



Influência dos equipamentos de aquecimento, arrefecimento e AQS na certificação energética de edifícios

MÁRIO JORGE ABREU GOIOS FERREIRA

Novembro de 2015

Influência dos equipamentos de aquecimento,
arrefecimento e AQS na certificação energética de
edifícios

Mário Jorge Abreu Goios Ferreira

Dissertação submetida para a obtenção do grau de Mestre em
Energias Sustentáveis

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



5 de novembro de 2015

Relatório da Unidade Curricular de Dissertação/Projeto/Estágio do 2º ano do Mestrado em
Energias Sustentáveis

Candidato: Mário Jorge Abreu Goios Ferreira, Nº 1060198, 1060198@isep.ipp.pt

Orientação Científica: Engenheira Teresa Isabel Moreira de Carvalho Amorim Neto Silva,
tis@isep.ipp.pt

Coorientação Científica: Engenheiro Jaime António Pires Gabriel Silva, jgs@isep.ipp.pt

Mestrado em Engenharia Energias Sustentáveis
Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto



4 de novembro de 2015

A ti...

Agradecimentos

À minha Mãe, que sempre me incitou ao estudo, e que tanto fez para que eu acreditasse.

À minha “Marida” pelo apoio incondicional.

À minha Orientadora, do Instituto Superior de Engenharia do Porto, Eng.^a Teresa Neto, agradeço pela sua dinâmica, pela sua disponibilidade, pelos seus conselhos e o apoio que muito contribuíram para o sucesso deste trabalho.

Resumo

Na União Europeia os sectores dos transportes e da indústria são ambos grandes consumidores de energia, mas são os edifícios residenciais e de serviços onde o consumo energético é maior, e em 2005, segundo a EnerBuilding, representavam cerca de 17% dos consumos de energia primária em termos nacionais. A energia gasta com a iluminação, o aquecimento, o arrefecimento e AQS das habitações, locais de trabalho e locais de lazer é superior à consumida pelos sectores dos transportes e da indústria.

As habitações representam dois terços do consumo total de energia dos edifícios europeus, o qual aumenta todos os anos com a melhoria da qualidade de vida, traduzindo-se numa maior utilização dos sistemas de climatização.

Neste sentido, e de acordo com o decreto-lei que transpõe para a legislação portuguesa a diretiva comunitária relativa ao desempenho energético dos edifícios, todos os Estados da União Europeia devem ter um sistema de certificação energética para informar o cidadão sobre a qualidade térmica dos edifícios, aquando da construção, da venda ou do arrendamento.

Assim, entrou em vigor em Portugal, desde 1 de Janeiro de 2009, a obrigatoriedade de apresentação de um certificado de eficiência energética, no ato de compra, venda ou aluguer de edifícios novos e existentes. A certificação energética permite assim aos futuros utilizadores dos edifícios obter informação sobre os potenciais consumos de energia, no caso dos novos edifícios ou no caso de edifícios existentes sujeitos a grandes intervenções de reabilitação, dos seus consumos reais ou aferidos para padrões de utilização típicos, passando o consumo energético a integrar um conjunto dos aspetos importantes para a caracterização de qualquer edifício. Em edifícios de serviços, o certificado energético assegura aos utentes do edifício ou da fração que este reúne condições para garantir a eficiência energética e a adequada qualidade do ar interior.

Uma vez que passamos 80% do nosso tempo em edifícios, e que isto se reflete num consumo cada vez mais elevado do sector residencial e dos serviços no consumo total energético do país, este trabalho pretende fazer a comparação dos vários equipamentos de aquecimento, de arrefecimento e de AQS e qual a influência dos mesmos na certificação energética de edifícios, e conseqüentemente na eficiência dos mesmos, sendo que a eficiência e a certificação energética de um edifício deve ser um aspeto relevante a levar em consideração no momento do planeamento ou da construção, bem como na aquisição de uma nova habitação.

Um projeto concebido de modo a tirar proveito das condições climáticas, da orientação solar, dos ventos dominantes e utilizadas técnicas construtivas e os materiais adequados, é possível reduzir os gastos energéticos com a iluminação ou os sistemas de climatização.

Palavras-Chave

Eficiência energética, certificação energética, consumos energéticos

Abstract

In the European Union, the transport and industry sector are both major energy consumers, but it is in the residential and services where the buildings energy consumption is higher, about 17%, representing one third of the emissions of greenhouse gases. The energy spent on lighting, heating, cooling and domestic hot water, in workplaces and places of leisure is greater than that consumed in transport and industry sectors.

The houses represent two thirds of the total energy consumption of the European buildings, and increased every year by the improved quality of life, resulting in increased utilization of HVAC systems.

In this sense, and according to the ordinance which transposes into Portuguese law the EU Directive on the energy performance of buildings, all EU Member States must have a system of energy certification to inform the citizens of the thermal quality of buildings, when constructed, sold or rented.

Thus, the requirement for submission of certified energy efficiency, at the time of purchase, sale or lease of new and existing buildings came into force in Portugal since 1 January 2009. The energy certification allows that the future users of buildings can get the information on the potential energy consumption in the case of new buildings and for the existing ones undergoing a major renovation, their actual or measured consumption for typical usage patterns, passing energy consumption to integrate a number of the important for characterizing features of any building. In office buildings, the energy certification assures users of the building or from one fraction the conditions to ensure the energy efficiency and appropriate indoor air quality.

Since we spend about 80 % of our time inside buildings, and that is reflected in an increasingly high consumption on the residential and service sector in the total energy consumption of one country, this work aims to compare the various heating equipment, cooling and domestic hot water and the effect thereof on the energy certification of buildings, and consequently the efficiency of them, and that efficiency and energy certification of a building should be an important aspect to consider when planning or construction, and as the acquisition of a new dwelling.

With a project designed to take advantage of weather conditions, solar orientation, prevailing winds and used construction techniques and the proper materials, it is possible to reduce energy costs with lighting or HVAC systems.

Keywords

Energy efficiency, energy certification, energy consumption.

Résumé

Dans l'Union européenne, le secteur des transports et de l'industrie sont les deux grands consommateurs d'énergie, mais il est dans les services résidentiels et où la consommation énergétique des bâtiments est plus élevée, environ 17%, ce qui représente un tiers des émissions de GES. L'énergie dépensée pour l'éclairage, le chauffage, le refroidissement et l'eau chaude sanitaire, dans les lieux de travail et lieux de loisirs est supérieure à celle consommée dans les secteurs des transports et de l'industrie.

Les maisons représentent les deux tiers de la consommation totale d'énergie des bâtiments européens, et augmenté chaque année par l'amélioration de la qualité de vie, résultant de l'utilisation accrue des systèmes de CVC.

En ce sens, et selon l'ordonnance qui transpose en droit portugais de la directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments, tous les États membres de l'UE doit disposer d'un système de certification énergétique pour informer les citoyens de la qualité thermique des bâtiments, lorsqu'ils sont construits, vendus ou loué.

Ainsi, l'exigence de présentation de l'efficacité énergétique certifiée, au moment de l'achat, la vente ou la location de bâtiments neufs et existants est entrée en vigueur au Portugal depuis le 1er Janvier 2009. La certification énergétique permet que les futurs utilisateurs de bâtiments peuvent obtenir des informations sur la consommation d'énergie potentielle dans le cas de bâtiments neufs et de ceux existants faisant l'objet d'une rénovation importante, leur consommation réelle ou mesurée pour des habitudes d'utilisation, en passant consommation d'énergie à intégrer un certain nombre de caractéristiques importantes pour la caractérisation de tout bâtiment. Dans les bureaux, la certification énergétique garantit aux utilisateurs de l'immeuble ou de l'une fraction des conditions pour assurer l'efficacité énergétique et la qualité de l'air intérieur approprié.

Comme nous passons environ 80% de notre temps à l'intérieur des bâtiments, et qui se traduit par une forte consommation de plus en plus de sur le secteur résidentiel et le service dans la consommation totale d'énergie d'un pays, ce travail vise à comparer les différents équipements de chauffage, de refroidissement et domestique l'eau chaude et l'effet de celle-ci sur la certification énergétique des bâtiments, et par conséquent l'efficacité d'entre eux, et que l'efficacité et la certification énergétique d'un bâtiment doivent être un aspect important à considérer lors de la planification ou de la construction, et l'acquisition d'un logement neuf.

Avec un projet conçu pour tirer parti des conditions météorologiques, de l'orientation solaire, les vents dominants et les techniques de construction utilisés et les matériaux appropriés, il est possible de réduire les coûts de l'énergie avec les systèmes d'éclairage ou CVC.

Mots-clés

Efficacité énergétique, certification énergétique, consommation d'énergie.

Índice

Agradecimentos	vii
Resumo	ix
Abstract	xi
Résumé	xiii
Índice	1
Índice de figuras	3
Índice de Tabelas	5
Nomenclatura	9
1. Introdução	13
2. Legislação no âmbito da certificação energética	15
3. Método de cálculo para certificação energética de edifícios	19
3.1. ZONAMENTO E DADOS CLIMÁTICOS.....	19
3.2. QUALIDADE TÉRMICA DA ENVOLVENTE	24
3.3. VALOR MÍNIMO DE TAXA DE RENOVAÇÃO DE AR.....	29
3.4. SISTEMAS TÉCNICOS.....	29
3.5. SISTEMA PARA APROVEITAMENTO DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS	34
3.6. NECESSIDADES ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO E VERIFICAÇÃO	35
3.7. NECESSIDADES ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO E VERIFICAÇÃO.....	54
3.8. ENERGIA ÚTIL PARA PREPARAÇÃO DE AQS.....	60
3.9. NECESSIDADES DE ENERGIA PRIMÁRIA E VERIFICAÇÃO REGULAMENTAR.....	62
3.10. DETERMINAÇÃO DA CLASSE ENERGÉTICA	65
4. Equipamentos	67
4.1. CALDEIRAS.	68
4.2. AR CONDICIONADO.....	70
4.3. BOMBAS DE CALOR.	71
4.4. TERMOACUMULADOR	73
4.5. ISOLAMENTO NA TUBAGEM	74
5. Caso de estudo	77
5.1. DADOS CLIMÁTICOS	78
5.2. ENVOLVENTES DA HABITAÇÃO.....	79
5.3. ÁREAS E DIMENSÕES.....	80
5.4. REQUISITOS MÍNIMOS QUALIDADE	82
5.5. PONTES TÉRMICAS LINEARES	89
5.6. NECESSIDADES DE ENERGIA UTIL AQUECIMENTO E VERIFICAÇÃO	90
5.7. NECESSIDADES DE ENERGIA NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO E VERIFICAÇÃO	96

5.8. NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PARA PREPARAÇÃO DE AQS.....	98
5.9. ENERGIA SOLAR.	98
5.10. VALOR MÁXIMO PARA NECESSIDADES DE ENERGIA PRIMÁRIA E VERIFICAÇÃO.....	99
5.11. SOLUÇÃO ALTERNATIVA PARA CLIMATIZAÇÃO E AQS.....	100
6. Conclusões	107
Referências Documentais	109
Anexo A - Desenhos de Arquitetura.....	111
Anexo B - Aplicação LNEC.....	117
Anexo C - Relatório Energético SOLTERM.....	123
Anexo D – Folhas de Cálculo	129
Anexo E – Catálogos	145

Índice de figuras

Figura 1 – Diferentes documentos legislativos	16
Figura 2 - Zonas climáticas de inverno no continente [01].....	21
Figura 3 - Zonas climáticas de verão no continente [01].	22
Figura 4 - Indicação das dimensões relevantes para avaliar a proteção ao vento da fração.....	42
Figura 5 - Ângulo de horizonte, α [03]	48
Figura 6 - Caldeira mural Vulcano Gama Lifestar Green	68
Figura 7 - Caldeira de chão Vulcano Gama CTL.....	68
Figura 8 - Esquema de aquecimento central e abastecimento de águas quentes instantâneas.	69
Figura 9 - Esquema de abastecimento de águas quentes através de um depósito de acumulação. ..	69
Figura 10 - Processo de arrefecimento.....	70
Figura 11 - Bomba de Calor gama AquaEco	71
Figura 12 - Esquema de funcionamento da Bomba de Calor.....	72
Figura 13 - Termoacumulador da marca Elacell Comfort	73
Figura 14 - Isolamento térmico flexível.....	74
Figura 15 - Isolamento em lã de rocha.....	75
Figura 16 - Edifício em estudo, alçado a sul.....	77
Figura 17 - Edifício em estudo, alçado a nascente.....	77
Figura 18 - Planta do apartamento em estudo.....	78
Figura 19 - Marcação das envolventes.....	80
Figura 20 - Pormenor construtivo	82
Figura 21 - Orientação do edifício	85
Figura 22 - Pormenor janela sala (elemento horizontal).....	86
Figura 23 - Pormenor janela sala (elemento vertical)	86
Figura 24 - Pormenor janela cozinha (elemento horizontal).....	87
Figura 25 - Pormenor janela cozinha (elemento vertical).....	87

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos de nível III	20
Tabela 2 - Critérios para a determinação da zona climática de inverno	21
Tabela 3 - Critérios para a determinação da zona climática de verão	22
Tabela 4 - Os valores de referência e declives para ajustes em altitude tabelados por NUTS	23
Tabela 5 - Os valores de referência e declives para ajustes em altitude tabelados por NUTS.....	24
Tabela 6 – Coeficientes transmissão térmica superficiais máximos elementos opacos	25
Tabela 7 - Fatores solares máximos admissíveis de vãos envidraçados	26
Tabela 8 - Fatores solares máximos admissíveis de vãos envidraçados	26
Tabela 9 - Coeficiente de absorção da radiação solar.	27
Tabela 10 – Valores fator solar envidraçados vidro corrente e dispositivos de proteção solar.....	27
Tabela 11 - Valores fatores de sombreamento de elementos horizontais arrefecimento.	28
Tabela 12 - Valores dos fatores de sombreamento de elementos verticais arrefecimento.....	29
Tabela 13 - Espessuras mínimas de isolamento de tubagens	30
Tabela 14 - Espessuras mínimas de isolamento para condutas e acessórios	30
Tabela 15 - Espessuras mínimas de isolamento para condutas e acessórios.....	30
Tabela 16 - Requisitos mínimos de eficiência das unidades de produção térmica	31
Tabela 17 - Classificação do desempenho unidades split e compactas, com permuta ar – ar.....	31
Tabela 18 - Classificação do desempenho de unidades split compactas, com permuta ar – água ...	32
Tabela 19 - Classificação do desempenho de unidades do tipo <i>Rooftop</i>	32
Tabela 20 - Classificação do desempenho de unidades do tipo Chiller de compressão.....	32
Tabela 21 - Requisitos mínimos de eficiência energética de caldeiras	32
Tabela 22 - Rendimento nominal de caldeiras e esquentadores.....	33
Tabela 23 - Valores limite de perdas estáticas em termoacumuladores.....	34
Tabela 24 - Valores de eficiência de termoacumuladores em função de Q_{pr}	34
Tabela 25 - Eficiência mínima a caldeiras, recuperadores de calor e salamandras a biomassa.	34
Tabela 26 - Valores por defeito para os coeficientes de transmissão térmica lineares Ψ	37
Tabela 27 - Coeficiente de redução de perdas de espaços uteis, b_{tr}	38
Tabela 28 - Coeficiente de transmissão térmica de pavimentos.	39
Tabela 29 - Coeficiente de transmissão térmica de pavimentos	39
Tabela 30 - Coeficiente de transmissão térmica de pavimentos	40
Tabela 31 - Coeficiente de transmissão térmica de paredes em contato com o terreno	40
Tabela 32 - Classe de proteção ao vento da fração	42
Tabela 33 - Valores do coeficiente de pressão, C_p	43
Tabela 34 - Parâmetros para cálculo da velocidade média do vento.....	45
Tabela 35 - Fator de orientação para as diferentes exposições X_j	46
Tabela 36 - Fração envidraçada	47

Tabela 37 - Valores do fator de sombreamento do horizonte Fh estação de aquecimento.....	48
Tabela 38 - Valores do fator de sombreamento do horizonte Fo estação de aquecimento.....	49
Tabela 39 - Valores do fator de sombreamento de elementos verticais estação de aquecimento.....	49
Tabela 40 - Classes de inércia térmica interior	50
Tabela 41 - Massa superficial útil, Msi – Elementos EL1	51
Tabela 42 - Massa superficial útil, Msi – Elementos EL2	51
Tabela 43 - Massa superficial útil, Msi – Elementos EL3	51
Tabela 44 - Fatores de redução para Elementos EL1 e EL2	52
Tabela 45 - Revestimento	52
Tabela 46 - Coeficientes de transmissão térmica lineares de referência, Ψ_{ref}	53
Tabela 47 - Coeficientes de transmissão térmica superficiais de referência.....	53
Tabela 48 - Fração de tempo em que os dispositivos móveis se encontram ativados	56
Tabela 49 - Fração de tempo em que os dispositivos móveis se encontram ativados.....	57
Tabela 50 - Razão entre o valor do coeficiente de absorção do parametro exterior da fachada	57
Tabela 51 - Razão entre o valor do coeficiente de absorção da cobertura exterior.....	58
Tabela 52 - Valores de emissividade para os materiais mais habituais.....	59
Tabela 53 - N.º convencional de ocupantes	61
Tabela 54 - Valor de feh	61
Tabela 55 - Soluções de referência de sistemas a considerar na determinação do N_t	65
Tabela 56 - Intervalos de valor de R_{Nt} para a determinação da classe energética	65
Tabela 57 - Tabela resumo U_{max}	83
Tabela 58 - Resumo inércia térmica.....	93
Tabela 59 - Tabela resumo opções escolhidas	104

Nomenclatura

A - Área do elemento *i* da envolvente, medida pelo interior do edifício, [m²].

ADENE – Agência para a Energia.

Ai – Área dos Elementos que Separam o Espaço Útil do Espaço Não Útil.

Aenv - Soma das áreas dos vãos envidraçados que servem o compartimento [m²].

Aop - Área do elemento da envolvente opaca exterior, [m²].

Apav - Área de pavimento do compartimento servido pelo (s) vão (s) envidraçado (s) [m²].

Ap - Área interior útil de pavimento do edifício medida pelo interior [m²].

As,inj - Área efetiva coletora de radiação solar do vão envidraçado na superfície *n* com a orientação *j*, [m²].

As,v nj - Área efetiva coletora de radiação solar da superfície do elemento *n* com a orientação *j*, [m²].

AQS – Águas Quentes Sanitárias.

Au – Área dos Elementos que Separam o Espaço Não Útil do Exterior.

Avãos - Área total de vãos, [m²].

AVAC - Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado.

Aw - Área total do vão envidraçado, incluindo o vidro e caixilho, [m²].

Awint - Área total do vão envidraçado interior, incluindo o vidro e caixilho, [m²].

(Aw/Ap)ref - Razão entre a área de vãos e a área interior útil de pavimento = 20%.

B - Desenvolvimento linear da ponte térmica linear *i*, medido pelo interior do edifício, [m].

btr - coeficiente de redução de temperatura de um ENU ou edifício adjacente.

bve,i - é o fator de correção da temperatura tendo em conta o sistema de recuperação de calor.

CE – Comunidade Europeia.

Cpi - Coeficiente de pressão aplicável à fachada ou cobertura *i*.

D - largura do isolamento perimetral ou profundidade do isolamento vertical.

D obs - distância ao obstáculo, correspondente à maior distância entre a fachada do edifício em estudo e a fachada do obstáculo/edifício situado em frente, em m.

D.L. – Decreto-lei.

D.R – Diário da Republica.

DPEST - Dissertação/Projeto/Estágio.

ENU – Espaço Não Útil.

FA – Fração autónoma.

f - Espaço não útil que tem todas as ligações entre elementos bem vedadas, sem aberturas de ventilação permanentemente abertas.

fi,k - Parcela das necessidades de energia útil para aquecimento supridas pelo sistema *k*.

fv,k - Parcela das necessidades de energia útil para arrefecimento supridas pelo sistema *k*.

fa,k - Parcela das necessidades de energia útil para produção de AQS supridas pelo sistema *k*.

F - Espaço não útil permeável ao ar devido à presença de ligações e aberturas de ventilação permanentemente abertas.

feh - Fator de eficiência hídrica, aplicável a chuveiros ou sistemas de duche com certificação e rotulagem de eficiência hídrica, de acordo com um sistema de certificação de eficiência hídrica da responsabilidade de uma entidade independente reconhecida pelo sector das instalações prediais.

Ff - Fator de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao envidraçado, compreendendo palas verticais, outros corpos ou partes de um edifício.

Fg - Fração envidraçada do vão envidraçado, obtida de acordo com o despacho que procede à publicação dos parâmetros térmicos.

Fg int - Fração envidraçada do vão envidraçado interior.

Fg enu - Fração envidraçada do vão envidraçado do espaço não útil.

Fh - Fator de sombreamento do horizonte por obstruções exteriores ao edifício ou por outros elementos do edifício.

Fmv - Frações de tempo em que os dispositivos de proteção solar móveis se encontram totalmente ativados.

Fo - Fator de sombreamento por elementos horizontais sobrejacentes ao envidraçado, compreendendo palas e varandas.

Fpu,j - Fator de conversão para energia primária de acordo com a fonte de energia do tipo de sistemas de referência utilizado, em quilowatt – hora de energia primária por kWh [kWhEP/kWh]

Fs,i - representa a redução na radiação solar que incide no vão envidraçado devido ao sombreamento permanente causado por obstáculos.

