1.910	1.360	

#	Descrição	AS 2000-5000 IN E	AS 2000-1 E	AS 2500-5000 1 E	AS 2000 2E	AS 3500-5000 2E
1	Ânodo de sacrifício	3 x Ø 33, 2 x L = 790 1 x L = 450	2 x Ø 33, 2 x L = 790	3 x Ø 33, 2 x L = 790 1 x L = 450	3 x = Ø 1 1/2"	3 x = Ø 1 1/2"
2	Isa serpentina superior	-	-	-	2" Gas/M	2" Gas/M
3	Sensor superior	3/4"	-	-	3/4" Gas/M	3/4" Gas/M
4	Retorno serpentina inferior	-	-	-	2" Gas/M	2" Gas/M
5	Isa serpentina inferior	-	1" Gas/F	2" Gas/F	2" Gas/M	2" Gas/M
6	Sensor inferior	3/4" Gas/M	3/4" Gas/M	3/4" Gas/M	3/4" Gas/M	3/4" Gas/M
7	Retorno serpentina inferior	-	1" Gas/F	2" Gas/F	2" Gas/M	2" Gas/M
8	Entrada água fria	3" Gas/M	1 1/2" Gas/M	3" Gas/M	2" Gas/M	3" Gas/M
9	Exigido	3" Gas/M	1 1/2" Gas/M	3" Gas/M	1 1/2" M	1 1/2" M
10	Boca inspeção	Ø 400	Ø 400	Ø 400	Ø 400	Ø 400
11	Resistência elétrica	2" Gas/M	2" Gas/M	2" Gas/M	3" Gas/M	3" Gas/M
12	Recirculação	1 1/2" Gas/M	1 1/2" Gas/M	1 1/2" Gas/M	1 1/2" Gas/M	2" Gas/M
13	Termómetro	3/4" Gas/M	3/4" Gas/M	3/4" Gas/M	3/4" Gas/M	3/4" Gas/M
14	Saída água quente	3" Gas/M	2" Gas/M	3" Gas/M	2" Gas/M	3" Gas/M



AS 2000-1E, AS 2500-1E, AS 3000-1E, AS 3500-1E, AS 4000-1E, AS 5000-1E (1 serpentina)

ANEXO Q: CUSTOS DETALHADOS DAS SOLUÇÕES DO SISTEMA SOLAR TÉRMICO

Neste anexo apresentam-se os custos discretizados para os vários materiais a utilizar para o sistema solar térmico.

Na Tabela 78 apresentam-se os materiais para as soluções com coletores Baxi.

Tabela 78 – Materiais a utilizar para as soluções com coletores Baxi e seus custos.

Preço por coletor	
BAXI SOL 250	980.00 €
Suporte 2 colet.	423.00 €
Suporte 1 colet.	279.00 €
Suporte Suplem.	190.00 €
Preço por depósito	
BAXI AS-2000-1E	7,946.00 €
BAXI AS-2500-1E	9,791.00 €
BAXI AS-3000-1E	10,981.00 €
BAXI AS-3500-1E	12,099.00 €
BAXI AS-4000-1E	14,008.00 €
BAXI AS-5000-1E	16,921.00 €
Restantes Componentes	
Conetores inter coletor	70.00 €
Conetores por fila	146.00 €
Purgador	88.00 €
Válvula de segurança	18.00 €
Bomba circuladora	1,258.00 €
Vaso de expansão	1,401.00 €

Na Tabela 79 apresentam-se os materiais para as soluções com coletores Viessmann.

Tabela 79 – Materiais a utilizar para as soluções com coletores Viessmann e seus custos.


Preço por coletor	
Viessmann Vitosol 200-FM SV2F	858.00 €
Suportes 10 col.	1,940.57 €
Suportes 5 col. Estimado	970.29 €
Suportes 3 col. Estimado	582.17 €
Preço por depósito	
BAXI AS-2000-1E	7,946.00 €
BAXI AS-2500-1E	9,791.00 €
BAXI AS-3000-1E	10,981.00 €
BAXI AS-3500-1E	12,099.00 €
BAXI AS-4000-1E	14,008.00 €
BAXI AS-5000-1E	16,921.00 €
Restantes Componentes	
Conectores inter coletor	44.94 €
Conectores por fila	101.37 €
Purgador	57.48 €
Válvula de segurança	70.02 €
Bomba circuladora	1,258.00 €
Vaso de expansão	1,401.00 €

ANEXO R: FICHA TÉCNICA DAS CALDEIRAS CONSIDERADAS


Na Figura 92 deste anexo encontra-se a ficha técnica da caldeira selecionada.