Fs,i nj - Fator de obstrução do vão envidraçado *n* com orientação *j* na estação de aquecimento.

Fs,v nj - Fator de obstrução da superfície do elemento *n* com orientação *j*.

gi - Fator solar de inverno.

gv - Fator solar do vão na estação de arrefecimento.

gv ref - Fator solar de referência para a estação de arrefecimento = 0,43.

gi int - Fator solar na estação de aquecimento, do vão envidraçado interior.

gi enu - Fator solar na estação de aquecimento, do vão envidraçado do espaço não útil.

gtp - Fator solar global do vão envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar permanentes existentes.

gT - Fator solar global do vão envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar, permanentes, ou móveis totalmente ativados.

gT_{max} - Fator solar global máximo admissível dos vãos envidraçados.

gT_{vc} - Fator solar do vão envidraçado com vidro corrente e um dispositivo de proteção solar, permanente, ou móvel totalmente ativado, para uma incidência solar normal à superfície do vidro.

g_{⊥,vi} - Fator solar do vidro para uma incidência solar normal à superfície do vidro, conforme informação do fabricante.

GD - Número de graus-dias, na base de 18 °C, correspondente à estação convencional de aquecimento (° C * dia).

GSul - Energia solar média mensal durante a estação, recebida numa superfície vertical orientada a Sul (kW h/m².mês).

j - Índice que corresponde a cada uma das orientações.

Lv - Duração da estação de arrefecimento = 2928 horas.

Hf - Número de horas de funcionamento dos ventiladores durante um ano (h). Por defeito considera-se que os ventiladores funcionam 24 h/dia, devendo ser tomado o valor de 8760 h, sendo que, nos sistemas de ventilação híbridos, pode ser adotado outro valor desde que seja fundamentado com uma estimativa anual do funcionamento da ventilação da fração.

HFA - altura da fração em estudo, correspondente à maior distância vertical entre o teto da fração e o nível do terreno, em m.

Htr,i - Coeficiente global de transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento, [W/°C].

Htr,v - Coeficiente global de transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento, [W/°C].

Hext - Coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contato com o exterior, [W/°C].

Henu - Coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contato com espaços não úteis, [W/°C].

Hedif - altura do edifício em estudo, correspondente à maior distância vertical entre o ponto do teto da fração mais elevada do edifício (nível da cobertura) e o nível do terreno, em m.

Hobs - altura do obstáculo/edifício situado em frente à fachada correspondente à maior distância entre o ponto mais alto da fachada (nível da cobertura) do obstáculo e o nível do terreno do edifício em estudo, em m.

Hadj - Coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contato com edifícios adjacentes, [W/°C].

Hecs - Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contato com o solo, [W/°C].

Hve, i - Coeficiente global de transferência de calor por ventilação na estação de aquecimento, [W/°C].

Isol - Energia solar acumulada durante a estação, recebida na horizontal com inclinação 0°, e em superfícies verticais com inclinação 90°, orientadas em oito direções cardeais (kWh/m²).

I sol ref - Radiação solar média de referência, correspondente à radiação incidente numa superfície orientada a Oeste, de acordo com Despacho do Diretor-Geral de Energia e Geologia [kWh/(m².ano)].

ISEP - Instituto Superior de Engenharia do Porto.

INETI – Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação.

M - Duração da estação de aquecimento (meses).

Msi - Massa superficial útil do elemento *i*, [kg/m²].

mt - massa total do elemento.

mpi – massa do elemento desde a caixa de ar até à face interior.

mi - massa do elemento desde o isolamento até à face interior.

n - Índice que corresponde a cada uma das superfícies com a orientação *j*.

nd – número anual de dias de consumo de AQS = 365 dias.

Ni - Valor máximo para as necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento [kWh/(m².ano)].

Nv - Valor máximo para as necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento [kWh/(m².ano)].

Na – Necessidades Nominais de Energia para Produção de Águas Quentes Sanitárias Máximas.

Nac – Necessidades Nominais Energia para Produção de Águas Quentes Sanitárias.

Nic – Necessidades Nominais de Energia Útil para Aquecimento.

Nt - valor limite regulamentar para as necessidades nominais anuais de energia primária, ambos calculados de acordo com o disposto no Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação.

Ntc - Valor das necessidades nominais anuais de energia primária.

ηi - Fator de utilização dos ganhos térmicos na estação de aquecimento.

ηv - Fator de utilização dos ganhos térmicos na estação de arrefecimento.

ηref, k - Valores de referência para o rendimento dos diferentes tipos de sistemas técnicos utilizados ou previstos para aquecimento ambiente, arrefecimento ambiente e preparação de AQS

ηv ref - Fator de utilização de ganhos de referência.

ηrc - Rendimento do sistema de recuperação de calor.

ηtot - Rendimento total de funcionamento do ventilador.

NUTS - Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos.

N_v – Necessidades Nominais de Energia Útil para Arrefecimento Máximas.

N_{vc} – Necessidades Nominais de Energia Útil para Arrefecimento.

P – perímetro exposto – desenvolvimento total da parede que separa o espaço aquecido do exterior, de um ENU ou de um edifício adjacente, medido pelo interior (m).

Pd - Pé direito médio da fração, [m].

PQ - Perito Qualificado.

PTL – Pontes Térmicas Lineares.

PTP – Pontes Térmicas Planas.

q_{int} - Ganhos internos médios = 4 W/ m².

Q_a - Necessidades de energia útil para preparação de AQS, supridas pelo sistema *k* [kWh/ano].

Q_{tr} - Transferência de calor por transmissão através da envolvente dos edifícios, na estação em estudo [kWh].

Q_{tr,i} - Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento através da envolvente dos edifícios, [kWh].

Q_{tr,i ref} – transferência de calor por transmissão através da envolvente de referência, na estação de aquecimento [kWh].

Q_{ve,i} - Transferência de calor por ventilação na estação de aquecimento, [kWh].

Q_{ve,i ref} – transferência de calor por ventilação de referência, na estação de aquecimento [kWh].

Q_{g,i} - Ganhos térmicos brutos na estação de aquecimento, [kWh].

Q_{g,v} - Ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento, [kWh].

Q_{g,v ref} - Ganhos térmicos de referência na estação de arrefecimento, em kWh.

Q_{int,i} - Ganhos térmicos associados a fontes internas de calor, na estação de aquecimento, [kWh].

Q_{int,v} - Ganhos térmicos associados a fontes internas de calor.

Q_{sol,i} - Ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar pelos vãos envidraçados, na estação de aquecimento, [kWh].

Q_{sol,v} - Ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar incidente na envolvente exterior opaca e envidraçada.

Q_g - Ganhos térmicos brutos na estação em estudo [kWh].

Q_{gu,i} - Ganhos térmicos úteis na estação de aquecimento resultantes dos ganhos solares através dos vãos envidraçados, da iluminação, dos equipamentos e dos ocupantes, [kWh].

Q_{gu,i ref} – ganhos de calor úteis de referência, na estação de aquecimento [kWh].

R_f – resistência térmica de todas as camadas do pavimento (sem R_{se}, nem R_{si}).

R_{ph,i} - Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento, [h⁻¹].

R_{ph,v} - Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento ≥ 0,40 [h⁻¹].

R_{se} - Resistência térmica superficial exterior igual a 0,04 W/ (m² °C).

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios.

RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios.

S_i - Área da superfície interior do elemento *i*, [m²].

SCE - Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios.

u - Velocidade média do vento no local, [m/s].

U - Coeficiente de transmissão térmica do elemento *i* da envolvente, [W/(m².°C)].

U_{bf} – coeficiente de transmissão térmica do pavimento enterrado [W/(m².°C)].

U_{bw} – coeficiente de transmissão térmica da parede em contato com o solo [W/(m².°C)].

UE – União Europeia.

X_j - Fator de orientação para as diferentes exposições.

V_f - Caudal de ar médio diário escoado através do ventilador, [m³/h].

V_{ins} - Valor médio diário do caudal de ar insuflado através do sistema de recuperação de calor, [m³/h].

W - Coeficiente com valor 100, 50, 27, 9 ou 3 para janelas e portas sem classificação, classe 1, classe 2, classe 3, classe 4, respetivamente.

Z - profundidade média enterrada da parede em contato com o solo (m).

α - Coeficiente de absorção de radiação solar da superfície do elemento da envolvente opaca.

θ_{int} - Temperatura interior, [°C].

θ_{ext} - Temperatura ambiente exterior, [°C].

θ_{enu} - Temperatura do local não útil, [°C].

$\theta_{v,ref}$ - Temperatura de referência para o cálculo das necessidades de energia na estação de arrefecimento, igual a 25°C.

$\theta_{ext,v}$ - Temperatura interior de referência na estação de arrefecimento, contabilizada em 25 graus celsius (° C).

$\theta_{ref,v}$ - Temperatura exterior média na estação de arrefecimento no local, de acordo com Despacho do Diretor-Geral de Energia e Geologia.

ρ - Massa volúmica do ar, que toma o valor de 1,22 [kg/m³] a 283,15K.

ΔT - Aumento de temperatura necessário para a preparação das AQS e que, para efeitos do presente cálculo, toma o valor de referência de 35°C.

ΔP - Diferença de pressão total do ventilador (Pa).

δ - Igual a 1, exceto para o uso de arrefecimento (*N vc*) em que pode tomar o valor 0 sempre que o fator de utilização de ganhos térmicos seja superior ao respetivo fator de referência, o que representa as condições em que o risco de sobreaquecimento se encontra minimizado.

ψ - Coeficiente de Transmissão Térmica Linear.

1. Introdução

O presente documento satisfaz parte dos requisitos da unidade curricular de Dissertação/Projeto/Estágio (DPEST) do segundo ano do Mestrado em Energias Sustentáveis, do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) e corresponde ao relatório final realizado no decorrer da sua realização.

A energia constitui uma das necessidades básicas da humanidade, sendo utilizada para as mais diversificadas funções tais como: a climatização (aquecimento e arrefecimento do ambiente interior) e a preparação de águas quentes sanitárias, AQS.

Com o aumento da exigência por parte dos consumidores em relação ao conforto térmico no interior das suas habitações surge a necessidade de produzir equipamentos de climatização e preparação de AQS capazes de dar resposta a essa exigência e, ao mesmo tempo, que consumam a menor energia possível.

Os principais objetivos para a elaboração deste trabalho centraram-se no estudo detalhado da legislação sobre o comportamento térmico de edifícios de habitação em vigor desde finais de 2013, REH, e perceber a influência que os diferentes tipos de equipamentos para climatização das habitações têm na obtenção da sua classe energética.

Tendo uma formação de base em engenharia mecânica, o estudo e caracterização dos equipamentos para aquecimento e arrefecimento revelou-se o principal motivo para fazer uma aplicação prática dos conceitos aprendidos durante a unidade curricular de Eficiência Energética dos Edifícios, embora a legislação aplicada tenha sofrido alterações relativamente à lecionada na referida UC.

Assim, este documento tem por objetivo analisar a influência dos equipamentos de aquecimento, arrefecimento e AQS na certificação energética de edifícios desenvolve-se em 6 capítulos.

No primeiro capítulo é feita a introdução, no segundo capítulo abordo a legislação no âmbito da certificação energética, no terceiro capítulo faço referência ao método de cálculo para a certificação energética de edifícios, os equipamentos são abordados no capítulo quarto e no

capítulo quinto apresento o meu caso de estudo, e por fim, no sexto e último capítulo, são tiradas as conclusões.

2. Legislação no âmbito da certificação energética

A primeira legislação, sobre a regulamentação térmica de edifícios que surgiu no nosso país, foi o D.L. 40/90, de 6 de Fevereiro, o qual constituiu o primeiro Regulamento das Características de Comportamento Térmico de Edifícios (RCCTE). O regulamento de 1990 introduziu, pela primeira vez, os aspetos térmicos e energéticos no projeto de edifícios, definindo requisitos construtivos mínimos para a envolvente dos mesmos.

A nível europeu foi mesmo pioneiro na introdução de requisitos mínimos ao nível do sombreamento para evitar sobreaquecimentos no Verão, isto para além de estabelecer coeficientes de transmissão térmica máximos que visavam minimizar fenómenos de transferência de calor que poderão originar condensações interiores e poderiam por em causa a qualidade do ar interior.

Embora pouco exigente, o primeiro RCCTE conduziu ao recurso, mais ou menos generalizado, do isolamento térmico na construção, tendo mesmo o mercado evoluído para o uso de soluções que iam além das exigências regulamentares. Contrariamente ao previsto, os requisitos do RCCTE original nunca chegaram a ser objeto de revisão e o novo D.L. 80/2006, de 4 de Abril, veio mesmo substituir, na íntegra, o primeiro regulamento.

O D.L. 80/2006, de 4 de Abril, faz parte de um conjunto de documentos legislativos compostos também pelos D.L. 78/2006 (Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios - SCE) e D.L. 79/2006 (Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização dos Edifícios – RSECE), todos publicados na mesma data e que correspondem, na prática, à transposição para direito nacional da Diretiva 2002/91/CE de 16 de Dezembro relativa ao Desempenho Energético dos Edifícios.

A Diretiva original foi reformulada pela Diretiva 2010/31/UE do Parlamento Europeu, de 19 de maio de 2010 que, para além de clarificar alguns dos princípios do texto inicial, veio introduzir novas disposições que reforçam o quadro de promoção do desempenho energético

nos edifícios, de acordo com as metas e desafios comuns acordados pelos Estados-Membros para os horizontes temporais de 2020 e 2050.

A necessidade de transpor para direito nacional a Diretiva reformulada, conjugada com a oportunidade de atualizar algumas das disposições do SCE, RCCTE e RSECE de 2006, criaram as condições necessárias e favoráveis a uma revisão da legislação, tendo sido publicada em Agosto de 2013 os primeiros documentos legislativos.

O novo conjunto de documentos legais tem por base o Decreto-lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto de 2013, a Portaria n.º 349-A/2013. D.R. n.º 232, Suplemento, Série I de 29 de Novembro de 2013 e os Despacho (extrato) N.º 15793-H/2013, 15793-I/2013, 15793-J/2013, 15793-K/2013 e 15793-L/2013 do D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 03 de Dezembro de 2013.

O D.L. 118/2013 D.R. N.º 159, Série I de 2013-08-20, aprova o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação, REH, e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços, RECS, e transpõe a Diretiva n.º 2010/31/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios.

Podemos sintetizar a publicação dos diferentes documentos legislativos através da figura seguinte:

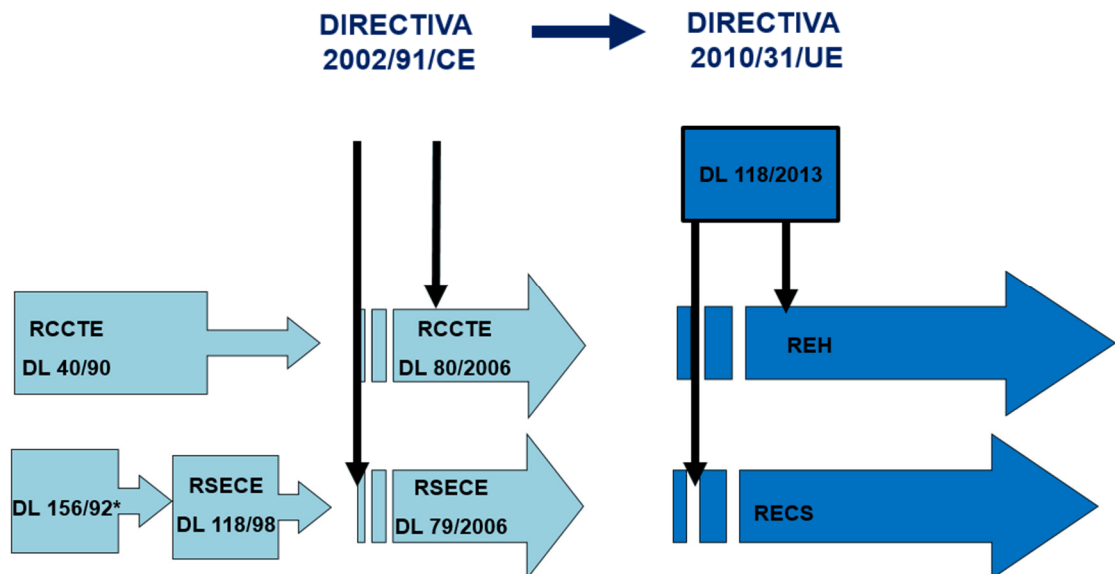


Figura 1 – Diferentes documentos legislativos

A portaria N.º 349-A/2013. D.R. n.º 232, Suplemento, Série I de 29 de Novembro de 2013, determina as competências da entidade gestora do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), regulamenta as atividades dos técnicos do SCE, estabelece as categorias de edifícios, para efeitos de certificação energética, bem como os tipos de pré-certificados e certificados SCE e responsabilidade pela sua emissão, fixa as taxas de registo no SCE e estabelece os critérios de verificação de qualidade dos processos de certificação do SCE, bem como os elementos que deverão constar do relatório e da anotação no registo individual do Perito Qualificado (PQ).

O despacho (extrato) N.º 15793-H/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 03 de Dezembro de 2013 estabelece as regras de quantificação e contabilização do contributo de sistemas para aproveitamento de fontes de energia de fontes de energia renováveis, de acordo com o tipo de sistema.

O despacho (extrato) N.º 15793-I/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 03 de Dezembro de 2013 estabelece as metodologias de cálculo para determinar as necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento e arrefecimento ambiente, as necessidades nominais de energia útil para a produção de águas quentes sanitárias (AQS) e as necessidades nominais anuais globais de energia primária.

O despacho (extrato) N.º 15793-J/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 03 de Dezembro de 2013 procede à publicação das regras de determinação da classe energética.

O despacho (extrato) N.º 15793-K/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 03 de Dezembro de 2013 procede à publicação dos parâmetros térmicos para o cálculo dos valores que integram o presente despacho.

O despacho (extrato) N.º 15793-L/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 03 de Dezembro de 2013 procede à publicação da metodologia de apuramento da viabilidade económica da utilização ou adoção de determinada medida de eficiência energética, prevista no âmbito de um plano de racionalização energética.

3. Método de cálculo para certificação energética de edifícios.

Para aplicação do método de cálculo definido na legislação é necessário conhecermos os dados climáticos relativos ao local de implantação, as características da envolvente da fração autónoma e as características dos equipamentos de aquecimento, arrefecimento, preparação de águas quentes sanitárias e de aproveitamento de energias renováveis.

3.1. Zonamento e dados climáticos

Zonas Climáticas

Os dados climáticos são definidos em função da NUT de nível III a que pertence o município onde o edifício será localizado.

A definição das NUTS III a que pertence cada município encontra-se na Tabela 1, de acordo com Despacho (extrato) n.º 15793-F/2013 [01].

Tabela 1 - Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos de nível III [01].