Caldeiras e Queimadores de média e grande potência

Caldeiras de chão de condensação



Ver capítulo TERMOSTATOS E REGULACIÓN



Robustez: Permutador de calor monotérmico de aço inoxidável e queimador de pré-mistura com ignição eletrónica.

Baixas emissões contaminantes: < 35 mg/kWh em NOx (Classe 6) e < 10 mg/kWh em CO.

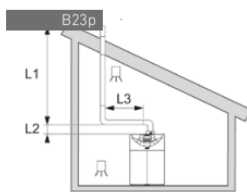
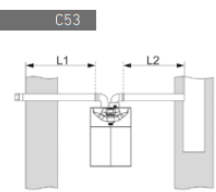
Ampla gama de acessórios de regulação: para gestão de caldeiras em cascata ou instalações de alta ou baixa temperatura. Ver apartado Regulación Multilevel, capítulo Termóstatos e Regulación.

até 250 kW

	50 F	70 F	90 F	110 F	130 F
Potência útil 80/60°C (min-max) kW	5,0-45,0	7,2-65,0	9,4-85,0	11,4-102	24,3-121,5
Potência útil 50/30°C (min-max) kW	5,4-48,6	7,8-70,2	10,2-91,8	12,3-110,2	26,2-130,6
Classe eficiência Aquecimento	A	A	-	-	-
Rendimento útil (1) carga 100% %	105,0%	105,0%	105,5%	105,1%	105,5
Rendimento útil (1) carga 30% %	108,4%	108,1%	108,2%	108,1%	108,5
Rendimento útil (2) carga 100% %	97,4%	97,2%	97,3%	97,2%	98,1
Peso líquido aproximado kg	60	70	104	109	126
Ligação saída fumos/entrada ar comburente mm	Concêntrica 80/125	Concêntrica 80/125	Concêntrica 110/160	Concêntrica 110/160	Concêntrica 110/160
Capacidade água l	4	6	9	10	10
Pressão máxima trabalho bar	4	4	4	4	6
Tipo gás (3)	GN/GP	GN/GP	GN/GP	GN/GP	GN/GP
Caudal mássico fumos min-máx kg/h	7,2-75,6	14,4-111,6	18-144	18-169,2	4,3-202
Pressão disponível saída fumos mbar			200,0		
Resistência hidráulica ΔT=20K/15K m.c.a	5,0/9,0	3,3/5,5	2,3/3,7	2,3/4,0	4,0 / 6,8
Caudal água mínimo l/h	800	1.500	2.000	2.250	2.250
Consumo gás natural à pot* nominal m³/h	0,54-4,90	0,78-7,07	1,03-9,25	1,24-11,10	2,6 - 13,1
Consumo gás propano à pot* nominal kg/h	0,40-3,59	0,57-5,19	0,97-6,79	0,91-8,15	1,0 - 5,1
Consumo máx. energia elétrica W	100	117	146	185	187
Pressão alimentação gás natural			20		
Pressão alimentação gás propano			37		
Ligação gás C	3/4"	3/4"	1"	1"	1"
Ligações Ida e Retorno B-A	1"	1"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"
Ligação condensados D	DN 18	DN 18	DN 18	DN 18	DN 32
Referências GN / GP (4)	7612422 / 7678378	7612423 / 7678379	7612424 / 7678380	7612426 / 7678381	7689664
Preço	4.241 €	4.996 €	5.568 €	6.010 €	7.623 €
Fornecimento	Num só volume	Num só volume	Num só volume	Num só volume	Num só volume

(1) Temp. ida/retorno de 50/30°C. Temp. média = 40°C.
 (2) Temp. ida/retorno de 80/60°C. Temp. média = 70°C.
 (3) As caldeiras versão propano são fornecidas com o kit de transformação de GN a GP num volume separado. Esta operação está incluída no preço do ARRANQUE da caldeira, caso seja solicitado. Para os modelos de 130, 150, 200 e 250 kW só há uma referência para GN e GP: o kit de transformação para GP é entregue com cada caldeira.
 (4) Fornecem-se sem kit de evacuação. Ver apartado Acessórios de evacuação para caldeiras de condensação, deste capítulo.
 (5) Adaptador saída de fumos de 150 a 160 mm. Referência 7734500 e Preço 46 €.

Comprimentos máximos para condutas de fumos simples e dupla conduta.

		Comprimento máximo em metros (L1+L2)									
		Power HT Plus 50	Power HT Plus 70	Power HT Plus 90	Power HT Plus 110	Power HT Plus 130	Power HT Plus 150	Power HT Plus 200	Power HT Plus 250	Ø (mm)	
Tipo B23p	L3 < 2m	20	8	-	-	-	-	-	-	80	
		56	56	20	56	20	27	-	-	110	
		-	-	56	56	-	-	-	-	-	125
		-	-	-	-	-	-	39	23	-	160 (5)
Tipo C53	L1 < 15 m	60	30	-	-	-	-	-	-	80	
	L1 < 7 m	-	-	27	27	20	20	-	-	110	
	L1 < 7 m	-	-	-	-	-	-	42	21	160 (5)	
Tipo C13 (condutas concêntricas)		9	9	9	9	-	-	-	-	80/125	
		-	-	-	-	7	7	-	-	110/160	

Podê encontrar mais informação e outras configurações de evacuação nas Instruções de Instalação que acompanham a caldeira.
 As 2 primeiras curvas não se têm em conta. Uma curva simples de 87° equivale a 0,5 m de conduta. Uma curva simples de 45° equivale a 0,25 m de conduta. Uma curva concêntrica de 87° equivale a 1 m de conduta. Uma curva concêntrica de 45° equivale a 0,5 m de conduta.

166 | julho 2022 • Os preços indicados não incluem o I.V.A. • O presente Catálogo-Tabla anula os anteriores • Medidas em mm

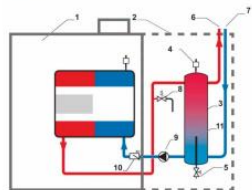
Caldeiras e Queimadores de média e grande potência

Caldeiras de chão de condensação

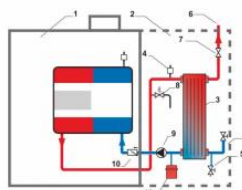
**Acessórios hidráulicos
Instalação individual**

Importante: Deve garantir o caudal mínimo de circulação pelo permutador de cada caldeira. Os circuladores opcionais e as garrafas de equilíbrio correspondentes, fornecidas pela BAXI como acessórios, garantem ditos caudais, tanto na instalação individual como nas instalações em cascata.

Kits com garrafa de equilíbrio ou permutador de placas para instalação individual. Integração perfeita, tanto a nível estético como funcional, na parte posterior da caldeira. Permitem assegurar o caudal mínimo no circuito primário da caldeira e torná-la independente do circuito secundário.



1. Caldeira
2. Kit garrafa de equilíbrio
3. Garrafa de equilíbrio
4. Purgador
5. Válvula de drenagem
6. Ida circuito aquecimento
7. Retor no circuito aquecimento
8. Válvula de segurança
9. Circulador modulante PWM/0-10V
10. Válvula de retenção
11. Separador magnético



1. Caldeira
2. Kit permutador de placas
3. Permutador de placas
4. Purgador
5. Válvula de drenagem
6. Ida circuito aquecimento
7. Válvula de corte
8. Válvula de segurança
9. Circulador modulante PWM/0-10V
10. Válvula de retenção
12. Válvula de corte
13. Vaso de expansão circuito primário

Power HT Plus 50 F e 70 F



Kit garrafa de equilíbrio
Profundidade do kit 250 mm.
Ida/retorno 1". Ligação gás 3/4".

Referência	7695069
Preço	1.477 €



Kit permutador de placas
Profundidade do kit 300 mm.
Ida/retorno 1". Ligação gás 3/4".

Referência	7699167
Preço	2.229 €

Power HT Plus 90 F e 110 F



Kit garrafa de equilíbrio
Profundidade do kit 250 mm.
Ida/retorno 1 1/2". Ligação gás 1".

Referência	7698937
Preço	2.293 €



Kit permutador de placas
Profundidade do kit 300 mm.
Ida/retorno 1 1/2". Ligação gás 1".