NUTS III	Municípios
Minho-Lima	Arcos de Valdevez, Caminha, Melgaço, Monção, Paredes de Coura, Ponte da Barca, Ponte de Lima, Valença, Viana do Castelo, Vila Nova de Cerveira
Alto Trás-os-Montes	Alfândega da Fé, Boticas, Bragança, Chaves, Macedo de Cavaleiros, Miranda do Douro, Mirandela, Mogadouro, Montalegre, Murça, Valpaços, Vila Pouca de Aguiar, Vimioso, Vinhais
Cávado	Amares, Barcelos, Braga, Esposende, Terras de Bouro, Vila Verde
Ave	Cabeceiras de Basto, Fafe, Guimarães, Mondim de Basto, Póvoa de Lanhoso, Vieira do Minho, Vila Nova de Famalicão, Vizela
Grande Porto	Espinho, Gondomar, Maia, Matosinhos, Porto, Póvoa de Varzim, Santo Tirso, Trofa, Valongo, Vila do Conde, Vila Nova de Gaia
Tâmega	Amarante, Baião, Castelo de Paiva, Cinfães, Felgueiras, Lousada, Marco de Canaveses, Celorico de Basto, Paços de Ferreira, Paredes, Penafiel, Resende
Douro	Alijó, Armamar, Carrazeda de Ansiães, Freixo de Espada à Cinta, Lamego, Mesão Frio, Moimenta da Beira, Murça, Penedono, Peso da Régua, Sabrosa, Santa Marta de Penaguião, São João da Pesqueira, Sernancelhe, Tabuaço, Tarouca, Torre de Moncorvo, Vila Nova de Foz Côa, Vila Real
Entre Douro e Vouga	Arouca, Oliveira de Azenéis, Santa Maria da Feira, São João da Madeira, Vale de Cambra
Baixo Vouga	Águeda, Albergaria-a-Velha, Anadia, Aveiro, Estarreja, Ílhavo, Murtosa, Oliveira do Bairro, Ovar, Sever do Vouga, Vagos
Baixo Mondego	Cantanhede, Coimbra, Condeixa-a-Nova, Figueira da Foz, Mealhada, Mira, Montemor-o-Velho, Mortágua, Penacova, Soure
Beira Interior Norte	Almeida, Celorico da Beira, Figueira de Castelo Rodrigo, Guarda, Manteigas, Mêda, Pinhel, Sabugal, Trancoso
Beira Interior Sul	Castelo Branco, Idanha-a-Nova, Penamacor, Vila Velha de Ródão
Cova da Beira	Belmonte, Covilhã, Fundão
Serra da Estrela	Fornos de Algodres, Gouveia, Seia
Dão - Lafões	Aguiar da Beira, Carregal do Sal, Castro Daire, Mangualde, Nelas, Oliveira de Frades, Penalva do Castelo, Santa Comba Dão, São Pedro do Sul, Sátão, Tondela, Vila Nova de Paiva, Viseu, Vouzela
Pinhal Interior Norte	Alvaiázere, Ansião, Arganil, Castanheira de Pera, Figueiró dos Vinhos, Góis, Lousã, Miranda do Corvo, Oliveira do Hospital, Pampilhosa da Serra, Pedrógão Grande, Penela, Tábua, Vila Nova de Poiares
Pinhal Interior Sul	Oleiros, Proença-a-Nova, Sertã, Vila de Rei
Pinhal Litoral	Batalha, Leiria, Marinha Grande, Pombal, Porto de Mós
Oeste	Alcobaça, Alenquer, Arruda dos Vinhos, Bombarral, Cadaval, Caldas da Rainha, Lourinhã, Nazaré, Óbidos, Peniche, Sobral de Monte Agraço, Torres Vedras
Médio Tejo	Abrantes, Alcanena, Constância, Entroncamento, Ferreira do Zêzere, Mação, Ourém, Sardoal, Tomar, Torres Novas, Vila Nova da Barquinha
Lezíria do Tejo	Almeirim, Alpiarça, Azambuja, Benavente, Cartaxo, Chamusca, Coruche, Golegã, Rio Maior, Salvaterra de Magos, Santarém
Grande Lisboa	Amadora, Cascais, Lisboa, Loures, Mafra, Odivelas, Oeiras, Sintra, Vila Franca de Xira
Península de Setúbal	Alcochete, Almada, Barreiro, Moita, Montijo, Palmela, Seixal, Sesimbra, Setúbal
Alto Alentejo	Alter do Chão, Arronches, Avis, Campo Maior, Castelo de Vide, Crato, Elvas, Fronteira, Gavião, Marvão, Monforte, Mora, Nisa, Ponte de Sôr, Portalegre
Alentejo Central	Alandroal, Arraiolos, Borba, Estremoz, Évora, Montemor-o-Novo, Mourão, Portel, Redondo, Reguengos de Monsaraz, Sousel, Vendas Novas, Viana do Alentejo, Vila Viçosa
Alentejo Litoral	Alcácer do Sal, Grândola, Odemira, Santiago do Cacém, Sines
Baixo Alentejo	Aljustrel, Almodôvar, Alvíto, Barrancos, Beja, Castro Verde, Cuba, Ferreira do Alentejo, Mértola, Moura, Ourique, Serpa, Vidigueira
Algarve	Albufeira, Alcoutim, Aljezur, Castro Marim, Faro, Lagoa, Lagos, Loulé, Monchique, Olhão, Portimão, S. Brás de Alportel, Silves, Tavira, Vila do Bispo, Vila Real de Santo António
Região Autónoma dos Açores	Vila do Porto, Lagoa, Nordeste, Ponta Delgada, Povoação, Ribeira Grande, Vila Franca do Campo, Angra do Heroísmo, Praia da Vitória, Santa Cruz da Graciosa, Calheta, Velas, Lajes do Pico, Madalena, São Roque do Pico, Horta, Lajes das Flores, Santa Cruz das Flores, Vila do Corvo
Região Autónoma da Madeira	Calheta, Câmara de Lobos, Funchal, Machico, Ponta do Sol, Porto Moniz, Ribeira Brava, Santa Cruz, Santana, São Vicente, Porto Santo

Foram adicionalmente definidas três zonas climáticas de inverno (I1, I2 e I3) e três zonas climáticas de verão (V1, V2 e V3) necessárias para a definição dos requisitos de qualidade térmica da envolvente [01].

As zonas climáticas de inverno são definidas a partir do número de graus-dias (GD) na base de 18° C, correspondente à estação de aquecimento, conforme a Tabela 2, e estão representadas graficamente na Figura 1.

Tabela 2 - Critérios para a determinação da zona climática de inverno [01].

CRITÉRIO	$GD \leq 1300 \text{ }^\circ\text{C.Dia}$	$1300 \text{ }^\circ\text{C.Dia} < GD \leq 1800 \text{ }^\circ\text{C.Dia}$	$GD > 1800 \text{ }^\circ\text{C.Dia}$
ZONA	I1	I2	I3

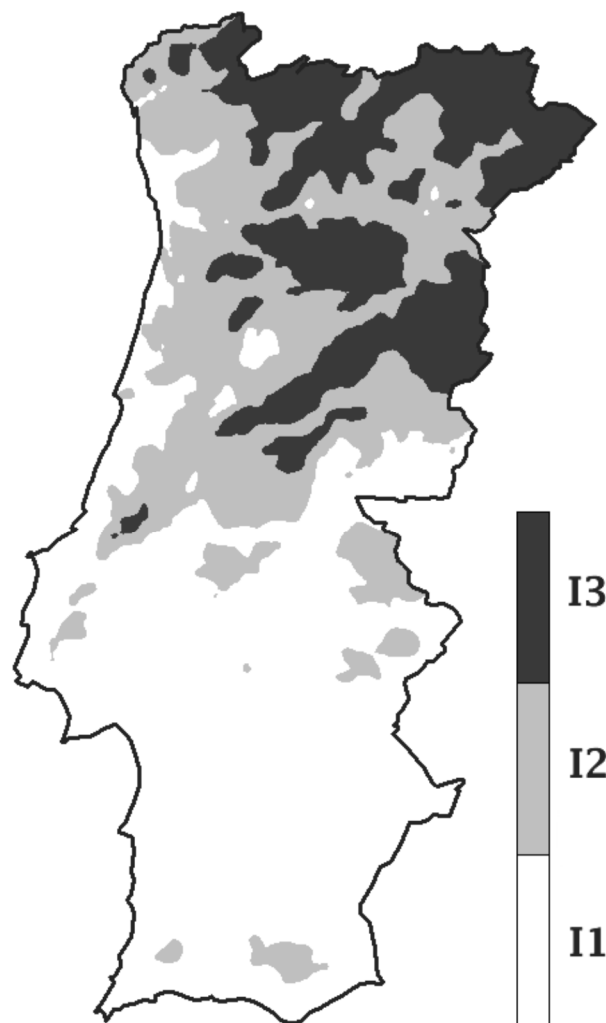


Figura 2 - Zonas climáticas de inverno no continente [01].

As zonas climáticas de verão são definidas a partir da temperatura média exterior correspondente à estação convencional de arrefecimento ($\theta_{ext,v}$), conforme a Tabela 3 e estão representadas graficamente na Figura 2.

Tabela 3 - Critérios para a determinação da zona climática de verão [01].

CRITÉRIO	$\theta_{ext,v} \leq 20^{\circ}\text{C}$	$20^{\circ}\text{C} < \theta_{ext,v} \leq 22^{\circ}\text{C}$	$\theta_{ext,v} > 22^{\circ}\text{C}$
ZONA	V1	V2	V3

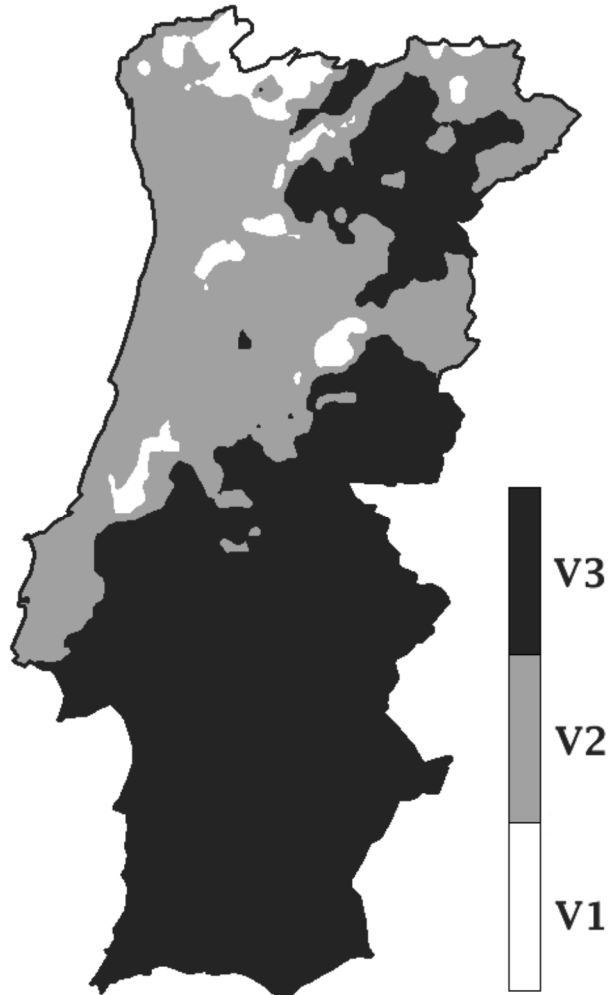


Figura 3 - Zonas climáticas de verão no continente [01].

Parâmetros Climáticos

Os valores dos parâmetros climáticos são definidos para cada NUTS III para uma altitude de referência, Z_{REF} , sendo necessário efetuar a correção em função da altitude do local de implantação do edifícios, Z . A correção é linear de declive a e utiliza a seguinte expressão:

$$X = X_{REF} + a (Z - Z_{REF}) \quad [01]$$

3.1.1. Estação de Aquecimento.

Os parâmetros climáticos pertinentes para a estação de aquecimentos (inverno) estão referenciados na tabela seguinte, e é de salientar que relativamente à radiação solar não é feita qualquer correção em função da altitude.

Tabela 4 - Os valores de referência e declives para ajustes em altitude estão tabelados por NUTS III [01].

NUTS III	Z	M		GD		G Sul
	REF m	REF meses	a mês/km	REF °C	a °C/km	kWh/m ² por mês
Minho-Lima	268	7,2	1,0	1629	1500	130
Alto e Trás-os-Montes	680	7,3	0,0	2015	1400	125
Cávado	171	6,8	1,0	1491	1300	125
Ave	426	7,2	0,0	1653	1500	125
Grande Porto	94	6,2	2,0	1250	1600	130
Tâmega	320	6,7	0,0	1570	1600	135
Douro	579	6,9	0,0	1764	1400	135
Entre Douro e Vouga	298	6,9	1,0	1544	1400	135
Baixo Vouga	50	6,3	2,0	1337	1100	140
Baixo Mondego	67	6,3	0,0	1304	1000	140
Beira Interior Norte	717	7,5	0,0	1924	1000	135
Beira Interior Sul	328	5,4	1,0	1274	1800	140
Cova da Beira	507	7,1	0,0	1687	1400	140
Serra da Estrela	553	7,5	0,0	1851	1600	135
Dão - Lafões	497	7,3	0,0	1702	1900	135
Pinhal Interior Norte	361	6,8	0,0	1555	1600	140
Pinhal Interior Sul	361	6,7	1,0	1511	1500	145
Pinhal Litoral	126	6,6	0,0	1323	1900	140
Oeste	99	5,6	0,0	1165	2200	145
Médio Tejo	168	5,9	0,0	1330	1300	145
Lezíria do Tejo	73	5,2	3,0	1135	2700	145
Grande Lisboa	109	5,3	3,0	1071	1700	150
Península de Setúbal	47	4,7	0,0	1045	1500	145
Alto Alentejo	246	5,3	2,0	1221	1200	145
Alentejo Central	221	5,3	2,0	1150	1100	150
Alentejo Litoral	88	5,3	2,0	1089	1100	150
Baixo Alentejo	178	5,0	0,0	1068	1000	155
Algarve	145	4,8	0,0	987	1800	155
Região Autónoma dos Açores	10	2,9	1,0	604	1500	110
Região Autónoma da Madeira	380	3,2	1,0	618	1500	105

3.1.2. Estação de Arrefecimento.

Qualquer que seja a localização do edifício de habitação em estudo, a duração da estação é sempre de 4 meses, Junho, Julho, Agosto e Setembro. Assim, o valor a considerar é sempre de 2928 horas.

Os valores de referência e declives para ajustes em altitude estão tabelados por NUTS III na Tabela N.º 5.

Tabela 5 - Os valores de referência e declives para ajustes em altitude estão tabelados por NUTS III [01].

NUTS III	Z REF m	Θ _{ext,v}		I sol kWh/m ²								
		REF °C	a °C/km	0	90° N	90° NE	90° E	90° SE	90° S	90° SW	90° W	90° NW
Minho-Lima	268	20,5	-4	785	220	345	475	485	425	485	475	345
Alto Trás-os-Montes	680	21,5	-7	790	220	345	480	485	425	485	480	345
Cávado	171	20,7	-3	795	220	345	485	490	425	490	485	345
Ave	426	20,8	-3	795	220	350	490	490	425	490	490	350
Grande Porto	94	20,9	0	800	220	350	490	490	425	490	490	350
Tâmega	320	21,4	-3	800	220	350	490	490	425	490	490	350
Douro	579	22,7	-6	805	220	350	490	490	420	490	490	350
Entre Douro e Vouga	298	20,6	-3	805	220	350	490	490	425	490	490	350
Baixo Vouga	50	20,6	-2	810	220	355	490	490	420	490	490	355
Baixo Mondego	67	20,9	0	825	225	360	495	495	420	495	495	360
Beira Interior Norte	717	21,7	-5	820	220	355	495	500	425	500	495	355
Beira Interior Sul	328	25,3	-7	830	220	360	500	495	420	495	500	360
Cova da Beira	507	22,5	-6	825	225	360	495	495	425	495	495	360
Serra da Estrela	553	21	-4	820	225	355	495	495	420	495	495	355
Dão - Lafões	497	21,2	-3	815	220	355	495	490	415	490	495	355
Pinhal Interior Norte	361	21,2	-2	825	220	357	500	495	420	495	500	357
Pinhal Interior Sul	361	22,4	-3	830	225	360	500	500	420	500	500	360
Pinhal Litoral	126	20,1	-2	830	225	360	500	495	415	495	500	360
Oeste	99	21	0	830	220	360	500	495	415	495	500	360
Médio Tejo	168	22,1	-7	835	220	360	500	495	415	495	500	360
Lezíria do Tejo	73	23,1	-6	835	225	365	500	495	410	495	500	365
Grande Lisboa	109	21,7	-10	840	225	365	500	495	410	495	500	365
Península de Setúbal	47	22,8	-5	845	225	365	505	495	410	495	505	365
Alto Alentejo	246	24,5	0	845	225	365	505	500	415	500	505	365
Alentejo Central	221	24,3	0	850	225	370	510	500	415	500	510	370
Alentejo Litoral	88	22,2	0	850	225	365	510	495	405	495	510	365
Baixo Alentejo	178	24,7	0	855	225	370	510	495	405	495	510	370
Algarve	145	23,1	0	865	225	375	515	500	405	500	515	375
Região Autónoma dos Açores	10	21,3	-6	640	195	285	375	375	235	375	375	285
Região Autónoma da Madeira	380	20,2	-6	580	195	260	325	320	280	320	325	260

3.2. Qualidade térmica da envolvente

3.2.1. Envolvente opaca em zona corrente

As exigências a aplicar para a envolvente opaca e para as zonas de PTP procuram evitar grandes perdas de energia através da envolvente e simultaneamente diminuir a probabilidade de ocorrer condensação superficial.

$$U \text{ da zona corrente} \leq U \text{ máximo}$$

Tabela 6 - Coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos admissíveis de elementos opacos, $U_{m\acute{a}x}$ [W/(m².°C)] [02].

U max. [W/(m ² .°C)]		Zona Climática		
		I1	I2	I3
Elemento da envolvente em contato com o exterior ou espaços não úteis com $btr > 0.7$	Elementos Verticais	1,75	1,60	1,45
	Elementos Horizontais	1,25	1,00	0,90
Elemento da envolvente em contato com outros edifícios ou espaços não úteis com $btr \leq 0.7$	Elementos Verticais	2,00	2,00	1,90
	Elementos Horizontais	1,65	1,30	1,20

De salientar que os coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos admissíveis são mais exigentes à medida que a zona climática aumenta, e penalizam mais os elementos verticais.

3.2.2. Pontes térmicas planas

Todas as zonas de qualquer elemento opaco que constituem zona de ponte térmica plana (PTP), nomeadamente pilares, vigas, caixas de estore, devem ter um valor do coeficiente de transmissão térmica (U_{PTP}), calculado de forma unidimensional na direção normal à envolvente, não superior ao dobro do dos elementos onde estão inseridos (zona corrente vertical ou horizontal), U corrente, e que respeite sempre os valores máximos indicados no Tabela 6, mediante o cumprimento em simultâneo das seguintes exigências:

$$U_{PTP} \leq 2 \times U \text{ zona corrente e } U_{PTP} \leq U_{m\acute{a}x}. \quad [02].$$

Esta verificação pode ser dispensada nas situações em que se verifique que U_{PTP} é menor ou igual a 0,9 W/(m².°C) [02].

3.2.3. Envidraçados

A imposição dos requisitos mínimos de qualidade para os envidraçados tem como objetivo evitar que as habitações sejam demasiado quentes (sobreaquecimento), na estação de arrefecimento.

Estão isentos desta exigência os envidraçados cujo somatório das áreas dos vãos envidraçados, A_{env} , seja não superior a 5% da área de pavimento do compartimento onde estão localizados, A_{pav} , e os orientados no quadrante Norte. Os envidraçados que não se encontrem nestas situações devem apresentar um fator solar global do vão envidraçado com os dispositivos de proteção 100% ativados (g_T), que obedeça às seguintes condições:

a) Se $A_{env} \leq 15\% \cdot A_{pav} \rightarrow g_T \cdot F_o \cdot F_f \leq g_{Tmax}$ [02].

b) Se $A_{env} > 15\% \cdot A_{pav} \rightarrow g_T \cdot F_o \cdot F_f \leq g_{Tmax} \cdot \frac{0,15}{\left(\frac{A_{env}}{A_{pav}}\right)}$ [02].

Estas expressões dependem da relação entre a A_{env} e a área do compartimento, A_{pav} , penalizando fortemente os envidraçados com maiores áreas.

Os fatores F_o e F_f representam o efeito do sombreamento devido a elementos horizontais e verticais adjacentes ao vão em análise.

No caso de não existir sombreamento, o produto destes dois fatores toma o valor de 0,9, por forma a contabilizar o efeito das ombreiras e padieira.

Os valores dos fatores solares máximos admissíveis estão na Tabela 7 e dependem da zona climática de verão e da classe de inércia térmica da fração.

É de salientar que os valores apresentados são os mesmos para inércia térmica média ou forte, sendo bastante mais exigentes caso a inércia seja fraca.

Tabela 7 - Fatores solares máximos admissíveis de vãos envidraçados, g_{Tmax} [02]

g_{Tmax}	Zona Climática		
	V1	V2	V3
Classe de Inércia			
Fraca	0,15	0,10	0,10
Média	0,56	0,56	0,50
Forte	0,56	0,56	0,50

Para efeito de ganhos térmicos pelos vãos envidraçados, na estação de aquecimento e na estação de arrefecimento, deve-se considerar uma incidência da radiação solar perpendicular à superfície do vão.

O fator solar do vidro aplicado no vão envidraçado, para uma incidência solar normal à superfície, $g_{\perp,VI}$, deve ser fornecido pelo fabricante ou, em alternativa, utilizar os valores da tabela 8 [03].

Tabela 8 - Fatores solares máximos admissíveis de vãos envidraçados, $g_{\perp,VI}$ [03].

Composição do vidro		$g_{\perp,vi}$
Vidro Simples	Incolor 4mm	0,88
	Incolor 5mm	0,87
	Incolor 6mm	0,85
	Incolor 8mm	0,82
	Colorido na massa 4mm	0,70
	Colorido na massa 5mm	0,65
	Colorido na massa 6mm	0,60
	Colorido na massa 8mm	0,50
	Refletante incolor 4 a 8mm	0,60
	Refletante colorido na massa 4 a 5mm	0,50
	Refletante colorido na massa 6 a 8mm	0,45
	Fosco	(1)

Vidro Duplos (ext + int)	Incolor 4 a 8mm + Incolor 4mm	0,78
	Incolor 4 a 8mm + Incolor 5mm	0,75
	Colorido na massa 4mm + Incolor 4 a 8mm	0,60
	Colorido na massa 5mm + Incolor 4 a 8mm	0,55
	Colorido na massa 6mm + Incolor 4 a 8mm	0,50
	Colorido na massa 8mm + Incolor 4 a 8mm	0,45
	Refletante incolor 4 a 8mm + Incolor 4 a 8mm	0,52
	Refletante colorido na massa 4 a 5mm + Incolor 4 a 8mm	0,40
	Refletante colorido na massa 6 a 8mm + Incolor 4 a 8mm	0,35
	Tijolo de vidro	0,57
	Fosco	(1)

(1) Nas situações de vidro fosco, podem ser utilizados valores de fator solar correspondes às soluções de vidro incolor de igual composição.

A avaliação da cor da proteção do envidraçado deve estar de acordo com o definido na Tabela seguinte [03].

Tabela 9 - Coeficiente de absorção da radiação solar, a [03].