Referência	7700738
Preço	2.583 €

Power HT Plus 130 F e 150 F



Kit garrafa de equilíbrio
Profundidade do kit 275 mm.
Ida/retorno 1 1/2". Ligação gás 1".

Referência	7663934
Preço	4.139 €



Kit permutador de placas
Profundidade do kit 634 mm.
Ida/retorno 1 1/2". Ligação gás 1".

Referência	7680549
Preço	4.465 €

Power HT Plus 200 F e 250 F



Kit garrafa de equilíbrio
Profundidade do kit 407 mm.
Ida/retorno DN50. Ligação gás 1 1/2".

Referência	7672216
Preço	5.014 €

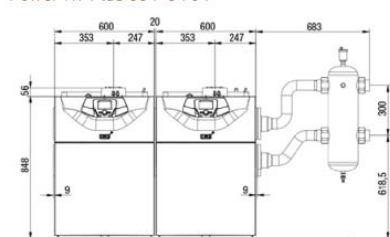


Kit permutador de placas
Profundidade do kit 639 mm.
Ida/retorno 2". Ligação gás 1 1/2".

Referência	7680558
Preço	5.096 €

Instalação em cascata Power HT Plus 50 F, 70 F, 90 F e 110 F

Power HT Plus 50 F e 70 F



1. Kit hidráulico individual
2. Kit coletor individual (para 1 caldeira)
3. Kit coletor duplo (para 2 caldeiras)
4. Kit garrafa de equilíbrio
5. Kit flanges cegas e juntas para fecho lateral
6. Kit união entre coletores e garrafas de equilíbrio

Power HT Plus 90 F e 110 F

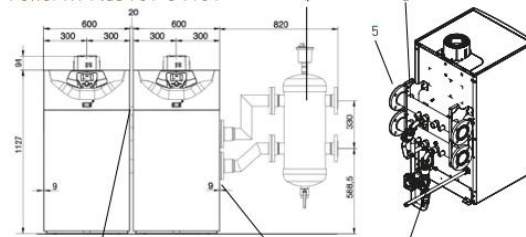


Figura 92 – Ficha técnica das caldeiras Baxi Power HT Plus.

ANEXO S: FICHA TÉCNICA DOS EQUIPAMENTOS DE CLIMATIZAÇÃO

Neste anexo apresentam-se as fichas técnicas dos equipamentos de climatização selecionados, da gama Mitsubishi City Multi Série Y.

Na Figura 93 apresenta-se a ficha técnica para o equipamento selecionado para UE1.

MODELO		PUHY-P 400YSNW-A	PUHY-P 450YSNW-A	PUHY-P 500YSNW-A	PUHY-P 550YSNW-A
Capacidade	Arrefecimento / Aquecimento	kW 44,8 / 50	50,4 / 56	56 / 63	61,5 / 69
Consumo	Arrefecimento / Aquecimento	kW 12,47 / 12,16	15,94 / 14,56	19,85 / 16,98	21,65 / 18,80
Coefficiente Energético	EER / COP	-	-	-	-
Coefficiente Energético Sazonal	SEER / SCOP	7,42 / 4,35	7,03 / 4,37	6,69 / 4,39	6,59 / 4,24
Unidades Interiores	Capacidade Total da unidade exterior	50 ~ 130%	50 ~ 130%	50 ~ 130%	50 ~ 130%
Conectáveis	Modelo / Quantidade	P10~P250 / 1~40	P10~P250 / 1~45	P10~P250 / 1~50	P10~P250 / 2~50
Alimentação	Fases, V/Hz	3 380~415V/50-60			
Intensidade Máxima	A	32,20	33,90	35,60	40,50
Diam. Tubagens	Líquido/Gás	mm 12,7 / 28,58	15,88 / 28,58	15,88 / 28,58	15,88 / 28,58
Nível Sonoro	Arrefecimento / Aquecimento	dB(A) 61.0/62.0	62.0/63.0	63.0/64.0	63.5/66.0
Potência sonora	Arrefecimento / Aquecimento	dB(A) 78/80	80.0/82.0	81.0/83.0	82.0/85.0
Módulos*	PUHY-P#YNW-A	200 + 200	200 + 250	250 + 250	250 + 300
Kit de ligação incluído no set		CMY-Y100VBK3	CMY-Y100VBK3	CMY-Y100VBK3	CMY-Y100VBK3
Dimensões (Largura x Altura x Profundidade)	mm	1840 x 1,858 x 740	1840 x 1,858 x 740	1840 x 1,858 x 740	1840 x 1,858 x 740
Peso	kg	426	426	426	439
Refrigerante R410A	Pré-carga Kg / PCA / TCO ₂ eq	13 / 2.088 / 27,14			

Figura 93 – Ficha técnica do equipamento de climatização selecionado para a UE1.

Na Figura 94 apresenta-se a ficha técnica para o equipamento selecionado para UE2.

MODELO		PUHY-P350YNW-A
Capacidade	Arrefecimento / Aquecimento	kW 40 / 45
Consumo	Arrefecimento / Aquecimento	kW 13,98 / 12,32
Coefficiente Energético	EER / COP	-
Coefficiente Energético Sazonal	SEER / SCOP	6,35 / 4,33
Unidades Interiores	Capacidade Total da unidade exterior	50 ~ 130%
Conectáveis	Modelo / Quantidade	P10~P250 / 1~35
Alimentação	Fases, V/Hz	3, 380~415V/50-60Hz
Intensidade Máxima	A	26,40
Diam. Tubagens	Líquido/Gás	mm 12,7/28,58
Nível Sonoro	Arrefecimento / Aquecimento	dB(A) 62.0/64.0
Potência sonora	Arrefecimento / Aquecimento	dB(A) 80/84
Ventilador	Caudal de ar	m ³ /min 270
	Potência	kW 0,46 x 2
Compressor	Potência	kW 8,6
Refrigerante R410A	Pre-carga Kg / PCA / TCO ₂ eq	9,8 / 2.088 / 20,4624
Dimensões (Largura x Altura x Profundidade)	mm	1240 x 1,858 x 740
Peso	kg	277
Amplitude de operação	Arrefecimento / Aquecimento	°C -5 ~ +52Ts / -20 ~ +15,5Th

Figura 94 – Ficha técnica do equipamento de climatização selecionado para a UE2.

Na Figura 95 apresenta-se a ficha técnica para o equipamento selecionado para UE3.

MODELO			PUHY-P350YNW-A	PUHY-P400YNW-A
Capacidade	Arrefecimento / Aquecimento	kW	40 / 45	45 / 50
Consumo	Arrefecimento / Aquecimento	kW	13,98 / 12,32	17,57 / 14,20
Coefficiente Energético	EER / COP		-	-
Coefficiente Energético Sazonal	SEER / SCOP		6,35 / 4,33	5,85 / 4,00
Unidades Interiores Conectáveis	Capacidade Total da unidade exterior		50 ~ 130%	50 ~ 130%
	Modelo / Quantidade		P10~P250 / 1~35	P10~P250 / 1~40
Alimentação		Fases, V/Hz	3, 380~415V/50-60Hz	3, 380~415V/50-60Hz
Intensidade Máxima		A	26,40	31,90
Diam. Tubagens	Líquido/Gás	mm	12,7/28,58	12,7/28,58
Nível Sonoro	Arrefecimento / Aquecimento	dB(A)	62.0/64.0	65.0/67.0
Potência sonora	Arrefecimento / Aquecimento	dB(A)	80/84	82.5/86.0
Ventilador	Caudal de ar	m³/min	270	300
	Potência	kW	0,46 x 2	0,46 x 2
Compressor	Potência	kW	8,6	11,4
Refrigerante R410A	Pre-carga Kg / PCA / TCO ₂ eq		9,8 / 2.088 / 20,4624	9,8 / 2.088 / 20,4624
Dimensões (Largura x Altura x Profundidade)		mm	1240 x 1,858 x 740	1240 x 1,858 x 740
Peso		kg	277	277
Amplitude de operação	Arrefecimento / Aquecimento	°C	-5 ~ +52Ts / -20 ~ +15,5Th	-5 ~ +52Ts / -20 ~ +15,5Th

Figura 95 – Ficha técnica do equipamento de climatização selecionado para a UE3.

Na Figura 96 apresenta-se a ficha técnica para o equipamento selecionado para UE4.