Cor	a
Clara (branco, creme, amarelo, laranja, vermelho-claro)	0,4
Média (vermelho-escuro, verde-claro, azul-claro)	0,5
Escura (castanho, verde-escuro, azul-vivo, azul-escuro)	0,8

Na Tabela 10 encontram-se, os valores do fator solar de vãos envidraçados com vidro corrente e dispositivos de proteção solar, permanente, ou móvel totalmente ativado ($g_{T_{vc}}$), para vidros simples ou duplos [03].

Tabela 10 - Valores correntes do fator solar de vãos envidraçados com vidro corrente e dispositivos de proteção solar $g_{T_{vc}}$ [03].

Tipo de Proteção		$g_{T_{vc}}$					
		Vidro Simples			Vidro Duplos		
		Clara	Média	Escura	Clara	Média	Escura
Proteções Exteriores	Portada de Madeira	0,04	0,07	0,09	0,03	0,05	0,06
	Persiana de réguas de madeira	0,04	0,07	0,09	0,03	0,05	0,06
	Persiana de réguas metálicas ou plásticas	0,07	0,10	0,13	0,04	0,07	0,09
	Estore veneziano de lâminas de madeira	-	0,11	-	-	0,08	-
	Estore veneziano de lâminas de metálicas	-	0,14	-	-	0,09	-
	Lona opaca	0,07	0,09	0,12	0,04	0,06	0,08
	Lona pouco transparente	0,14	0,17	0,19	0,10	0,12	0,14
	Lona muito transparente	0,21	0,23	0,25	0,16	0,18	0,20

Proteções Interiores	Estores de lâminas	0,45	0,56	0,65	0,47	0,59	0,69
	Cortinas opacas	0,33	0,44	0,54	0,37	0,46	0,55
	Cortinas ligeiramente transparentes	0,36	0,46	0,56	0,38	0,47	0,56
	Cortinas transparentes	0,38	0,48	0,58	0,39	0,48	0,58
	Cortinas muito transparentes	0,70	-	-	-	0,63	-
	Portadas opacas	0,30	0,40	0,50	0,35	0,46	0,58
	Persianas	0,35	0,45	0,57	0,40	0,55	0,65
	Proteção entre dois vidros: estore venez.	-	-	-	0,28	0,34	0,40

Os valores apresentados na tabela anterior só são válidos para envidraçados com vidro incolor corrente ou com proteção exterior opaca.

Caso sejam aplicados vidros especiais com proteção exterior não opaca ou com proteção interior:

a) Vidro simples:

$$g_T = \frac{g_{\perp,vi} * g_{Tvc}}{0,85} \quad [03].$$

b) Vidro duplo:

$$g_T = \frac{g_{\perp,vi} * g_{Tvc}}{0,75} \quad [03].$$

O sombreamento por elementos horizontais sobrejacentes aos vãos envidraçados ou por elementos verticais, compreendendo palas, varandas e outros elementos de um edifício, depende do ângulo da obstrução, da latitude, da exposição e do clima local, sendo os valores dos fatores de sombreamento de elementos verticais e horizontais, **F_o** e **F_f**, para a estação de arrefecimento, os constantes nas Tabelas 11 e 12 [03].

Tabela 11 - Valores dos fatores de sombreamento de elementos horizontais **F_o** na estação de arrefecimento [03].

Angulo da pala Horizontal	Portugal Continental e Região Autónoma dos Açores Latitude de 39°					Região Autónoma da Madeira Latitude de 33°				
	N	NE NW	E W	SE SW	S	N	NE NW	E W	SE SW	S
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,98	0,86	0,75	0,68	0,55	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

Tabela 12 - Valores dos fatores de sombreamento de elementos verticais **F_f** na estação de arrefecimento [03].

Posição da pala	Ângulo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Pala à Esquerda	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	30°	1,00	1,00	0,96	0,91	0,91	0,96	0,95	0,86
	45°	1,00	1,00	0,96	0,85	0,87	0,95	0,93	0,78
	60°	1,00	1,00	0,95	0,77	0,84	0,93	0,88	0,69
Pala à Direita	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	30°	1,00	0,86	0,95	0,96	0,91	0,91	0,96	1,00
	45°	1,00	0,78	0,93	0,95	0,87	0,85	0,96	1,00
	60°	1,00	0,69	0,88	0,93	0,84	0,77	0,95	1,00

3.3. Valor mínimo de taxa de renovação de ar

Nos edifícios de habitação, o valor de taxa de renovação horária de ar calculado de acordo com as disposições previstas para o efeito em Despacho do Diretor-geral de Energia e Geologia, deve ser igual ou superior a 0,4 renovações por hora [02].

$$Rph \geq 0,4 h^{-1}$$

No caso de a taxa ser inferior ao limite terão que ser alteradas as soluções por forma a garantir uma ventilação que obedeça ao valor regulamentar [02].

O valor da taxa deve ser obtido com a utilização de uma folha de cálculo desenvolvida pelo LNEC e onde devem ser introduzidas as variáveis que condicionam a ação do vento, nomeadamente:

- Localização do edifício: zona A ou B e rugosidade tipo I, II ou III;
- Altura da fração;
- Características da fachada exposta ao vento e proteção da mesma, em função dos obstáculos existentes nas proximidades;
- Permeabilidade ao ar das caixilharias e caixas de estores;
- Existência de dispositivos de admissão de ar na fachada e características das condutas de exaustão.

3.4. Sistemas técnicos

Independentemente do tipo, os sistemas técnicos a instalar devem cumprir os seguintes requisitos e condições:

As instalações de climatização com potência térmica nominal superior a 25 kW devem ser objeto de elaboração de projeto de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC), por projetista reconhecido para o efeito, de acordo com especificações previstas para projeto de execução, conforme disposto no artigo 44º da Portaria n.º 701-H/2008, de 29 de Julho [02].

As redes de transporte e distribuição de fluidos térmicos, incluindo os sistemas de acumulação, em sistemas de climatização e/ou de preparação de AQS, devem cumprir com os requisitos de conceção aplicáveis definidos nas Tabelas 13 a 15 [02].

Tabela 13 - Espessuras mínimas de isolamento de tubagens (mm) [02].

Diâmetro (mm)	Fluido interior quente				Fluido interior frio			
	Temperatura do fluido (°C)				Temperatura do fluido (°C)			
	40 a 65 (1)	66 a 100	101 a 150	151 a 200	-20 a -10	-9,9 a 0	0,1 a 10	> 10
$D \leq 35$	20	20	30	40	40	30	20	20
$35 \leq D \leq 60$	20	30	40	40	50	40	30	20
$60 \leq D \leq 90$	30	30	40	50	50	40	30	30
$90 \leq D \leq 140$	30	40	50	50	60	50	40	30
$D > 3140$	30	40	50	60	60	50	40	30

(1) Para efeitos de isolamento das redes de distribuição de água quente sanitária (redes de sistemas secundários sem recirculação), pode-se considerar um valor não inferior a 10mm.

Tabela 14 - Espessuras mínimas de isolamento para condutas e acessórios [02].

	Condutas e acessórios	
	Ar Frio	Ar quente
Espessura (mm)	20	30

Tabela 15 - Espessuras mínimas de isolamento para condutas e acessórios [02].

	Equipamentos (1) e depósitos de acumulação ou de inércia dos sistemas de climatização e AQS	
	Superfície $\leq 2 \text{ m}^2$	Superfície $> 2 \text{ m}^2$
Espessura (mm)	50	80

(1) Para unidades de tratamento de ar e termo ventiladores com baterias de aquecimento/arrefecimento, a espessura mínima de isolamento deve ser de 50mm, podendo ter espessura mínima de isolamento de 25mm para caudais inferiores a 1500 m³/h se a sua instalação for em espaço interior coberto e não fortemente ventilado.

Os sistemas técnicos para climatização devem dispor de mecanismos de controlo e regulação que garantam, pelo menos, a limitação dos valores máximos e mínimos da temperatura do ar interior, conforme o que for aplicável, em qualquer espaço ou grupo de espaços climatizado [02].

Os sistemas técnicos para climatização com potência térmica nominal igual ou superior a 50kW, devem dispor de mecanismos de controlo e regulação que garantam, pelo menos, as seguintes funções [02]:

- Regulação da potência de aquecimento e de arrefecimento dos equipamentos às necessidades térmicas do edifício ou espaços climatizados.
- Possibilidade de controlo do sistema de climatização por espaço ou grupo de espaços, em período de não ocupação.
- Possibilidade de parametrização de horários de funcionamento.

Os sistemas técnicos devem dispor de marcação CE e estar devidamente caracterizados em termos do seu desempenho energético ou das características técnicas que possam determinar ou afetar esse desempenho, devendo essa caracterização ser evidenciada através de etiqueta energética, sempre que exista um sistema de etiquetagem aplicável que decorra de [02]:

- Diretiva Europeia ou legislação nacional em vigor.
- Reconhecimento formal pelo SCE de sistema estabelecido para esse efeito, mediante Despacho do Diretor-geral de Energia e Geologia.

Para efeito de verificação do disposto na alínea a) e nas situações em que o aquecimento for assegurado por uma caldeira mista, a potência térmica nominal que verifica o limite de sujeição a projeto de AVAC é a consagrada ao aquecimento, a qual poderá ser verificada nas especificações do equipamento ou projeto [02].

Os sistemas de ar condicionado, bombas de calor com ciclo reversível e chillers de arrefecimento, devem obedecer aos requisitos mínimos de eficiência indicados na Tabela 16, em função da sua classificação pela certificação Eurovent [02].

Tabela 16 - Requisitos mínimos de eficiência das unidades de produção térmica [02]

	Classe de eficiência mínima após...	
	entrada em vigor	31 DEZ 2015
Split, multissplit, VRF e compacto	C	B
Unidades do tipo <i>Rooftop</i>		
Chiller de compressão (Bomba calor)		

No caso dos sistemas referidos na alínea anterior que não se enquadrem na respetiva categoria Eurovent, mas cujo desempenho tenha sido avaliado pelo mesmo referencial normativo, aplica-se o requisito equivalente, em termos de EER e COP, que resulta do definido na Tabela 16, tendo por base o menor valor do intervalo previsto na respetiva matriz de classificação indicada nas Tabelas 17 a 20 [02].

Tabela 17 - Classificação do desempenho de unidades split, multissplit, VRF e compactas, com permuta ar – ar [02]

Classe	Unidades com permuta exterior de ar			
	Arrefecimento		Aquecimento	
	Unidades split, multissplit e VRF	Unidades Compactas	Unidades split, multissplit e VRF	Unidades Compactas
A	EER > 3,20	EER > 3,00	COP > 3,60	COP > 3,40
B	3,20 ≥ EER > 3,00	3,00 ≥ EER > 2,80	3,60 ≥ COP > 3,40	3,40 ≥ COP > 3,20
C	3,00 ≥ EER > 2,80	2,80 ≥ EER > 2,60	3,40 ≥ COP > 3,20	3,20 ≥ COP > 3,00
D	2,80 ≥ EER > 2,60	2,60 ≥ EER > 2,40	3,20 ≥ COP > 2,80	3,00 ≥ COP > 2,60
E	2,60 ≥ EER > 2,40	2,40 ≥ EER > 2,20	2,80 ≥ COP > 2,60	2,60 ≥ COP > 2,40
F	2,40 ≥ EER > 2,20	2,20 ≥ EER > 2,00	2,60 ≥ COP > 2,40	2,40 ≥ COP > 2,20
G	EER ≤ 2,20	EER ≤ 2,00	COP ≤ 2,40	COP ≤ 2,20

Tabela 18 - Classificação do desempenho de unidades split, multissplit, VRF e compactas, com permuta ar – água [02]

Classe	Unidades com permuta exterior de ar			
	Arrefecimento		Aquecimento	
	Unidades split, multissplit e VRF	Unidades Compactas	Unidades split, multissplit e VRF	Unidades Compactas
A	EER > 3,60	EER > 4,40	COP > 4,00	COP > 4,70
B	3,60 ≥ EER > 3,30	4,40 ≥ EER > 4,10	4,00 ≥ COP > 3,70	4,70 ≥ COP > 4,40
C	3,30 ≥ EER > 3,10	4,10 ≥ EER > 3,80	3,70 ≥ COP > 3,40	4,40 ≥ COP > 4,10
D	3,10 ≥ EER > 2,80	3,80 ≥ EER > 3,50	3,40 ≥ COP > 3,10	4,10 ≥ COP > 3,80
E	2,80 ≥ EER > 2,50	3,50 ≥ EER > 3,20	3,10 ≥ COP > 2,80	3,80 ≥ COP > 3,50
F	2,50 ≥ EER > 2,20	3,20 ≥ EER > 2,90	2,80 ≥ COP > 2,50	3,50 ≥ COP > 3,20
G	EER ≤ 2,20	EER ≤ 2,90	COP ≤ 2,50	COP ≤ 3,20

Tabela 19 - Classificação do desempenho de unidades do tipo *Rooftop* [02]

Classe	Unidades com permuta exterior a ar		Unidades com permuta exterior a água	
	Arrefecimento	Aquecimento	Arrefecimento	Aquecimento
	A	EER > 3,00	COP > 3,40	EER > 4,40
B	3,00 ≥ EER > 2,80	3,40 ≥ COP > 3,20	4,40 ≥ EER > 4,10	4,70 ≥ COP > 4,40
C	2,80 ≥ EER > 2,60	3,20 ≥ COP > 3,00	4,10 ≥ EER > 3,80	4,40 ≥ COP > 4,10
D	2,60 ≥ EER > 2,40	3,00 ≥ COP > 2,60	3,80 ≥ EER > 3,50	4,10 ≥ COP > 3,80
E	2,40 ≥ EER > 2,20	2,60 ≥ COP > 2,40	3,50 ≥ EER > 3,20	3,80 ≥ COP > 3,50
F	2,20 ≥ EER > 2,00	2,40 ≥ COP > 2,20	3,20 ≥ EER > 2,90	3,50 ≥ COP > 3,20
G	EER ≤ 2,00	COP ≤ 2,20	EER ≤ 2,90	COP ≤ 3,20

Tabela 20 - Classificação do desempenho de unidades do tipo Chiller de compressão [02]

Classe	Unidades com permuta exterior a ar		Unidades com permuta exterior a água	
	Arrefecimento	Aquecimento	Arrefecimento	Aquecimento
	A	EER > 3,10	COP > 3,20	EER > 5,05
B	3,10 ≥ EER > 2,90	3,20 ≥ COP > 3,00	5,05 ≥ EER > 4,65	4,45 ≥ COP > 4,15
C	2,90 ≥ EER > 2,70	3,00 ≥ COP > 2,80	4,65 ≥ EER > 4,25	4,15 ≥ COP > 3,85
D	2,70 ≥ EER > 2,50	2,80 ≥ COP > 2,60	4,25 ≥ EER > 3,85	3,85 ≥ COP > 3,55
E	2,50 ≥ EER > 2,30	2,60 ≥ COP > 2,40	3,85 ≥ EER > 3,45	3,55 ≥ COP > 3,25
F	2,30 ≥ EER > 2,10	2,40 ≥ COP > 2,20	3,45 ≥ EER > 3,05	3,25 ≥ COP > 2,95
G	EER ≤ 2,10	COP ≤ 2,20	EER ≤ 3,05	COP ≤ 2,95

As caldeiras a combustível líquido ou gasoso devem obedecer aos requisitos mínimos de eficiência indicados na Tabela 21, na forma de classe de eficiência, sendo que o seu rendimento, assim como o dos esquentadores a gás, deve ser superior ao disposto na Tabela 22 [02].

Tabela 21 - Requisitos mínimos de eficiência energética de caldeiras [02].

	Classe de eficiência mínima após...	
	entrada em vigor	31 DEZ 2015
Caldeira	B	A

Classe A, caso as temperaturas de funcionamento da instalação não permitam o aproveitamento da energia libertada pela condensação dos gases de combustão.

Tabela 22 - Rendimento nominal de caldeiras e esquentadores [02].

	Classe de eficiência energética	Rendimento nominal (η)
Caldeiras	A++ (1)	$\eta \geq 96\%$
	A+ (2)	$96\% \geq \eta > 92\%$
	A	$92\% \geq \eta > 89\%$
	B	$89\% \geq \eta > \mathbf{86\%}$
	C	$86\% \geq \eta > 83\%$
	D	$83\% \geq \eta > 80\%$
	E	$80\% \geq \eta > 77\%$
	F	$\eta \leq 77\%$
Esquentadores	Potência (kW)	Rendimento
	≤ 10	$\geq 82\%$
	> 10	$\geq 84\%$

- (1) A temperatura de retorno deverá ser inferior a 50°C (caldeiras a gás) ou 45°C (caldeiras a gasóleo).
 (2) A temperatura média da água na caldeira deverá ser inferior a 60°C.

É de referir que as classes C a F correspondem a aparelhos fabricados antes de 1996 e que as caldeiras de potência útil superior a 400 kW deverão evidenciar um rendimento útil superior ou igual ao exigido para aquela potência.

Nas tabelas anteriores, os valores assinalados a bold referem-se ao limite inferior das classes menos eficientes para os equipamentos a instalar nos edifícios.

As bombas de calor para preparação de água quente destinada a climatização e AQS, devem apresentar o certificado “European Quality Label for Heat Pumps”, ou, em alternativa, o seu desempenho ter sido avaliado pelo mesmo referencial normativo, EN 14511, tendo um COP mínimo de 2,3 [02].

As bombas de calor para produção exclusiva de AQS, devem ter um desempenho, determinado de acordo com a EN 16147, caracterizado por um COP mínimo de 2,3 [02].

Os sistemas de preparação de AQS com recursos a termoacumuladores elétricos devem cumprir com o requisito indicado na Tabela 23 ou outro equivalente previsto em diretivas europeias aplicáveis, e a sua eficiência deve ser obtida em função das perdas estáticas do equipamento Q_{pr} , definida segundo a EN 60739 ou outro referencial equivalente publicado em legislação ou normalização europeia, sendo determinada de acordo com a Tabela 23 [02].

Tabela 23 - Valores limite de perdas estáticas em termoacumuladores
 Q_{pr} , [kWh/24h] [02]

Volume V [l]	Dispersão Térmica Q_{pr} [kWh/24h]
$V \leq 200$	$Q_{pr} \leq (21 + 10,33.V^{0,4}).24/1000$
$200 < V \leq 500$	$Q_{pr} \leq (26 + 13,66.V^{0,4}).24/1000$
$500 < V \leq 1000$	$Q_{pr} \leq (31 + 16,66.V^{0,4}).24/1000$
$1000 < V \leq 2000$	$Q_{pr} \leq (38 + 16,66.V^{0,4}).24/1000$

Tabela 24 - Valores de eficiência de termoacumuladores em função de Q_{pr} [02]

Intervalos de Q_{pr} [kWh/24h]	Eficiência
$Q_{pr} < 1,0$	0,97
$1,0 \leq Q_{pr} < 1,5$	0,95
$Q_{pr} \geq 1,5$	0,93

Os ensaios relativos à avaliação de desempenho pelo referencial normativo aplicável, referidos nas alíneas a), b), e) e f) devem ser realizados por entidade acreditada para o efeito e comprovados pelo respetivo relatório de ensaio [02].

3.5. Sistema para aproveitamento de fontes de energia renováveis

Os sistemas de coletores solares térmicos a instalar devem proporcionar uma contribuição de energia renovável igual ou superior à calculada para um sistema idêntico ao previsto ou instalado, baseado em coletores solares padrão com as seguintes características [02]:

- Orientação a Sul e com inclinação de 35°.
- Apresentação dos seguintes parâmetros geométricos, óticos e térmicos:
 - I. Planos com área de abertura de 0,65 m² por ocupante convencional.
 - II. Rendimento ótico de 73%.
 - III. Coeficientes de perdas térmicas $a_1=4,12$ W/(m².K) e $a_2=0,014$ W/(m².K²).
 - IV. Modificador de ângulo para incidência de 50° igual a 0,91.

As caldeiras, recuperadores de calor e salamandras que utilizem biomassa como combustível sólido devem obedecer aos requisitos mínimos de eficiência indicados na Tabela 25, determinada mediante ensaio de acordo com a respetiva referência normativa [02].

Tabela 25 - Eficiência mínima aplicável a caldeiras, recuperadores de calor e salamandras a biomassa [02].

Equipamento		Eficiência	Norma
Caldeira a combustível sólido	Lenha	$\geq 0,75$	EN 12809
	Granulados	$\geq 0,85$	
Recuperadores de calor e salamandras		$\geq 0,75$	EN 13229 EN 13240 EN 14785

As instalações para aproveitamento de energia solar térmica a instalar devem [02]:

- Ser composta por sistemas e/ou coletores certificados de acordo com as Normas EN 12976 ou 12975, respetivamente.
- No caso de instalações com área de captação superior a 20 m², dispor de projeto de execução elaborado de acordo com o especificado na referida Portaria nº 701-H/2008, de 29 de Julho.
- No caso dos sistemas solares dotados de resistência de apoio elétrico dentro do depósito de armazenamento, incluir a instalação de um relógio programável e acessível, para atuação da resistência de forma que, durante o dia, o depósito possa receber energia proveniente do coletor solar.