MODELO			PUHY-P350YNW-A	PUHY-P400YNW-A	PUHY-P450YNW-A	PUHY-P500YNW-A
Capacidade	Arrefecimento / Aquecimento	kW	40 / 45	45 / 50	50 / 56	56 / 63
Consumo	Arrefecimento / Aquecimento	kW	13,98 / 12,32	17,57 / 14,20	18,86 / 16,51	21,05 / 17,89
Coefficiente Energético	EER / COP		-	-	-	-
Coefficiente Energético Sazonal	SEER / SCOP		6,35 / 4,33	5,85 / 4,00	6,48 / 4,31	6,32 / 4,04
Unidades Interiores Conectáveis	Capacidade Total da unidade exterior		50 ~ 130%	50 ~ 130%	50 ~ 130%	50 ~ 130%
	Modelo / Quantidade		P10~P250 / 1~35	P10~P250 / 1~40	P10~P250 / 1~45	P10~P250 / 1~50
Alimentação		Fases, V/Hz	3, 380~415V/50-60Hz	3, 380~415V/50-60Hz	3, 380~415V/50-60Hz	3, 380~415V/50-60Hz
Intensidade Máxima		A	26,40	31,90	37,10	43,70
Diam. Tubagens	Líquido/Gás	mm	12,7/28,58	12,7/28,58	15,88/28,58	15,88/28,58
Nível Sonoro	Arrefecimento / Aquecimento	dB(A)	62.0/64.0	65.0/67.0	65.5/71	63.5/66.5
Potência sonora	Arrefecimento / Aquecimento	dB(A)	80/84	82.5/86.0	84/90	82/85
Ventilador	Caudal de ar	m³/min	270	300	305	365
	Potência	kW	0,46 x 2	0,46 x 2	0,46 x 2	0,92 x 2
Compressor	Potência	kW	8,6	11,4	11,7	11,7
Refrigerante R410A	Pre-carga Kg / PCA / TCO ₂ eq		9,8 / 2.088 / 20,4624	9,8 / 2.088 / 20,4624	10,8 / 2.088 / 22,5504	10,8 / 2.088 / 22,5504
Dimensões (Largura x Altura x Profundidade)		mm	1240 x 1,858 x 740	1240 x 1,858 x 740	1240 x 1,858 x 740	1750 x 1,858 x 740
Peso		kg	277	277	293	293
Amplitude de operação	Arrefecimento / Aquecimento	°C	-5 ~ +52Ts / -20 ~ +15,5Th	-5 ~ +52Ts / -20 ~ +15,5Th	-5 ~ +52Ts / -20 ~ +15,5Th	-5 ~ +52Ts / -20 ~ +15,5Th

Figura 96 – Ficha técnica do equipamento de climatização selecionado para a UE4.

É de notar que:

- Condições nominais: arref. 27°CBS/19°CBS interior, 35°CBS exterior. Aquec. 20°CBS interior, 7°CBS/6°CBS exterior. Comprimento tubagem 7,5m, altura 0m.
- Compressor hermético tipo Scroll Inverter

ANEXO T: FICHA TÉCNICA DA BOMBA DE CALOR SELECIONADA PARA PREPARAÇÃO DE AQS

Na Figura 97 deste anexo apresenta-se a ficha técnica da bomba de calor Daikin selecionada para preparação de AQS.

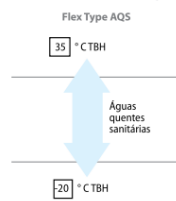
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS Daikin Altherma R Flex Type HT AQS

Para aplicações residenciais e comerciais

- ▶ O Daikin Altherma R Flex Type HT AQS é um sistema com um desempenho altamente **eficiente para produção de grandes volumes de água quente sanitária**
- ▶ Com uma temperatura de avanço de até **80°C sem apoio de resistência elétrica**, permite armazenar mais quantidade de energia nos depósitos de AQS, resultando num maior volume equivalente para consumo
- ▶ Sistema modular multi-split, conjugação de uma unidade exterior com várias unidades interiores hidrobixos



LIMITES DE FUNCIONAMENTO (AR EXTERIOR)