$A_c \leq 20 \text{ m}^2 \rightarrow$ Sem projeto de execução

$A_c > 20 \text{ m}^2 \rightarrow$ Com projeto de execução

Independentemente do tipo de sistema para aproveitamento de fontes de energia renováveis a instalar, estes devem [02]:

- Respeitar os demais requisitos de projeto e de qualidade dos equipamentos e componentes aplicáveis no âmbito da legislação, regulamentação e normas portuguesas em vigor;
- Ser instalados por instalador devidamente qualificado no âmbito de sistemas de qualificação ou acreditação aplicáveis, sempre que a sua aplicação decorra de:
 - I. Diretiva Europeia ou legislação nacional em vigor.
 - II. Despacho do Diretor-geral de Energia e Geologia.

Registo da instalação e manutenção em base de dados criada e gerida pela entidade gestora do SCE, em condições a definir por Despacho do Diretor-geral de Energia e Geologia [02].

3.6. Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento e verificação regulamentar

As necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento são determinadas de acordo com as disposições da norma europeia EN ISO 13790, considerando cada edifício e/ou fração autónoma do edifício como uma única zona, com as mesmas condições interiores de referência, ou seja uma temperatura interior de conforto de 18°C [04].

O valor das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento do edifício, N_{ic} é calculado pela expressão seguinte:

$$N_{ic} = (Q_{tr,i} + Q_{ve,i} - Q_{gu,i})/A_p \quad [\text{kWh/m}^2.\text{ano}] \quad [04]$$

Esta expressão não é mais do que um balanço energético, efetuado ao longo de toda a estação, e onde são contabilizadas as perdas por transmissão e ventilação e os ganhos que efetivamente a fração conseguirá utilizar de uma forma útil.

3.6.1. Transferência de calor por transmissão através da envolvente.

Ao longo da estação de aquecimento e devido à diferença de temperatura entre o interior, 18°C, e o exterior do edifício, a transferência de calor por transmissão global, que ocorre através da envolvente, traduz-se em perdas de calor calculadas de acordo com a seguinte expressão [04]:

$$Q_{tr,i} = 0.024 * GD * H_{tr,i} \quad [\text{kWh}] \quad [04]$$

O coeficiente global de transferência de calor por transmissão a influência da troca de calor através dos elementos da envolvente exterior, para espaços não úteis, para edifícios adjacentes e em contato com o solo.

Estes elementos construtivos compreendem: as paredes, os envidraçados, as coberturas, os pavimentos, as portas opacas e as pontes térmicas planas.

$$H_{tr,i} = H_{ext} + H_{enu} + H_{adj} + H_{ecs} \quad [\text{W}^\circ\text{C}] \quad [03]$$

O coeficiente de transferência de calor por transmissão através da envolvente exterior calcula-se de acordo com a seguinte expressão [03]:

$$H_{ext} = \sum_i (U_i * A_i) + \sum_j (\Psi_j * B_j) \quad [\text{W}^\circ\text{C}] \quad [03]$$

O valor do coeficiente de transmissão térmica linear pode ser determinado por uma das seguintes formas [03]:

- De acordo com as normas europeias em vigor, nomeadamente a Norma EN ISO 10211.
- Com recurso a catálogos de pontes térmicas para várias geometrias e soluções construtivas típicas, desde que o cálculo tenha sido efetuado de acordo com a Norma Europeia EN ISO 14683 com recurso à metodologia definida na EN ISO 10211.
- Com recurso aos valores indicados na Tabela 26.

Tabela 26 - Valores por defeito para os coeficientes de transmissão térmica lineares Ψ [W/(m.°C)] [03]

Tipos de Ligação		Sistema de isolamento das paredes		
		Isolamento Interior	Isolamento Exterior	Isolamento repartido ou na caixa-de-ar de parede dupla
Fachada de pavimentos térreos		0,80	0,70	0,80
Fachada com pavimento sobre o exterior ou local não aquecido	Isolamento sob o pavimento	0,75	0,55	0,75
	Isolamento sobre o pavimento	0,10	0,50	0,35
Fachada com pavimento de nível intermédio (1)		0,60	0,15 (2)	0,50 (3)
Fachada com varanda (1)		0,60	0,60	0,55
Fachada com cobertura	Isolamento sob a laje de cobertura	0,10 (4)	0,70	0,60
	Isolamento sobre a laje de cobertura	1,0	0,80	1,00
Duas paredes verticais em angulo saliente		0,10	0,40	0,50
	Isolamento térmico da parede em contato com a caixilharia	0,10	0,10	0,10
	Isolamento térmico da parede não contacta com a caixilharia	0,25	0,25	0,25
Zona da caixa de estores		0,30	0,30	0,30

(1) Os valores apresentados dizem respeito a metade da perda originada na ligação.

(2) (3) (4) Majorar quando existe um teto falso em: (2) 25%; (3) 50%; (4) 70%.

Não se contabilizam pontes térmicas lineares em situações de paredes de compartimentação que intersectam paredes, coberturas e pavimentos em contato com o exterior ou com espaços não úteis e em paredes interiores para espaços não úteis, desde que $btr \leq 0,7$, ou para edifícios adjacentes.

O cálculo das perdas de calor por transmissão por elementos da envolvente interior ou para edifícios adjacentes é afetado do coeficiente de redução de perdas btr , que traduz uma redução da transmissão de calor [03].

$$Henu; adj = btr * [\sum_i(U_i * A_i) + \sum_j(\Psi_j * B_j)] \quad [W/°C] \quad [03]$$

Na impossibilidade de conhecer com precisão o valor da temperatura do local não útil, dependente do uso concreto e real de cada espaço, admite-se

que para alguns tipos de espaços não úteis o **btr** pode tomar os valores indicados na Tabela 27, em função da razão A_i / A_u , do volume do espaço não útil, V_{enu} , e da sua ventilação [03].

Tabela 27 - Coeficiente de redução de perdas de espaços uteis, **btr** [03].

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

Para espaços fortemente ventilados **btr**, deverá tomar o valor de 1,0, e nos edifícios adjacentes o valor de **btr** é 0,6.

Para os efeitos do número anterior, A_i é o somatório das áreas dos elementos que separam o espaço interior útil do espaço não útil, A_u é o somatório das áreas dos elementos que separam o espaço não útil do ambiente [03].

Em zonas graníticas (distritos de Braga, Vila Real, Porto, Guarda, Viseu e Castelo Branco) deve proceder-se à construção de um vazio sanitário com vista à redução dos níveis de concentração de Radão [03].

Nos elementos em contato com o solo, o fluxo de calor deixa de ser perpendicular ao elemento construtivo e a transferência de calor poderá ser estimada de acordo com a expressão seguinte:

$$Hecs = \sum_i (U_{bfi} * A_i) + \sum_j (Z_j * P_j * U_{bwj}) \quad [W/^\circ C] \quad [03]$$

O valor do coeficiente de transmissão térmica de pavimentos em contato com o terreno U_{bf} , ($W/m^2 \cdot ^\circ C$), determina-se com base nas Tabelas 28 a 31, em função dos seguintes elementos [03]:

- Dimensão característica do pavimento B' .
- Resistência térmica de todas as camadas do pavimento R_f , com exclusão de resistências térmicas superficiais.
- Largura ou profundidade do isolamento D , respetivamente, no caso do isolamento perimetral horizontal ou vertical.

A dimensão característica do pavimento calcula-se com base na seguinte expressão [03]:

$$B' = \frac{A_p}{0,5 * P} \quad [m] \quad [03]$$

Tabela 28 - Coeficiente de transmissão térmica de pavimentos em contato com o terreno com isolamento contínuo ou sem isolamento térmico U_{bf} [W/m².°C] [03].

	$z \leq 0,5$ m				$1,0$ m < $z \leq 2,0$ m				
	R_f [(m ² * °C)/W]				R_f [(m ² * °C)/W]				
	0,5	1,0	2,0	$\geq 3,0$	0,5	1,0	2,0	$\geq 3,0$	
3	0,65	0,57	0,32	0,24	0,57	0,44	0,30	0,23	
4	0,57	0,52	0,30	0,23	0,52	0,41	0,28	0,22	
6	0,47	0,43	0,27	0,21	0,43	0,35	0,25	0,20	
10	0,35	0,32	0,22	0,18	0,32	0,28	0,21	0,17	
15	0,27	0,25	0,18	0,15	0,25	0,22	0,18	0,15	
≥ 20	0,22	0,21	0,16	0,13	0,21	0,18	0,15	0,13	
	$1,0$ m < $z \leq 2,0$ m				$2,0$ m < $z \leq 3,0$ m				
	R_f [(m ² * °C)/W]				R_f [(m ² * °C)/W]				
	0,5	1,0	2,0	$\geq 3,0$	0,5	1,0	2,0	$\geq 3,0$	
3	0,51	0,41	0,29	0,22	0,45	0,37	0,27	0,21	
4	0,47	0,37	0,27	0,21	0,42	0,34	0,25	0,20	
6	0,40	0,33	0,24	0,19	0,36	0,30	0,23	0,18	
10	0,30	0,26	0,20	0,17	0,28	0,24	0,19	0,16	
15	0,24	0,21	0,17	0,14	0,22	0,20	0,16	0,14	
≥ 20	0,20	0,18	0,15	0,13	0,19	0,17	0,14	0,12	
	$z < 3,0$ m								
	R_f [(m ² * °C)/W]								
	0,5	1,0	2,0	$\geq 3,0$					
3	0,39	0,32	0,24	0,20					
4	0,36	0,30	0,23	0,19					
6	0,31	0,27	0,21	0,17					
10	0,25	0,22	0,18	0,15					
15	0,20	0,18	0,15	0,13					
≥ 20	0,17	0,16	0,13	0,12					

Para pavimentos com $z \leq 0,5$ m e resistência térmica inferior a $0,5$ m².°C/W, o valor do seu coeficiente de transmissão térmica corresponde a $1,15 \times U$ ($R_f = 0,5$) [(W)/(m².°C)].
 Para pavimentos com $z > 0,5$ m e resistência térmica inferior a $0,5$ m².°C/W, o valor do seu coeficiente de transmissão térmica corresponde a $1,10 \times U$ ($R_f = 0,5$) [(W)/(m².°C)].

Tabela 29 - Coeficiente de transmissão térmica de pavimentos em contato com o terreno com isolamento térmico perimetral horizontal U_{bf} [W/m².°C] [03]

	$D = 0,5$ m					$D = 1,0$ m				
	R_f [(m ² * °C)/W]					R_f [(m ² * °C)/W]				
	0,0	0,5	1,0	2,0	$\geq 3,0$	0,0	0,5	1,0	2,0	$\geq 3,0$
3	0,86	0,60	0,46	0,29	0,21	0,79	0,57	0,44	0,29	0,22
4	0,74	0,54	0,42	0,29	0,21	0,69	0,52	0,41	0,28	0,21
6	0,59	0,45	0,36	0,26	0,20	0,55	0,43	0,36	0,26	0,20
10	0,42	0,34	0,28	0,22	0,18	0,40	0,33	0,28	0,22	0,18
15	0,32	0,26	0,23	0,18	0,15	0,30	0,25	0,22	0,18	0,15
20	0,26	0,21	0,19	0,15	0,13	0,24	0,21	0,19	0,15	0,13
	$D = 1,5$ m									
	R_f [(m ² * °C)/W]									
	0,0	0,5	1,0	2,0	$\geq 3,0$					
3	0,75	0,55	0,42	0,28	0,20					
4	0,66	0,50	0,40	0,28	0,20					
6	0,53	0,42	0,35	0,26	0,20					
10	0,38	0,32	0,27	0,21	0,18					
15	0,29	0,25	0,22	0,18	0,15					
20	0,24	0,21	0,18	0,15	0,13					

Para efeito de aplicação da presente tabela, considera-se como espessura mínima de isolamento o valor de 30mm.

Tabela 30 - Coeficiente de transmissão térmica de pavimentos em contato com o terreno com isolamento térmico perimetral vertical U_{bf} [W/m².°C] [03]

	D = 0,5 m					D = 1,0 m				
	R_f [(m ² * °C)/W]					R_f [(m ² * °C)/W]				
	0,0	0,5	1,0	2,0	≥3,0	0,0	0,5	1,0	2,0	≥3,0
3	0,79	0,57	0,44	0,29	0,22	0,72	0,53	0,41	0,27	0,20
4	0,69	0,52	0,41	0,28	0,21	0,63	0,49	0,39	0,27	0,20
6	0,55	0,43	0,36	0,26	0,20	0,51	0,41	0,34	0,25	0,20
10	0,40	0,33	0,28	0,22	0,18	0,38	0,31	0,27	0,21	0,17
15	0,30	0,25	0,22	0,18	0,15	0,29	0,25	0,22	0,18	0,15
20	0,24	0,21	0,19	0,15	0,13	0,23	0,20	0,18	0,15	0,13
	D = 1,5 m									
	R_f [(m ² * °C)/W]									
	0,0	0,5	1,0	2,0	≥3,0					
3	0,68	0,50	0,39	0,26	0,20					
4	0,60	0,47	0,38	0,26	0,20					
6	0,49	0,40	0,33	0,25	0,19					
10	0,36	0,31	0,27	0,21	0,17					
15	0,28	0,24	0,21	0,17	0,15					
20	0,23	0,20	0,18	0,15	0,13					

Para efeito de aplicação da presente tabela, considera-se como espessura mínima de isolamento o valor de 30mm.

O valor do coeficiente de transmissão térmica de paredes em contato com o solo U_{bw} , determina-se conforme a Tabela 31, em função da resistência térmica da parede sem resistências térmicas superficiais, R_w , e da profundidade média enterrada da parede em contato com o solo Z [03].

Tabela 31 - Coeficiente de transmissão térmica de paredes em contato com o terreno U_{bw} [W/m².°C] [03]

Z [m]	R_w [(m ² * °C)/W]						
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	≥3,0	
0	5,62	1,43	0,82	0,57	0,44	0,30	
0,5	2,77	1,10	0,70	0,51	0,40	0,28	
1,0	1,97	0,91	0,61	0,46	0,36	0,26	
2,0	1,32	0,70	0,50	0,38	0,31	0,23	
4,0	0,84	0,50	0,38	0,30	0,25	0,19	
≥6,0	0,64	0,39	0,31	0,25	0,21	0,17	

3.6.2. Perdas de calor por renovação do ar

As perdas de calor por ventilação correspondentes à renovação do ar interior durante a estação de aquecimento são calculadas de acordo com a equação [03]:

$$Q_{ve,i} = 0,024 * GD * H_{ve,i} \quad [\text{kWh}] \quad [03]$$

Onde

$$Hve, i = 0,34 * Rph, i * Ap * Pd \quad [W/^{\circ}C] \quad [03]$$

No caso de a ventilação ser assegurada por meios providos de dispositivos de recuperação de calor do ar extraído, a energia necessária relativa às perdas que ocorrem por ventilação é dada pela seguinte expressão [03]:

$$Qve, i = 0.024 * GD * bve, i * 0.34 * Rph, i * Ap * Pd \quad [kWh] \quad [03]$$

$$bve, i = 1 - \eta_{RC} * \frac{V_{ins}}{Rph, i * Ap * Pd} \quad [03]$$

Para determinar o valor de Rph deve-se considerar o seguinte:

- Edifícios com ventilação natural de acordo com a NP 1037-1
 - Rph é o valor do projeto de ventilação.
- Edifícios com ventilação mecânica de acordo com a NP 1037-2
 - Rph é o valor do projeto de ventilação.
- Outros casos
 - Rph é determinado de acordo com a EN 15242, considerando a permeabilidade ao ar da envolvente, a existência, ou não, de dispositivos de admissão de ar na fachada, das condutas de ventilação, dos Sistemas mecânicos ou híbridos, do efeito de chaminé, e do efeito da ação do vento – folha de cálculo do LNEC.

Os parâmetros α e zu determinam-se de acordo com a Tabela 32, em função da rugosidade do terreno onde se encontra o edifício, conforme as seguintes definições [03]:

- Rugosidade I - Edifícios situados no interior de uma zona urbana.
- Rugosidade II - Edifícios situados na periferia de uma zona urbana ou numa zona rural.
- Rugosidade III - Edifícios situados em zonas muito expostas, mediante a inexistência de obstáculos que atenuem o vento.

Na ausência de obstáculos ou informação relativa a algumas das distâncias, a classe de proteção deve ser considerada como desprotegida [03].

Os valores de **Hedif**, **HFA** e **Hobs**, em metros, podem ser determinados simplificadaamente por $3 \times n^{\circ}$ de pisos [03].

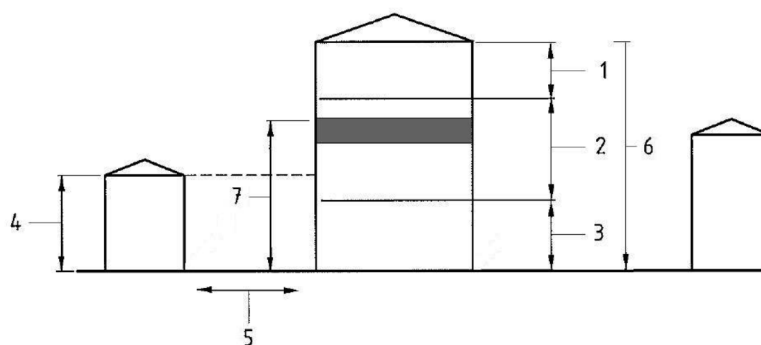


Figura 4 - Indicação das dimensões relevantes para avaliar a proteção ao vento da fração

Legenda:

- 1 – Zona Superior (mais de 50m).
- 2 – Zona Média (15 a 50m).
- 3 – Zona Inferior (menos de 15m).
- 4 – Altura do obstáculo (*Hobs*).
- 5 – Distância ao obstáculo (*Dobs*).
- 6 – Altura do edifício (*Hedif*).
- 7 – Altura da fração (*HFA*).

A classe de proteção do edifício é determinada com base na distância aos obstáculos vizinhos e de acordo com a Tabela 33, sempre que se verifique, pelo menos, uma das seguintes condições [03]:

- Caso a fração se encontre na zona inferior do edifício e se verifique que:

$$Hobs \geq 0,5 * \min \{Hedif; 15\} \quad [03]$$

- Caso a fração se encontre na zona média do edifício e se verifique que:

$$Hobs \geq 15 + 0.5 * \min \{Hedif - 15; 35\} \quad [03]$$

Tabela 32 - Classe de proteção ao vento da fração [03]

Classe de Proteção	Desprotegido	Normal	Protegido
<i>Dobs / Hobs</i>	> 4,0	1,5 a 4,0	< 1,5

O edifício é considerado desprotegido, se [03]:

- Os edifícios situados em frente da fachada possuam uma largura $\geq \frac{1}{2}$ da largura da FA.
- Na ausência de obstáculos relativamente a uma das fachadas.
- Na ausência de obstáculos ou informações relativa a algumas das distâncias numa das fachadas.
- Se a *HFA* \geq 50m.

O coeficiente de pressão C_p é determinado em função da altura da fração e do efeito de proteção provocado pelas construções vizinhas, referenciadas ao eixo da fachada da fração em estudo e conforme Tabela 33 [03].

Tabela 33 - Valores do coeficiente de pressão, C_p [03]

	Proteção Edifício	Fachada		Inclinação da cobertura		
		Barlavento	Sotavento	< 10°	10° a 30°	≥ 30°
Inferior $HFA \leq 15m$	Desprotegido	-0,50	-0,70	-0,70	-0,60	-0,20
	Normal	-0,25	-0,50	-0,60	-0,50	-0,20
	Protegido	-0,05	-0,30	-0,50	-0,40	-0,20
Média $15 < HFA \leq 50m$	Desprotegido	-0,65	-0,70	-0,70	-0,60	-0,20
	Normal	-0,45	-0,50	-0,60	-0,50	-0,20
	Protegido	-0,25	-0,30	-0,50	-0,40	-0,20
Superior $HFA \geq 50m$	Desprotegido	-0,80	-0,70	-0,70	-0,60	-0,20

Permeabilidade ao ar da envolvente

- Caso seja realizado um ensaio de pressurização de acordo com a norma EN 13829, para caracterizar a permeabilidade ao ar da envolvente, pode ser considerado o valor n_{50} desse ensaio para estimar o caudal de infiltrações de ar através da seguinte expressão [03]:

$$q_v = n_{50} * A_p * P_d * \left(\frac{\Delta p}{50}\right)^{0,67} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad [03]$$

- Nos restantes casos, considera-se que as principais frinchas na envolvente exterior correspondem à caixilharia (permeabilidade ao ar das portas e janelas) e às eventuais caixas de estore (como permeabilidade ao ar das caixas de estore) que podem ser caracterizadas de acordo com os princípios referidos nos números seguintes [03].
- A classe de permeabilidade ao ar das portas e janelas é determinada com os métodos normalizados de ensaios previstos na EN 1026, e os métodos de classificação de resultados previstos na EN 12207 e na EN 14351-1+A1 [03].
- Na ausência de classes determinadas de acordo com os princípios mencionados no número anterior, considera-se a caixilharia sem classe de permeabilidade ao ar [03].
- Em função da classificação das portas e janelas considera-se a relação dada pela expressão seguinte entre a diferença de pressão na envolvente, em Pa, e o caudal de infiltrações pelas janelas e portas, q_v :

$$q_v = W * \left(\frac{\Delta p}{100}\right)^{0,67} * A_{v\tilde{a}os} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad [03]$$

- A permeabilidade ao ar das caixas de estore é classificada como baixa ou elevada, de acordo com os seguintes princípios [03]:
 - Caso a caixa de estore seja exterior e não comunique com o interior, para efeitos de estimativa das infiltrações de ar esta não será considerada [03].
 - A classe de permeabilidade ao ar da caixa de estore será baixa se, após a realização de ensaio da sua permeabilidade ao ar, com inclusão das juntas ao caixilho de acordo com a norma EN 1026 e à diferença de pressão de 100 Pa, o caudal de infiltração de ar a dividir pela unidade de comprimento for inferior a 1 m³/(h.m) [03].
 - A classe de permeabilidade ao ar da caixa de estore será de igual modo baixa se esta for exterior e comunicar com o interior apenas na zona de passagem da fita, bem como nas situações em que apresenta um vedante sob compressão adequada em toda a periferia das suas juntas, sem o caudal de infiltrações de ar estimado de acordo com a seguinte expressão [03]:

$$q_v = 1 * \left(\frac{\Delta p}{100} \right)^{0,67} * 0,7 * A_{v\tilde{a}os} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad [03]$$

- Nos casos não previstos nas alíneas anteriores, considera-se que a permeabilidade ao ar da caixa de estore é elevada, sendo o caudal de infiltrações de ar obtido de acordo com a seguinte expressão:

$$q_v = 10 * \left(\frac{\Delta p}{100} \right)^{0,67} * 0,7 * A_{v\tilde{a}os} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad [03]$$

Aberturas de admissão de ar na envolvente exterior

- Os tipos de aberturas de admissão de ar na envolvente, são classificados como de aberturas fixas ou reguláveis manualmente ou aberturas autorreguláveis [03].
- A relação entre a pressão e o caudal de ar escoado através de aberturas fixas ou reguláveis manualmente é obtida de acordo com a seguinte expressão [03]:

$$q_v = 0,281 * \Delta P^{0,5} * A \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad [03]$$

- No caso particular de instalações sanitárias sem condutas de evacuação e com janelas exteriores, o efeito da abertura destas janelas na ventilação será estimado com base na aplicação da expressão anterior para uma abertura fixa com área livre até 250 cm² por janela [03].

Condutas de admissão e de evacuação natural do ar

- No cálculo da taxa de renovação horária **Rph** deve ser considerado o impacto das condutas de admissão ou de exaustão de ar, denominadas chaminés, considerando-se, para efeitos do cálculo do escoamento natural do ar através dessas condutas, as perdas de carga na chaminé e

o efeito da localização da sua saída na cobertura, relacionadas pela seguinte expressão [03]:

$$q_v = C * \Delta P^{0,5} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad [03]$$

- A constante **C** determina-se com base em ensaios e cálculos das perdas de carga existentes nas condutas, podendo para efeito de determinação de **Rph**, ser adotadas as expressões constantes da Tabela 35, em função do diâmetro das condutas e das obstruções nas aberturas mediante a relação entre a área livre da secção de abertura e área da secção da conduta [03]:

Tabela 34 - Parâmetros para cálculo da velocidade média do vento [03]

Perda de Carga	Conduta	Constante C
Baixa	$D \geq 200 \text{ mm e } \left(\frac{A_{\text{livre}}}{A_{\text{conduta}}} \right) \geq 70\%$	$\frac{113}{\sqrt{2,03 + 0,14 L}}$
Média	$125 \text{ mm} \leq D < 200 \text{ mm e } \left(\frac{A_{\text{livre}}}{A_{\text{conduta}}} \right) \geq 70\%$	$\frac{44,2}{\sqrt{1,93 + 0,14 L}}$
Alta	$D < 125 \text{ mm e } \left(\frac{A_{\text{livre}}}{A_{\text{conduta}}} \right) < 70\%$	$\frac{113}{\sqrt{3,46 + 0,14 L}}$
-	$\left(\frac{A_{\text{livre}}}{A_{\text{conduta}}} \right) < 10\%$	0

Condutas de insuflação ou de evacuação mecânica do ar

- Nas frações dotadas de sistemas mecânicos ou híbridos que assegurem a insuflação ou extração de um caudal de ar contínuo, para efeitos de avaliação do desempenho considerasse que se encontra assegurado esse valor do caudal de ar, não sendo necessário definir as respetivas condutas [03].
- Nos sistemas de caudal de ar variável, para efeitos de cálculo é considerado o caudal de ar médio diário [03].
- Na ausência de projeto podem ser considerados os caudais de ar definidos no despacho que procede à publicação das regras de simplificação a utilizar nos edifícios sujeitos a grandes intervenções, bem como existentes, com um valor mínimo de $0,4 \text{ h}^{-1}$ [03].

3.6.3. Ganhos térmicos úteis

Os ganhos de calor que contribuem efetivamente para o conforto da fração, ao longo da estação de aquecimento, são designados por ganhos úteis e são uma percentagem, η_i , dos ganhos brutos, tal como descrito na expressão seguinte [04]:

$$Q_{gu,i} = \eta_i * Q_{g,i} \quad [\text{kWh}] \quad [04]$$

Os ganhos térmicos brutos a considerar no cálculo das necessidades nominais de aquecimento do edifício resultam dos ganhos internos e dos ganhos solares pelos envidraçados, conforme equação seguinte [04]:

$$Q_{g,i} = Q_{int,i} + Q_{sol,i} \quad [\text{kWh}] \quad [04]$$

Com exclusão do sistema de aquecimento, os ganhos térmicos internos incluem qualquer fonte de calor situada no espaço a aquecer, nomeadamente: os ganhos de calor associados ao metabolismo dos ocupantes e o calor dissipado nos equipamentos e dispositivos de iluminação [04].

$$Q_{int,i} = 0,72 * 4 * M * A_p \quad [\text{kWh}] \quad [04]$$

Para efeitos regulamentares, o cálculo dos ganhos solares brutos através dos vãos envidraçados na estação de aquecimento deve ser efetuado de acordo com a metodologia abaixo indicada e na qual os ganhos solares são calculados de acordo com a seguinte equação [04]:

$$Q_{sol,i} = G_{sul} * \sum_j [X_j * \sum_n F_{s,i nj} * A_{s,i nj}] * M \quad [\text{kWh}] \quad [04]$$

Tabela 35 - Fator de orientação para as diferentes exposições X_j [04]

ORIENTAÇÃO DO VÃO [j]	N	NE/NW	S	SE/SW	E/W	H
X_j	0,27	0,33	1,00	0,84	0,56	0,89

Para o cálculo da área efetiva coletora das superfícies verticais e para cada uma das orientações, efetua-se o somatório das áreas coletoras situadas nesse octante [04].

$$A_{s,i nj} = A_w * F_g * g_i \quad [\text{m}^2] \quad [04]$$

Nas situações em que não existam quaisquer dispositivos de sombreamento, o fator solar de inverno será igual ao fator solar do vidro para uma incidência solar normal, afetado do fator de seletividade angular, 0,9, mediante a expressão $g_i = F_{w,i} * g_{vi}$, ou seja $g_i = 0,9 * g_{vi}$ [04].

A fração envidraçada de diferentes tipos de caixilharia resulta do fato da radiação solar incidente no vão ser refletida quase na totalidade quando incide na respetiva caixilharia. Assim, este fator traduz a relação entre a área de vidro e a área do envidraçado. Os valores estão representados na Tabela 36 [03].

Tabela 36 - Fração envidraçada [03]

Caixilharia	F g	
	Sem quadrícula	Com quadrícula
Alumínio ou aço	0,70	0,60
Madeira ou PVC	0,65	0,57
Fachada-cortina de aço ou alumínio	0,90	-----

Fg pode ser determinado considerando a área de vidro / área total do vão.

Nas situações de vão envidraçados interiores, ou seja, vãos incluídos na envolvente interior (int), adjacente a um espaço não útil (enu) que possua vãos envidraçados, designadamente marquises, estufas, átrios, ou similares, e em alternativa ao indicado na alínea c), a área efetiva coletora deve ser determinada de acordo com a seguinte expressão [04]:

$$A_{s,i nj} = (A_w)_{int} * (F_g)_{int} * (F_g)_{enu} * (g_i)_{int} * (g_i)_{enu} \quad [m^2] \quad [04]$$

No fator solar de ambos os vãos envidraçados, interior e do espaço não útil, não deverão ser considerados os dispositivos de proteção solar móveis, devendo para este efeito considerar-se apenas dispositivos de proteção solar quando os mesmos forem permanentes, $g_i = gTp$ e obtidos de acordo com o despacho que procede à publicação dos parâmetros térmicos [04].

A determinação do fator de obstrução da superfície **F_{s,i nj}**, para um vão envidraçado interior, é realizada admitindo que os elementos opacos do espaço não útil causam sombreamento no vão envidraçado interior [04].

F_{s,i} - representa a redução na radiação solar que incide no vão envidraçado devido ao sombreamento permanente causado por obstáculos, tais como [03]:

- Obstruções exteriores ao edifício: outros edifícios, orografia, vegetação, etc.; (apenas as existentes no momento de licenciamento e as que estão previstas nos planos de pormenor).
- Obstruções criadas por elementos do próprio edifício: outros corpos do edifício, palas, varandas, elementos de enquadramento do vão externos à caixilharia, **F_o** e **F_f**.

$$F_S = F_h * F_o * F_f \quad [03]$$

Para se contabilizar o efeito de sombreamento do contorno do vão o produto de **F_o** por **F_f** terá que ser não superior a 0,9 e terá sempre que se obedecer à seguinte condição:

$$X_j * F_h * F_o * F_f \geq 0,27 \quad [04]$$

O fator de sombreamento do horizonte, Fh , traduz o efeito do sombreamento provocado por obstruções longínquas exteriores ao edifício ou edifícios vizinhos dependendo do ângulo do horizonte, latitude, orientação, clima local e da duração da estação de aquecimento [03].

O ângulo do horizonte, α , é definido como o ângulo entre o plano horizontal e a reta que passa pelo centro do envidraçado e pelo ponto mais alto da maior obstrução existente entre dois planos verticais que fazem 60° para cada um dos lados da normal ao envidraçado.

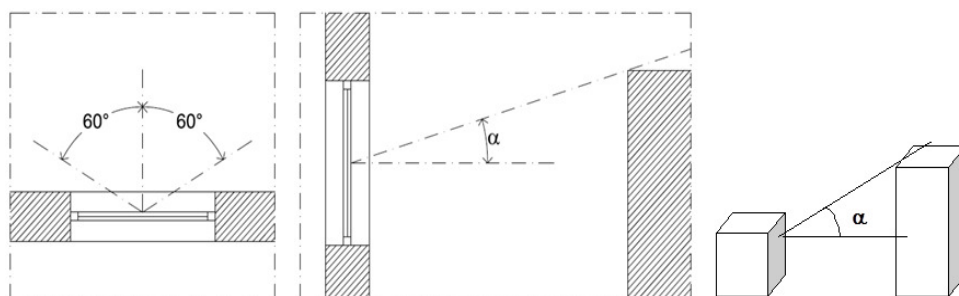


Figura 5 - Ângulo de horizonte, α [03]

O ângulo do horizonte deve ser calculado individualmente para cada vão, sendo que caso não exista informação disponível para o efeito, o fator de sombreamento do horizonte Fh deve ser determinado mediante a adoção de um ângulo de horizonte por defeito de 45° em ambiente urbano, ou de 20° no caso de edifícios isolados localizados fora das zonas urbanas.

Tabela 37 - Valores do fator de sombreamento do horizonte Fh na estação de aquecimento [03].

Portugal Continental e R. A. Açores Latitude de 39°						
	H	N	NE NW	E W	SE SW	S
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,99	1,00	0,96	0,94	0,96	0,97
20°	0,95	1,00	0,96	0,84	0,88	0,90
30°	0,82	1,00	0,85	0,71	0,68	0,67
40°	0,67	1,00	0,81	0,61	0,52	0,50
45°	0,62	1,00	0,80	0,58	0,48	0,45
Região Autónoma Madeira Latitude de 33°						
	H	N	NE NW	E W	SE SW	S
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	1,00	1,00	0,96	0,96	0,97	0,98
20°	0,96	1,00	0,91	0,87	0,90	0,93
30°	0,88	1,00	0,85	0,75	0,77	0,80
40°	0,71	1,00	0,81	0,64	0,59	0,58
45°	0,64	1,00	0,80	0,60	0,53	0,51

O sombreamento por elementos horizontais e verticais por elementos adjacentes aos vãos envidraçados depende do ângulo da obstrução, da latitude, da exposição e do clima local, sendo os valores dos fatores de sombreamento de elementos verticais e horizontais, F_f e F_o respetivamente, para a estação de aquecimento, os constantes nas Tabelas 39 e 40 [03].

Tabela 38 - Valores do fator de sombreamento de elementos horizontais F_o na estação de aquecimento [03].

	Portugal Continental e R. A. A Latitude de 39°				
	N	NE NW	E W	SE SW	S
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	1,00	0,94	0,84	0,76	0,73
45°	1,00	0,90	0,74	0,63	0,59
60°	1,00	0,85	0,64	0,49	0,44
	Região Autónoma Madeira Latitude de 33°				
	N	NE NW	E W	SE SW	S
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	1,00	0,92	0,82	0,68	0,45
45°	1,00	0,88	0,72	0,60	0,56
60°	1,00	0,83	0,62	0,48	0,43

Tabela 39 - Valores dos fatores de sombreamento de elementos verticais F_f na estação de aquecimento [03].

	Ângulo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Pala à Esquerda	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	30°	1,00	1,00	1,00	0,97	0,93	0,91	0,87	0,89
	45°	1,00	1,00	1,00	0,95	0,88	0,86	0,80	0,84
	60°	1,00	1,00	1,00	0,91	0,83	0,79	0,72	0,80
Pala à Direita	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	30°	1,00	0,89	0,87	0,91	0,93	0,97	1,00	1,00
	45°	1,00	0,84	0,80	0,86	0,88	0,95	1,00	1,00
	60°	1,00	0,80	0,72	0,79	0,83	0,91	1,00	1,00

Na estação de aquecimento e na estação de arrefecimento, os respetivos fatores de utilização dos ganhos térmicos (η_i) e (η_v) calculam-se de acordo com as seguintes equações [03]:

$$\eta = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}}, \text{ se } \gamma \neq 1 \text{ e } \gamma > 0 \quad [03]$$

$$\eta = \frac{a}{a+1}, \text{ se } \gamma = 1 \quad [03]$$

$$\eta = \frac{1}{\gamma}, \text{ se } \gamma < 0 \quad [03]$$

Em que:

$$\gamma = \frac{Qg}{Q_{tr}+Q_{ve}} \quad [03]$$

O parâmetro a é função da classe de inércia térmica do edifício, sendo igual a um dos seguintes valores [03]:

1,8 - Correspondente a edifícios com inércia térmica fraca [W/°C].

2,6 - Correspondente a edifícios com inércia térmica média [W/°C].

4,2 - Correspondente a edifícios com inércia térmica forte [W/°C].

3.6.4. Inércia térmica

A inércia térmica de uma fração autónoma é função da sua capacidade de armazenamento (e restituição) de calor e depende da massa superficial útil de cada um dos elementos de construção.

A massa superficial útil, M_{si} , de cada elemento de construção depende [03]:

- Da localização do elemento no edifício.
- Da constituição do elemento construtivo.
- Da posição do isolamento térmico;
- Do revestimento superficial interior.

A classe de inércia térmica do edifício ou fração determina-se conforme a Tabela 41, de acordo com o valor da massa superficial útil por superfície de área de pavimento [03].

A massa superficial útil por metro quadrado de área de pavimento, I_t , calcula-se através da seguinte expressão [03]:

$$I_t = \frac{\sum M_{si} * S_i * r_i}{A_p} \quad [\text{kg/m}^2] \quad [03]$$

Tabela 40 - Classes de inércia térmica interior, I_t [03]

Classe de Inércia Térmica	I_t [kg/m²]
Fraca	$I_t < 150$
Média	$150 \leq I_t \leq 400$
Forte	$I_t > 400$

A Massa superficial útil de cada um dos elementos de construção presentes na fração deve ser calculada em função da sua localização, nomeadamente

se é um elemento do tipo EL1, EL2 ou EL3, sendo que estas designações estão definidas da seguinte forma:

EL1 - Elementos da envolvente exterior ou da envolvente interior, ou elementos de construção em contato com outra fração autónoma ou com edifício adjacente.

EL2 - Elementos em contato com o solo.

EL3 - Elementos de compartimentação interior da fração autónoma (parede ou pavimento).

Tabela 41 - Massa superficial útil, M_{si} – Elementos EL1 [03]

Constituição do elemento Construtivo		M_{si} [kg/m ²]	Observações
Sem isolamento térmico	Sem caixa de ar	mt/2	Msi ≤ 150 kg/m ²
	Com caixa de ar	mpi	
Com isolamento térmico		mi	
	Com caixa de ar entre o Isolante e a face interior	mpi	

Tabela 42 - Massa superficial útil, M_{si} – Elementos EL2 [03]

Constituição do elemento construtivo	M_{si} [kg/m ²]	Observações
Sem isolamento térmico	150 kg/m ²	Msi ≤ 150 kg/m ²
Com isolamento térmico	mi	

Tabela 43 - Massa superficial útil, M_{si} – Elementos EL3 [03]

Constituição do elemento construtivo	M_{si} [kg/m ²]	Observações
Sem isolamento térmico	mt	Msi ≤ 150 kg/m ²
Com isolamento térmico	$\sum mi$ *	

mi * - nestes casos, o valor de M_{si} tem de ser avaliado por elemento de cada lado do isolante térmico, sendo mi a massa do elemento desde o isolante até à face em análise; o valor de mi de cada elemento 150kg/m²

O fator de redução da massa superficial, r , depende da resistência térmica do revestimento superficial interior, com inclusão da resistência térmica de uma eventual caixa-de-ar associada, R , considerando-se a aplicação as disposições da tabela 44 [03].

Tabela 44 - Fatores de redução para Elementos EL1 e EL2 [03]

Elementos EL1 e EL2	
Resistência térmica do revestimento superficial interior * R [m ² .°C / W]	Fator de redução r
R > 0,3	0
0,14 < R ≤ 0,30	0,5
R < 0,14	1,0

*- Inclui a resistência térmica de eventual

Na tabela 45 são apresentados os valores da resistência térmica de alguns tipos de revestimentos superficiais correntemente utilizados em edifícios de habitação.

Tabela 45 - Revestimento [03]

Revestimento	Rt [m ² .°C / W]
Parquet de madeira	Rt ≤ 0,14
Revestimento cerâmico	Rt ≤ 0,14
Alcatifa espessa com base borracha	0,14 < Rt ≤ 0,30

3.6.5. Verificação regulamentar

O valor das necessidades nominais anuais de energia útil para a estação de aquecimento representa a quantidade de energia necessária para manter 1m² da fração permanentemente a 18°C, durante toda a estação.

Para que a fração esteja regulamentar, esse valor não poderá exceder o máximo previsto na legislação, *Ni*.

Habitação Real



Nic

≤

Habitação Referência



Ni

$$N_{ic} = \frac{(Q_{tr,i} + Q_{ve,i} - Q_{gu,i})}{A_p} [02] \leq N_i = \frac{(Q_{tr,i,ref} + Q_{ve,i,ref} - Q_{gu,i,ref})}{A_p} [02]$$

O valor de *Ni* deve ser obtido também através de um balanço energético, mas agora obtido em condições de referência.

O valor de referência da transferência de calor por transmissão através da envolvente, *Qtr,i,ref*, deve ser determinado considerando [02]:

- Coeficientes de transmissão térmica linear (*ψref*) indicados na Tabela 46, em função do tipo de ligação entre elementos da envolvente do edifício.

- Coeficiente de transmissão térmica superficial de referência (U_{ref}) para elementos opacos e envidraçados previstos na Tabela 47, em função do tipo de elemento da envolvente e da zona climática.
- Área de vãos até 20% da área interior útil de pavimento do edifício, devendo a eventual área excedente ser somada à área de envolvente opaca exterior, sendo que para ambos os tipos de elementos deve ser usado os respetivos U_{ref} .

Tabela 46 - Coeficientes de transmissão térmica lineares de referência, Ψ_{ref} [02]

Tipo de Ligação	Ψ_{ref} [W/m.°C]
Fachada com pavimentos térreos Fachada com pavimento sobre o exterior ou local não aquecido Fachada com cobertura Fachada com pavimento de nível intermédio (1) Fachada com varanda (1)	0,50
Duas paredes verticais em ângulo saliente	0,40
Fachada com caixilharia Zona da caixa de estore	0,20

(1) Os valores apresentados dizem respeito a metade da perda originada na ligação.