Unidade exterior			EMRQ	8AB	10AB	12AB	14AB	16AB	
Potência de aquecimento	Nom.	A7/W80	KW	22,4	28	33,6	39,2	44,8	
Eficiência sazonal - clima moderado	Produção de água quente sanitária	Perfil de carga declarado		XL					
		η _{wh} (eficiência de aquecimento de água)	%	93			83,7	93	
		Classe de eficiência energética de AQS		A					
Dimensões	Unidade	Alt. x Larg. x Prof.	mm	1.680x1.300x765					
Peso	Unidade		kg	331			339		
Fluido frigoriférico	Tipo			R-410A					
Ligações das tubagens	Líquido		mm	9,52			12,7		
	Gás		mm	15,9	19,1			22,2	
	Comprimento da tubagem	UE - UI	Máx.	m	100				
		Sistema	Equivalente	m	120				
	Comp. total tubagem	Sistema Real	m	300					
Nível de pressão sonora	Aquecimento	Nom.	dB(A)	58		60	62	63	
Alimentação Elétrica	Fase/Frequência/Tensão		Hz/V	3~/50/380-415					
	Consumo Máx.		A	17,1	22,1	22,3	32,8	33	
	Disjuntor Recomendado		A	20	25		40		


Unidade interior			EKHBRD	011ADV17	014ADV17	016ADV17	011ADY17	014ADY17	016ADY17
Alimentação Elétrica	Fase/Frequência/Tensão		Hz/V	1~/50/230			3~/50/400		
	Consumo Máx.		A	22,5	23,8		12,5		
	Disjuntor Recomendado		A	25			16		
	Cabo de alimentação mínimo recomendado		mm ²	3 x 2,5			5 x 2,5		
Dimensões	Unidade	Alt. x Larg. x Prof.	mm	705x600x695					
Peso	Unidade		kg	144			147		
Temperatura de impulsão	Água quente sanitária	Lado da água	Min.-Máx.	25-80					
Fluido frigoriférico	Tipo			R-134a					
Circuito Hidráulico	Dímetro	Ida/Retorno		G 1" (F)					
	Vaso de expansão		L	12					
	Pressão Máx. Funcionamento		bar	3					
	Volume na instalação	Min./Máx.	L	20/400					
	Distância máxima	UI - Depósito	m	10					
	Nível de pressão sonora	Nom.		dB(A)	43,0	45,0	46,0	43,0	45,0

Figura 97 – Especificações técnicas da bomba de calor Daikin selecionada.

ANEXO U: FICHA TÉCNICA DO PAINEL FOTOVOLTAICO SELECIONADO

Na Figura 98 apresenta-se a ficha técnica do painel fotovoltaico “Baxi Monocristalino 365 Wp”.

Energia Solar Fotovoltaica
Módulos fotovoltaicos



Módulo Solar Monocristalino

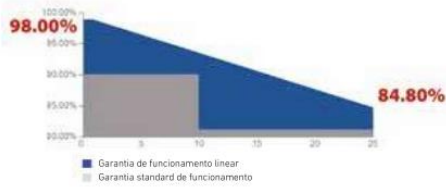
TECNOLOGIA INOVADORA HALF-CELL
Melhora a saída do módulo, diminui o risco de microrrotura e melhora a fiabilidade do módulo.


TECNOLOGIA INOVADORA CÉLULAS PERC
Excelente eficiência e rendimento das células.

REDUZ AS PERDAS DEVIDO A SOMBRAS
Reduz efetivamente o efeito de sombra na superfície do módulo.

REDUZ AS PERDAS DE ACOPLAMENTO
Reduz as perdas por acoplamento entre módulos e melhora a saída.

RESISTÊNCIA Anti-PID
Excelente resistência PID.