Tabela 47 - Coeficientes de transmissão térmica superficiais de referência de elementos opacos e de vãos envidraçados, U_{ref} [02]

U_{ref} [W/ m ² .°C]		Zona Climática					
		Portugal Continental					
Zona corrente da envolvente		Com entrada do presente regulamento			31 de Dezembro de 2015		
		I1	I2	I3	I1	I2	I3
em contato com o exterior ou com espaços não uteis com coeficiente de redução de perdas $b_{tr} > 0,7$	Elementos opacos verticais	0,50	0,40	0,35	0,40	0,35	0,30
	Elementos opacos horizontais	0,40	0,35	0,30	0,35	0,30	0,25
em contato com outros edifícios ou espaços não uteis	Elementos opacos verticais	1,00	0,80	0,70	0,80	0,70	0,60
Com coeficiente de redução de perdas $b_{tr} \leq 0,7$	Elementos opacos horizontais	0,80	0,70	0,60	0,70	0,60	0,50
Vãos envidraçados (Portas e Janelas) (U_w)		2,90	2,60	2,40	2,80	2,40	2,20
Elementos em contato com o solo		0,50			0,50		

Regiões Autónomas							
Zona corrente da envolvente		Com entrada do presente regulamento			31 de Dezembro de 2015		
		I1	I2	I3	I1	I2	I3
em contato com o exterior ou com espaços não uteis com coeficiente de redução de perdas $btr > 0,7$	Elementos opacos verticais	0,80	0,65	0,50	0,80	0,60	0,45
	Elementos opacos horizontais	0,55	0,50	0,45	0,45	0,40	0,35
em contato com outros edifícios ou espaços não uteis	Elementos opacos verticais	1,60	1,50	1,40	1,50	1,40	1,30
Com coeficiente de redução de perdas $btr \leq 0,7$	Elementos opacos horizontais	1,00	0,90	0,80	0,85	0,75	0,65
Vãos envidraçados (Portas e Janelas) (Uw)		2,90	2,60	2,40	2,80	2,40	2,20
Elementos em contato com o solo		0,50			0,50		

O valor de referência da transferência de calor por ventilação através da envolvente, $Q_{ve,i ref}$, deve ser determinado considerando uma taxa de renovação de ar de referência (Rph_{ref}) igual à taxa de renovação para o edifício em estudo, até um máximo de 0,6 renovações por hora [02].

$$Rph_{ref} = Rph \quad e \quad Rph_{ref} \leq 0,6 h^{-1} \quad [02]$$

O cálculo dos ganhos de calor úteis $Q_{gu,i ref}$, deve ser determinado considerando [02]:

- Ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar ($Q_{sol,i} = G_{sul} \times 0,182 \times 0,20 Ap$) e internos.
- Fator de utilização dos ganhos térmicos na estação de aquecimento de referência unitário $\eta_{i ref} = 0,60$).

3.7. Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento e verificação regulamentar

As necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento são determinadas, para efeitos do presente despacho, de acordo com as disposições da norma europeia EN ISO 13790, considerando: método sazonal de cálculo de necessidades de arrefecimento de edifícios e as adaptações permitidas pela referida norma; cada edifício e/ou fração autónoma do edifício como uma única zona, com as mesmas condições interiores de referência; a ocorrência dos fenómenos envolvidos em regime permanente, integrados ao longo da estação de arrefecimento [04].

O valor das necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento do edifício, N_{vc} , será calculado de acordo com a seguinte expressão [04]:

$$Nvc = (1 - nv) Q_{g,v} / Ap \quad [\text{kWh/m}^2.\text{ano}] \quad [04]$$

A metodologia de cálculo do fator de utilização de ganhos térmicos deve aplicada de acordo com o definido no despacho que procede à publicação dos parâmetros térmicos, em função da transferência ao longo da estação de arrefecimento que ocorre por transmissão $Q_{tr,v}$ e devido à renovação do ar $Q_{ve,v}$, bem como dos ganhos térmicos na estação de arrefecimento $Q_{g,v}$, que se encontram definidos nos números seguintes [04].

3.7.1. Transferência de calor por transmissão

A transferência de calor por transmissão que ocorre através da envolvente calcula-se de acordo com a seguinte expressão [04]:

$$Q_{tr,v} = H_{tr,v} * (25 - \theta_{v,ext}) * 2,928 \quad [\text{kWh}] \quad [04]$$

O coeficiente global de transferência de calor por transmissão resulta da soma de apenas três parcelas, não sendo consideradas as trocas de calor estabelecidas pelos elementos em contato com os edifícios adjacentes [03]:

$$H_{tr,v} = H_{ext} + H_{enu} + H_{ecs} \quad [\text{W/}^\circ\text{C}] \quad [03]$$

3.7.2. Transferência de calor por renovação do ar

A transferência de calor correspondente à renovação de ar interior durante a estação de arrefecimento, $Q_{ve,v}$ é calculada de acordo com a equação:

$$Q_{ve,v} = H_{ve,v} * (25 - \theta_{v,ext}) * 2,928 \quad [\text{kWh}] \quad [03]$$

Onde

$$H_{ve,v} = 0,34 * R_{ph,v} * Ap * Pd \quad [\text{W/}^\circ\text{C}] \quad [04]$$

O valor da taxa de renovação de ar é obtido, como já explicado anteriormente, com a utilização da folha de cálculo desenvolvida pelo LNEC e, nesta estação, o valor mínimo a considerar é $0,6\text{h}^{-1}$.

No caso de a ventilação ser assegurada por meios providos de dispositivos de recuperação de calor do ar extraído, deve existir um bypass ao mesmo, sendo que, caso tal não suceda, a transferência de calor por renovação de ar será calculada de acordo com a seguinte expressão [04]:

$$Q_{ve,v} = 0,024 * GD * b_{ve,i} * 0,34 * R_{ph,i} * Ap * Pd \quad [\text{kWh}] \quad [04]$$

em que $b_{ve,v}$ é o fator de correção da temperatura tendo em conta o sistema de recuperação de calor, que se calcula de acordo com a seguinte expressão [04]:

$$b_{ve,v} = 1 - \eta_{RC} * \frac{V_{ins}}{R_{ph,v} * Ap * Pd} \quad [04]$$

3.7.3. Ganhos térmicos

Os ganhos térmicos brutos são obtidos pela soma de duas parcelas, conforme a seguinte equação [04]:

$$Q_{g,v} = Q_{int,v} + Q_{sol,v} \quad [\text{kWh}] \quad [04]$$

Os ganhos térmicos internos devidos aos ocupantes, aos equipamentos e aos dispositivos de iluminação durante toda a estação de arrefecimento calculam-se de acordo com a seguinte expressão [04]:

$$Q_{int,v} = 4 * A_p * 2,928 \quad [\text{kWh}] \quad [04]$$

Os ganhos solares na estação de arrefecimento resultantes da radiação solar incidente na envolvente opaca e envidraçada calculam-se de acordo com a seguinte equação, sendo que a determinação do fator de obstrução de superfícies opacas é opcional devendo, quando considerada, seguir uma abordagem comum à dos vãos envidraçados [04]:

$$Q_{sol,v} = \sum_j [I_{sol,j} * \sum_n F_{s,v,nj} * A_{s,v,nj}] \quad [\text{kWh}] \quad [04]$$

A área efetiva coletora de radiação solar de cada vão envidraçado n com orientação j , deve ser calculada através da seguinte expressão, aplicável a espaços úteis e não úteis [04]:

$$A_{s,v,nj} = A_w * F_g * g_v \quad [\text{m}^2] \quad [04]$$

Para efeito de cálculo das necessidades de arrefecimento considera-se que, de forma a minimizar a incidência de radiação solar, os dispositivos de proteção solar móveis encontram-se ativos um fração do tempo que depende do octante no qual o vão está orientado [03].

$$g_v = F_{m,v} * g_t + (1 - F_{m,v}) * g_{Tp} \quad [03]$$

Na ausência de dispositivos de proteção solar fixos [03]:

$$g_{Tp} = F_{w,v} * g_{\perp,vi} \quad [03]$$

A fração de tempo em que os dispositivos móveis se encontram totalmente ativados na estação de arrefecimento, $F_{m,v}$, em função da orientação do vão é obtida conforme a Tabela 49, considerando-se que, caso não existam dispositivos de proteção solar móveis, $F_{m,v}$ corresponde a 0 [03].

Tabela 48 - Fração de tempo em que os dispositivos móveis se encontram ativados [03]

Orientação do vão	N	NE/NW	S	SE/SW	E/W	H
$F_{m,v}$	0	0,40	0,60	0,70	0,60	0,90

Tabela 49 - Fração de tempo em que os dispositivos móveis se encontram ativados, $F_{w,v}$.

Orientação do vão	$F_{w,v}$				
	N	NE/NW	S	SE/SW	E/W
Vidro Plano Simples	0,85	0,90	0,80	0,90	0,90
Vidro Plano Duplo	0,80	0,85	0,75	0,85	0,85

Para envidraçados horizontais $F_{w,v} = 0,9$

Nas situações de vãos envidraçados interiores, ou seja, vãos incluídos na envolvente interior (int), adjacente a um espaço não útil (enu) que possua vãos envidraçados, designadamente marquises, estufas, átrios, ou similares, e em alternativa ao indicado na alínea a), a área efetiva coletora deve ser determinada de acordo com a seguinte expressão [04]:

$$A_{s,v \ n j} = (A_w)_{int} * (F_g)_{int} * (g_v)_{int} * (g_v)_{enu} \quad [m^2] \quad [04]$$

A determinação do fator de obstrução da superfície $F_{s,v \ n j}$ para um vão envidraçado interior, é realizada admitindo sempre que os elementos opacos do espaço não útil não causam sombreamento no vão envidraçado interior (como se não existisse espaço não útil), pelo que, na ausência de outros sombreamentos, este parâmetro é igual a 1 [04].

No caso do fator solar do vão envidraçado do espaço não útil, dispor de dispositivos de proteção solar permanentes, este toma o valor de g_{Tp} e pode ser determinado de acordo com o disposto no despacho que procede à publicação dos parâmetros térmicos, sendo que nos restantes casos é igual a 1 [04].

A área efetiva coletora de radiação solar de um elemento n da envolvente opaca exterior, com orientação j é calculada através da seguinte expressão, aplicável a espaços úteis e não úteis [04]:

$$A_{s,v \ n j} = \alpha * U * A_{OP} * R_{SE} \quad [m^2] \quad [04]$$

No caso de sistemas ventilados em paredes e para além do coeficiente de absorção, deve ser tido em conta o fator que exprime o efeito da emissividade das faces interiores do revestimento e do grau de ventilação da caixa-de-ar, com base na Tabela 51.

Tabela 50 - Razão entre o valor do coeficiente de absorção a considerar no cálculo dos ganhos de calor através de uma fachada ventilada e o valor do coeficiente de absorção do parâmetro exterior da fachada

Fachada ventilada	a
Face interior do revestimento exterior de baixa emissividade e/ou caixa-de-ar fortemente ventilada	0,10
Outros Casos	0,55

No caso de coberturas em desvão e para além do coeficiente de absorção indicado anteriormente, deve ser tido em conta o fator que exprime o efeito da emissividade da face interior desta e do grau de ventilação do desvão, com base na Tabela 51.

Tabela 51 - Razão entre o valor do coeficiente de absorção a considerar no cálculo dos ganhos de calor através de uma cobertura em desvão e o valor do coeficiente de absorção da cobertura exterior

Desvão	Emissividade	Fator
Fortemente ventilado	Normal	0,80
	Baixa	0,70
Fracamente ventilado	Normal	1,00
	Baixa	0,90
Não ventilado	Normal	1,00
	Baixa	1,00

Para os efeitos do anteriormente descrito, considera-se:

- Espaços de ar fortemente ventilados, as situações onde o quociente entre a área total de orifícios de ventilação, em milímetros quadrados, e a área de parede ou cobertura, em metros, seja superior a 1500 mm²/m².
- Espaços de ar fracamente ventilados, as situações onde o quociente entre a área total de orifícios de ventilação, em milímetros quadrados, e a área de parede ou cobertura, em metros, seja superior a 500 mm²/m² e igual ou inferior a 1500 mm²/m².
- Baixa emissividade qualquer superfície com uma emissividade igual ou inferior a 0,2.

Emissividade é a propriedade do material, representada pela letra ϵ e diz respeito a capacidade de emissão de energia por radiação da sua superfície.

É a razão entre a energia irradiada por um determinado material e a energia irradiada por um corpo negro ($\epsilon=1$). Qualquer objeto que não seja um verdadeiro corpo negro tem emissividade menor que 1 e superior a zero.

Tabela 52 - Valores de emissividade para os materiais mais habituais

Material	ϵ
Aço Inoxidável	0,14
Alumínio	0,60
Latão	0,60
Argamassa	0,75
Concreto	0,97
Couro	0,75
Esmalte	0,85
Ferro	0,56
Aço	0,56
Ouro	0,68
Papel	0,70
Platina	0,05
Prata	0,03
Tecido	0,96
Tijolo	0,68
Vidro	0,92
Tinta	0,94
Porcelana	0,92
Betão	0,54

A determinação do fator de obstrução da superfície $F_{s,v} \eta_j$, para um vão envidraçado interior, é realizada admitindo que os elementos opacos do espaço não útil causam sombreamento no vão envidraçado interior.

$F_{s,v}$ - representa a redução na radiação solar que incide no vão envidraçado devido ao sombreamento permanente causado por obstáculos, tais como:

$$F_S = F_h * F_o * F_f = 1 * F_o * F_f$$

Para se contabilizar o efeito de sombreamento do contorno do vão, e tal como acontece na estação de aquecimento, o produtos dos dois fatores, F_o e F_f , não poderá ser superior a 0,9.

Para os Envidraçados interiores:

- $F_{s,v}$ – admite-se que os elementos opacos do ENU não causam sombreamento no vão envidraçado interior (como se não existisse ENU), pelo que, na ausência de outros sombreamentos, este parâmetro é 1.

Para a Envolvente opaca exterior:

- $F_{s,v}$ – a determinação deste parâmetro é opcional.

$$Nvc = \frac{(1 - \eta_v) * Q_{g,v}}{Ap}$$

Tanto na estação de aquecimento como na estação de arrefecimento, os respetivos fatores de utilização dos ganhos térmicos (η_v)

3.7.4. Verificação regulamentar

O valor das necessidades nominais anuais de energia útil para a estação de arrefecimento representa a quantidade de energia necessária para manter 1m^2 da fração permanentemente a 25°C , durante toda a estação. Para que a fração esteja regulamentar, esse valor não poderá exceder o máximo previsto na legislação, N_v .

Habitação Real



N_{vc}

$$N_{vc} = \frac{(1 - \eta_v) * Q_{g,v}}{A_p}$$

Habitação Referência



N_v

$$N_v = \frac{(1 - \eta_{v\text{ref}}) * Q_{g,v\text{ref}}}{A_p}$$

\leq

\leq

O fator de utilização de ganhos de referência na estação de arrefecimento é dado por uma das seguintes equações:

$$\eta_{v\text{ref}} = 0,52 + 0,22 * \ln(\Delta\theta) , \text{ se } \Delta\theta > 1 \text{ e } \Delta\theta = 25 - \theta_{ext,v}$$

$$\eta_{v\text{ref}} = 0,45 , \text{ se } 0 < \Delta\theta \leq 1 \text{ e } \Delta\theta = 25 - \theta_{ext,v}$$

$$\eta_{v\text{ref}} = 0,30 , \text{ se } \Delta\theta \leq 1 \text{ e } \Delta\theta = 25 - \theta_{ext,v}$$

Os ganhos térmicos de referência na estação de arrefecimento, são dados pela expressão seguinte, tendo em conta os parâmetros de referência abaixo indicados:

$$\frac{Q_{g,v\text{ref}}}{A_p} = [4 * 2,928 + g_{v\text{ref}} * \left(\frac{A_w}{A_p} \right)_{\text{ref}} * I_{sol\text{ref}}] \text{ [kWh/ m}^2\text{]}$$

Nesta expressão os ganhos internos são os mesmos dos utilizados para o cálculo de N_{ic} e os ganhos solares consideram como A_{env} o valor de 20% da A_p e para a radiação solar o valor tabelado para poente.

3.8. Energia útil para preparação de AQS.

A energia útil necessária para a preparação de AQS durante um ano será calculada de acordo com a seguinte expressão:

$$Q_a = \frac{(M_{AQS} * 4187 * 35 * 365)}{3600000} \text{ [kWh/ano]}$$

Nos edifícios de habitação, o consumo médio diário de referência será calculado de acordo com a seguinte expressão:

$$M_{AQS} = 40 * n * f_{eh} \quad [\text{litros}]$$

Tabela 53 - N.º convencional de ocupantes

	T0	Tn
N.º Ocupantes	2	N + 1

Tabela 54 - Valor de *f_{eh}*

	<i>f_{eh}</i>
Chuveiros com rótulo A ou superior	0,90
Restantes casos	1,00

3.8.1. Contribuição dos sistemas solares para AQS (Eren)

A energia produzida pelo sistema solar térmico, deve ser determinada com recurso à versão em vigor do programa SOLTERM do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG) ou outra ferramenta que utilize metodologia de cálculo equivalente que permita, quando aplicável, quantificar essa energia para diversos usos, devidamente validada por entidade competente designada para o efeito pelo ministério responsável pela área da energia.

Sistemas solares térmicos para AQS obrigatórios deverão ter uma exposição solar adequada e:

- Energia fornecida \geq energia obtida com coletores padrão e 1colector padrão / habitante convencional.
- Área de coletores pode ser reduzida até 50% da cobertura com exposição solar adequada;
- Se também se destinar à climatização deve ser prioritária a preparação das AQS.

Em alternativa podem ser considerados outros sistemas de energias renováveis desde que assegurem, numa base anual, a obtenção de energia equivalente ao sistema solar térmico.

Entende-se por exposição solar adequada a existência de cobertura em terraço ou inclinada com água cuja normal esteja orientada numa gama de azimutes de 90° entre sudeste e sudoeste, que não sejam sombreadas por obstáculos significativos no período que vai desde 2 horas depois do nascer do sol até 2 horas antes do ocaso.

3.8.2. Requisitos de eficiência dos sistemas solares para AQS

Os sistemas de coletores solares térmicos a instalar devem proporcionar uma contribuição de energia renovável igual ou superior à calculada para um sistema idêntico ao previsto ou instalado, baseado em coletores solares padrão com as seguintes características:

- Orientação a Sul e com inclinação de 35°.
- Apresentação dos seguintes parâmetros geométricos, óticos e térmicos:
 - Planos com área de abertura de 0,65 m² por ocupante convencional;
 - Rendimento ótico de 73%.
 - Coeficientes de perdas térmicas a₁=4,12 W/(m²*K) e a₂=0,014 W/(m²*K²).
 - Modificador de ângulo para incidência de 50° igual a 0,91.

A contribuição dos sistemas solares só pode ser considerada, se:

- Os sistemas ou equipamentos forem certificados de acordo com as normas e a legislação em vigor (marca CERTIF – www.certif.pt ou SOLAR KEYMARK – www.estif.org/solarkeymark).
- Forem instalados por instaladores acreditados pela DGGE.
- Registo de instalação e manutenção em base de dados da ADENE.

Todas as informações estão disponíveis em www.aguaquentesolar.com

A contribuição destes sistemas deve ser calculada utilizando o programa SOLTERM do INETI.

É obrigatória a instalação de coletores solares térmicos e não basta a pré-instalação das infraestruturas.

3.9. Necessidades nominais de energia primária e Verificação Regulamentar

As necessidades nominais de energia primária de uma habitação resultam das necessidades nominais específicas de energia primária para: aquecimento (*N_{ic}*), arrefecimento (*N_{vc}*), produção de AQS (*Q_a/A_p*) e ventilação mecânica (*W_{vm}/A_p*), deduzidas das contribuições de fontes de energia renovável (*E_{ren,p}/A_p*) e de acordo com a seguinte expressão:

$$\begin{aligned}
 N_{tc} = & \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{i,j} * N_{i,c}}{n_k} \right) * F_{pu,j} + \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{v,j} * \delta * N_{v,c}}{n_k} \right) * F_{pu,j} \\
 & + \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{a,k} * \frac{Q_a}{A_p}}{n_k} \right) * F_{pu,j} + \sum_j \frac{W_{vm,j}}{A_p} * F_{pu,j} \\
 & - \sum_p \frac{E_{ren,p}}{A_p} * F_{pu,p} \quad \left[\frac{\text{kWh}_{ep}}{\text{m}^2 * \text{ano}} \right]
 \end{aligned}$$

Na aplicação das expressões de cálculo referidas no número anterior devem ser observadas as regras e orientações metodológicas descritas nas seguintes secções e as apresentadas abaixo:

- a) O somatório das parcelas das necessidades de energia útil para cada um dos diferentes usos tem de ser igual a 1.
- b) O somatório da energia produzida a partir de fontes de origem renovável, destinada a suprir diferentes usos, deverá ser menor ou igual à energia consumida para esse tipo de uso.

Para aplicar a expressão que permite a obtenção das necessidades de energia primária, deve-se ter em consideração os seguintes aspetos:

- A eficiência nominal de conversão em energia útil do sistema deve corresponder ao valor da eficiência nominal do equipamento de produção especificado na fase de projeto, ou eventualmente instalado após a fase de construção, incluindo os edifícios existentes;
 - No caso de sistemas que não se encontrem especificados em projeto ou instalados, devem ser consideradas as soluções por defeito aplicáveis e indicadas na Portaria n.º 349-B/2013, de 29 de Novembro;
 - Nos casos de dois ou mais dos principais compartimentos serem servidos por diferentes sistemas de climatização considera-se a eficiência do equipamento de produção de cada sistema afeto na proporção da área interior útil do compartimento que este serve.
 - Na ausência de especificação ou de evidência de isolamento aplicado na tubagem de distribuição do sistema de AQS que assegure garantir uma resistência térmica de, pelo menos 0,25 m².°C/W, a eficiência de conversão em energia útil do equipamento de preparação de AQS deve ser multiplicada por 0,9.
 - Para outros sistemas de preparação de AQS não convencionais a instalar em novos edifícios, nomeadamente sistemas centralizados comuns a várias frações autónomas de um mesmo edifício e recurso a redes urbanas de aquecimento, a eficiência deve ser calculada e demonstrada caso a caso pelo projetista.
 - Quando o edifício dispuser de sistemas mecânicos de ventilação com funcionamento contínuo (podem ter caudal constante ou variável) deve ser estimado o consumo de energia elétrica de funcionamento dos ventiladores (W_{vm}), pela expressão:

$$W_{vm} = 0,3 * V_f * \frac{H_f}{1000} \quad \left[\frac{\text{kWh}}{\text{ano}} \right]$$

E nos sistemas híbridos de baixa pressão (inferior a 20 Pa) pode ser determinado pela expressão:

$$W_{vm} = 0,03 * V_f * \frac{H_f}{1000} \quad \left[\frac{\text{kWh}}{\text{ano}} \right]$$

Em que V_f representa o caudal médio diário escoado através do ventilador e o H_f o número de horas de funcionamento dos ventiladores, durante um ano.