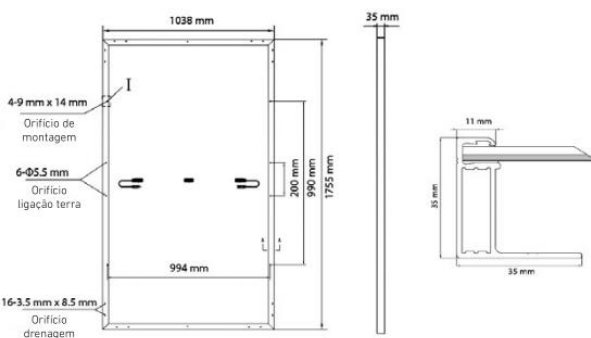


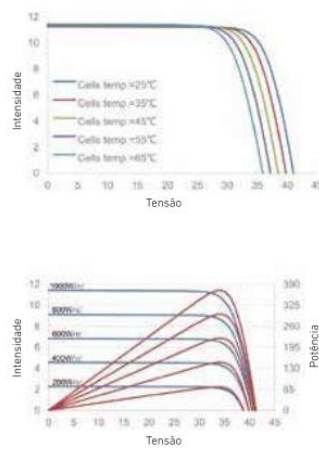
365

Especificações Elétricas			
Potência Nominal	Wp	PNOM	365
Corrente MPP	A	IMPP	10,82
Tensão MPP	V	VMPP/ UMPP	33,73
Tensão Circuito Aberto	V	Voc/ Uoc	40,41
Corrente Curtocircuito	A	Isc	11,29
Eficiência Módulo Solar (%)			20,00
Tensão Máxima Sistema	V	IEC/UL	1500DC
Valor máximo fusível série	A	I	20
NOCT	°C		41+-2
Coeficiente de temperatura			
Potência	Wp	(PNOM)	-0,35% / °C
Tensão (Voc)	V	(Voc)	-0,27% / °C
Corrente (Isc)	A	(Isc)	+0,050% / °C
Referência			7806521
Preço			295 €

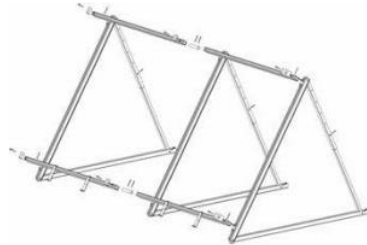
Especificações Mecânicas	
Peso	19,8 kg
Área total	1,82 m ²
Vidro	Transparente e temperado com 3,2 mm de espessura (0,13")
Perfil	Alumínio Anodizado
Células	3 diodos
Caixa ligações	IP-68
Cabo	1200 mm comprimento e 4 mm ² de secção
Conectores	HCB40 (Compatível com MC4)
Dimensões	

Observações: Valores em condições normalizadas de prova STC: massa de ar AM 1,5G, irradiância de 1000 W/m² e temperatura da célula (25±2)°C





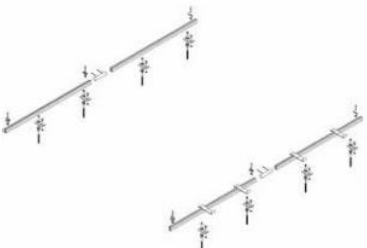
Suportes



Suporte cobertura plana

Fabricado em alumínio. Fornecido pré-montado para facilitar a instalação. Pode ser ajustado a 20, 25 e 30°. Para filas de mais de dois módulos deve montar suplementos a partir do terceiro módulo.

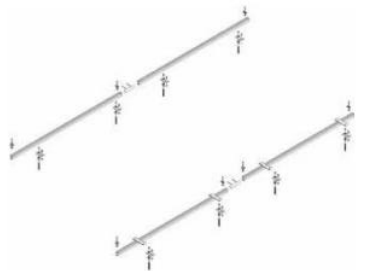
	2 módulos	1 módulo	Suplemento
Referência	7726089	7726088	7726090
Preço	349 €	218 €	143 €



Suporte telhado inclinado vertical

Fabricado em alumínio. Suporte para instalação dos módulos verticalmente. Para filas de mais de um módulo deve montar suplementos.

	1 módulo	Suplemento
Referência	7726091	7726093
Preço	204 €	113 €



Suporte telhado inclinado horizontal

Fabricado em alumínio. Suporte para instalação dos módulos horizontalmente. Para filas de mais de um módulo deve montar suplementos.

	1 módulo	Suplemento
Referência	7726094	7726095
Preço	204 €	113 €

Exemplo de instalação



6 módulos em uma só fila

Cobertura plana

1 un. Ref. 7726089

4 un. Ref. 7726090

Telhado inclinado vertical

1 un. Ref. 7726091

5 un. Ref. 7726093

Telhado inclinado horizontal

1 un. Ref. 7726094

5 un. Ref. 7726095



6 módulos em duas filas

Cobertura plana

2 un. Ref. 7726089

2 un. Ref. 7726090

Telhado inclinado vertical

2 un. Ref. 7726091

4 un. Ref. 7726093

Telhado inclinado horizontal

2 un. Ref. 7726094

4 un. Ref. 7726095



Para a ligação elétrica deste exemplo deverá solicitar 1 un. da ref. 7753756 Kit cabos CC ligação rápida.

Figura 98 – Ficha técnica do painel fotovoltaico selecionado.