No caso de um ventilador comum a várias frações autónomas, a energia total correspondente ao seu funcionamento deve ser dividida entre cada uma dessas frações autónomas, numa base diretamente proporcional aos caudais V_f correspondentes a cada uma delas.

Estão excluídos do cálculo de W_{vm} os exaustores mecânicos de funcionamento pontual, designadamente o exaustor de cozinha ou o exaustor das instalações sanitárias.

3.9.1. Verificação regulamentar, N_t .

O valor máximo para as necessidades nominais anuais de energia primária (N_t) corresponde ao valor das referidas necessidades, admitindo a inexistência de consumos de energia associados à ventilação mecânica e de sistemas de aproveitamento de energias renováveis, considerando de igual modo os valores e condições de referência indicados na Tabela 55 para os principais parâmetros, em substituição das soluções previstas ou instaladas no edifício e calculando de acordo com a seguinte expressão:

$$N_t = \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{i,k} * N_i}{n_{ref,k}} \right) * F_{pu,j} + \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{v,k} * N_v}{n_{ref,k}} \right) * F_{pu,j} + \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{\alpha,k} * \frac{Q_a}{A_p}}{n_{ref,k}} \right) * F_{pu,j} \quad \left[\frac{\text{kWh}_{ep}}{\text{m}^2 * \text{ano}} \right]$$

O termo da expressão do número anterior referente à preparação de AQS será calculado com base nos valores previstos para o consumo médio diário de referência, e com o rendimento dos diferentes tipos de sistemas técnicos utilizados para o efeito, conforme disposto na Tabela 55.

Para os efeitos do número anterior, o fator de eficiência hídrica (f_{eh}) é igual a 1,0.

Tabela 55 - Soluções de referência de sistemas a considerar na determinação do N_t

Tipos de sistema	Soluções de referência
Sistemas para aquecimento ambiente	- Um valor de eficiência igual a 1, no caso de o edifício prever ou dispor de “outros sistemas” com recurso a eletricidade, bem como nas situações em que os sistemas não se encontrem especificados em projeto ou instalados (sistemas por defeito)
Sistemas para arrefecimento ambiente	- Um sistema de ar condicionado do tipo split ou multisplit, com permuta ar - ar e com um valor de eficiência igual ao limite inferior, logo menos eficiente, da classe aplicável indicada na Tabela 16 e no caso de “outros sistemas” que não se enquadrem na situação anterior, bem como nas situações em que os sistemas não se encontrem especificados em projeto ou instalados (sistemas por defeito)
Preparação de AQS	- O valor de eficiência da (s) unidade (s) de produção como igual ao limite inferior, logo menos eficiente, da classe indicada na Tabela 22 referente a caldeiras, no caso de o edifício prever ou dispor de sistema (s) que recorram a equipamentos de queima de combustível, bem como nas situações em que os sistemas não se encontrem especificados em projeto ou instalados (sistemas por defeito) e o edifício disponha de rede de abastecimento de combustível gasoso. - Um valor de eficiência igual a 0,95, no caso de o edifício prever ou dispor de outros sistemas com recurso a eletricidade, bem como nas situações em que os sistemas não se encontrem especificados em projeto ou instalados (sistemas por defeito) e o edifício não disponha de rede de abastecimento de combustível gasoso.

3.10. Determinação da classe energética

Nos edifícios de habitação, a classe energética é determinada através do rácio de classe energética (R_{Nt}):

$$R_{Nt} = \frac{N_{tc}}{N_t}$$

A escala de classificação energética dos edifícios ou frações autónomas de edifícios referidos no ponto anterior é composta por 8 classes, correspondendo a cada classe um intervalo de valores de R_{Nt} , de acordo com o apresentado na Tabela 56, arredondados a duas casas decimais.

Tabela 56 - Intervalos de valor de R_{Nt} para a determinação da classe energética em pré certificados e certificados SCE de modelo tipo Habitação

CLASSE ENERGÉTICA	VALOR DE R_{Nt}
A +	$R_{Nt} \leq 0,25$
A	$0,26 \leq R_{Nt} \leq 0,50$
B	$0,51 \leq R_{Nt} \leq 0,75$
B -	$0,76 \leq R_{Nt} \leq 1,00$
C	$1,01 \leq R_{Nt} \leq 1,50$
D	$1,51 \leq R_{Nt} \leq 2,00$
E	$2,01 \leq R_{Nt} \leq 2,50$
F	$R_{Nt} \geq 2,51$

4. Equipamentos

Qualquer equipamento que utilizamos no nosso dia-a-dia converte a energia que recebe de várias outras fontes noutras formas de energia. Contudo, nem toda a energia transferida é utilizada na realização da tarefa para a qual foi concebida, sendo que grande parte dessa energia se perde quando não utilizamos os equipamentos mais adequados.

Segundo estudos da DECO, os equipamentos de frio são os responsáveis pela maior fatia do consumo numa casa, cerca de 32%, seguidos dos de aquecimento e os de iluminação.

Estes consumos energéticos têm um custo elevado, tanto do ponto de vista económico como ambiental. Assim, os esforços para a redução de emissões passam pela diminuição do consumo de energia e pela sua utilização de uma forma mais eficiente, sem renunciar aos níveis de conforto a que estamos habituados. O uso racional da energia significa obter um determinado bem ou serviço consumindo com a menor quantidade de energia possível e, consequentemente, reduzindo ao máximo os custos energéticos.

Estes esforços estão materializados através de uma etiqueta de “eficiência energética”.

Esta etiqueta foi criada com o objetivo de informar o consumidor, no momento da aquisição, sobre as determinadas características dos eletrodomésticos, utilizando uma classificação gráfica para identificar os mais e os menos eficientes.

Regulamentada por lei, a etiqueta é obrigatória para vários eletrodomésticos novos: ar condicionado, máquina de lavar loiça, lavar roupa, secar roupa, frigoríficos, combinados e arcas, fornos elétricos e até lâmpadas. O dístico da etiqueta tem que estar sempre visível e com toda a informação que lhe compete.

A classificação da eficiência energética, vai de A (mais eficiente) a G (menos eficiente), e indica se um eletrodoméstico consegue realizar as suas funções utilizando mais ou menos energia, sendo assim menos ou mais eficiente, respetivamente.

Atualmente existem no mercado vários equipamentos com níveis superiores ao necessário para se obter a classificação máxima (A), tendo sido criadas as classes A+ e A++ para distinguir estes equipamentos.

4.1. Caldeiras.

As caldeiras são compactas e na sua maioria encastráveis no interior dos móveis de uma cozinha. A Figura 6 ilustra uma típica caldeira mural.



Figura 6 - Caldeira mural Vulcano Gama Lifestar Green



Figura 7 - Caldeira de chão Vulcano Gama CTL

O modo de funcionamento das caldeiras de chão é semelhante ao das caldeiras murais. Destinam-se, portanto, à preparação de AQS e/ou à produção de água quente

para aquecimento, por circulação fechada, do ambiente interior de uma habitação. A transferência de calor ocorre, como nas caldeiras murais, através dos radiadores e toalheiros espalhados pelas diferentes divisões. As caldeiras de chão a gásóleo com acumulador incorporado, Figura 7, só podem ser utilizadas para o desempenho das duas funções, enquanto as caldeiras de chão a gásóleo com acumulador externo podem ser utilizadas para o desempenho das duas funções ou apenas de uma delas, tendo que para isso possuir o kit de funcionamento correspondente. Apenas as últimas são compatíveis com sistema solar para preparação de AQS

Utilizando gás natural como fonte de energia, além da preparação de AQS, que pode ocorrer de forma instantânea, Figura 8 ou por acumulação, com a utilização de um depósito acumulador, Figura 9, este tipo de caldeiras é também responsável pela produção de água quente para aquecimento, por circulação fechada, do ambiente interior de uma habitação, Figuras 8 e 9, ocorrendo a transferência de calor através dos radiadores e toalheiros, espalhados pelas diferentes divisões.

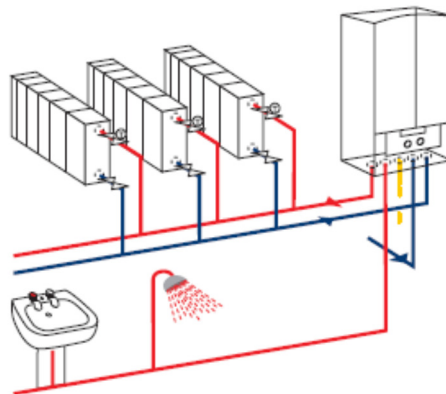


Figura 8 - Esquema de aquecimento central e abastecimento de águas quentes instantâneas.

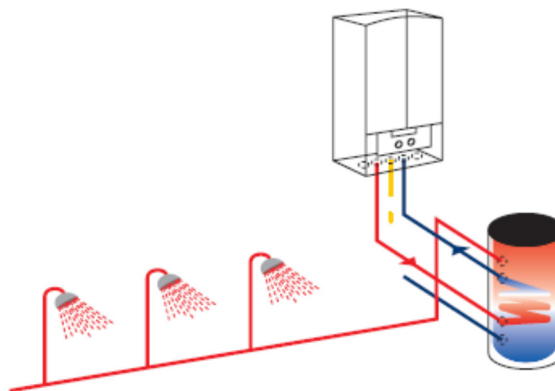


Figura 9 - Esquema de abastecimento de águas quentes através de um depósito de acumulação.

Atualmente só é possível instalar caldeiras da classe B e a partir de 2016 terão que ser da classe A. De acordo com o referido no ponto 3.4. para ser da classe B terá que apresentar um rendimento nominal não inferior a 86% e para a classe A o valor mínimo passa para 89%.

4.2. Ar Condicionado

O processo efetua-se através da circulação de fluido refrigerante, cuja função é reduzir ou manter a temperatura de um determinado ambiente. Para isso, deve extrair-se calor do lugar que queremos climatizar e transferi-lo para outra unidade com temperatura superior, passando pelos estados de expansão, evaporação, compressão e condensação.

Este processo requer uma unidade interior, uma unidade exterior, tubos de cobre que ligam ambas e uma conduta para drenagem de condensados, sendo que o refrigerante circula entre as unidades através destes tubos, absorvendo a energia de uma e libertando-a na outra.

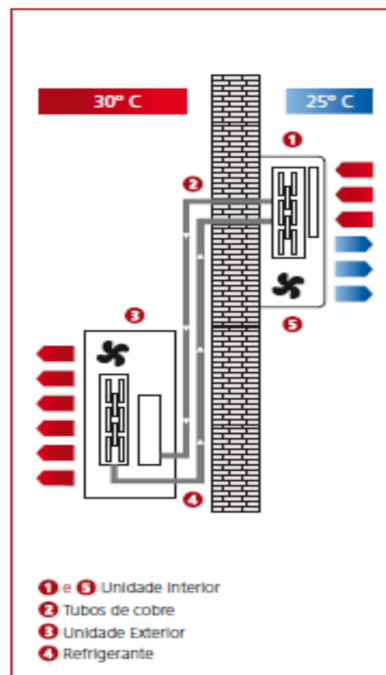


Figura 10 - Processo de arrefecimento

1. Unidade Interior

O ar quente do interior é forçado a passar por uma serpentina (evaporador), através da qual circula um agente refrigerante. Este, por sua vez, arrefece o ar ao absorver o seu calor, que será posteriormente transferido para a Unidade Exterior.

2. Tubos

O refrigerante passa pelas unidades e tubos de cobre, transportando o calor da unidade interior para a unidade exterior.

3. Unidade Exterior

O refrigerante é aquecido através da compressão para aumentar o seu ponto de saturação. Na unidade exterior, o calor obtido é libertado através da

ventoinha, após a passagem pelo permutador de calor (condensador). No condensador, o refrigerante passa do estado gasoso ao estado líquido (condensação) seguindo o circuito para a Unidade Interior.

4. Refrigerante

O refrigerante líquido circula novamente para a unidade interior. O refrigerante depois de passar por um dispositivo de expansão (tubo capilar), circula novamente para a unidade interior. Para este efeito é utilizado o r410a, que ferve a cerca de -50°C , quando é sujeito a pressão atmosférica.

5. Unidade Interior

Na Unidade Interior dá-se a evaporação do refrigerante, concretizando-se assim o processo de extração de calor do ar.

Atualmente só é possível instalar sistemas de ar condicionado da classe C e a partir de 2016 terão que ser da classe B. De acordo com o referido no ponto 3.4. para ser da classe C terá que apresentar um COP (coeficiente de performance) superior 3,0 para unidades compactas, e 3,2, para unidades split. e EER (relação de eficiência energética) superior 2,6 , para unidades compactas, e 2,8, para unidades split, Para ser da classe B terá que apresentar um COP (coeficiente de performance) superior 3,2 , para unidades compactas, e 3,4, para unidades split, e EER (relação de eficiência energética) superior 2,8 , para unidades compactas, e 3,0 para unidades split.

4.3. Bombas de calor.

O princípio de funcionamento da bomba de calor assenta no Princípio de Carnot que demonstra que o rendimento teórico máximo de qualquer máquina térmica não depende das propriedades dos fluidos mas sim das temperaturas dos corpos entre os quais se processa a transferência de calor. Mais tarde, a conceção teórica de Lord Kelvin define que um gás pode comportar-se ciclicamente, comprimido e expandido, produzindo o frio e o calor.



Figura 11 - Bomba de Calor gama AquaEco

Basicamente, a ideia é transferir o calor de um local para outro.

Na realidade é exatamente o mesmo princípio presente em aparelhos tão comuns como o vulgar frigorífico e a maioria dos aparelhos de ar-condicionado, uma vez que a energia térmica de uma fonte (frequentemente do próprio ambiente) é transportada para uma zona de utilização a temperaturas mais elevadas, sendo apenas necessário pagar o custo energético deste transporte.

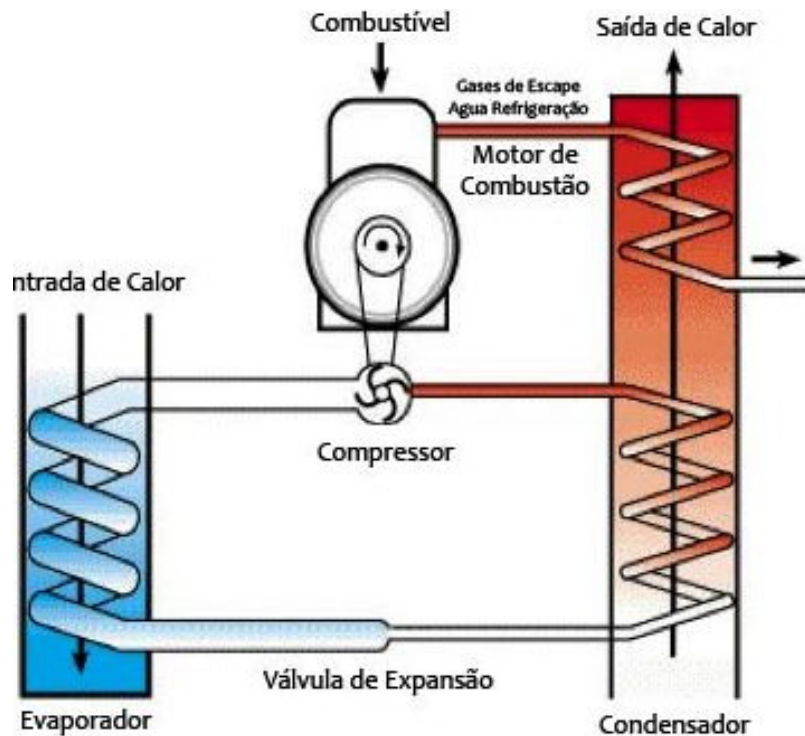


Figura 12 - Esquema de funcionamento da Bomba de Calor

Numa bomba de calor estão presentes os seguintes componentes, perfazendo 4 etapas:

1. Um evaporador onde a energia absorvida é transferida para o fluido refrigerante que aquece e se evapora.
2. Um compressor que faz com que este fluido circule em circuito fechado, aspirando-o e comprimindo-o fazendo com que a sua pressão e temperatura aumentem.
3. Um condensador onde o calor é transferido e o fluido refrigerante ao arrefecer, liquefaz-se.
4. Por fim, uma válvula de expansão que permite a diminuição da pressão do fluido refrigerante e conseqüente arrefecimento passando a vapor húmido que volta a entrar no evaporador.

4.4. Termoacumulador

O princípio de funcionamento do termoacumulador é extremamente simples, e de uma forma resumida pode-se dizer que permite produzir água quente por acumulação de calor para posterior utilização.

O aquecimento da água é realizado através de uma resistência elétrica sendo a temperatura controlada por termóstato, que atua sobre a resistência em função da temperatura que o utilizador definiu.

A água quente utilizada é imediatamente substituída por água fria que entra na parte inferior do depósito e impulsiona a água quente para a saída na parte superior.

A produção de AQS, através da utilização de termoacumuladores não necessita de instalações complicadas nem de chaminés ou condutas de exaustão. Para minimizar as perdas de temperatura do fluido no interior do termoacumulador, este é construído com uma blindagem exterior que é ocupada por um material isolante térmico de elevada qualidade e eficiência.

Existem termoacumuladores com capacidade dos 15L aos 200L, permitem ter uma maior eficiência energética através da utilização de um sistema termostático, que faz a gestão inteligente da relação entre a entrada de água fria e a saída da água quente do termoacumulador.

Em função do volume de água quente necessária, é determinada a dispersão térmica sendo assim definida a eficiência mínima a exigir a este equipamento.



Figura 13 - Termoacumulador da marca Elacell Comfort

4.5. Isolamento na tubagem

Chama-se isolante térmico a um material ou estrutura que dificulte a dissipação de calor, é usado na construção e caracterizado por sua alta resistência térmica. Estabelece uma barreira à passagem do calor entre dois meios que naturalmente tenderiam rapidamente a igualarem suas temperaturas.

O melhor isolante térmico é o vácuo, mas devido à grande dificuldade para obter-se e manter condições de vácuo, é empregado em muito poucas ocasiões, limitadas em escala.

Na prática se utiliza ar, que graças a sua baixa condutividade térmica e um baixo coeficiente de absorção da radiação, constitui um elemento muito resistente à passagem de calor.

Entretanto, o fenómeno de convecção que se origina nas câmaras de ar aumenta sensivelmente sua capacidade de transferência térmica. Além disso o ar deve estar seco, sem humidade, o que é difícil de conseguir nas câmaras-de-ar.

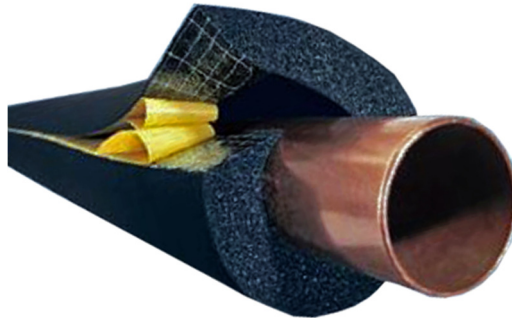


Figura 14 - Isolamento térmico flexível

Por estas razões são utilizados como isolamento térmico materiais porosos ou fibrosos, capazes de imobilizar o ar seco e confiná-lo no interior de células mais ou menos estanques.

Ainda que na maioria dos casos o gás enclausurado seja ar comum, em isolantes de células fechadas (formados por bolhas não comunicantes entre si, como no caso do poliuretano projetado), o gás utilizado como *agente espumante* é o que fica finalmente enclausurado. Também é possível utilizar outras combinações de gases distintas, mas seu emprego é muito pouco extenso.

Há vários tipos de materiais sólidos que podem ser bons isolantes, isso depende da utilidade dada, a temperatura de trabalho, ao local de instalação entre outros.

Podem-se utilizar como isolantes térmicos: lã de poliéster, produzida a partir de garrafas pet, lã de rocha, fibra de vidro, hidrossilicato de cálcio, manta de fibra cerâmica, perlita expandida, vidro celular, poliestireno expandido, poliestireno extrudido, espuma de poliuretano, aglomerados de cortiça, etc.



Figura 15 - Isolamento em lã de rocha

Deve-se observar sempre que não existe isolamento térmico perfeito, ou, em outras palavras, todo material ou estrutura constituída por alguma composição de materiais sempre conduz algum calor.

5. Caso de estudo

Para o caso de estudo considerou-se uma habitação da tipologia T3, no 4.º andar, de um edifício com rés-do-chão, quatro pisos e um recuado, situado na zona do Porto, a uma cota de 75 metros do nível médio das águas do mar.



Figura 16 - Edifício em estudo, alçado a sul

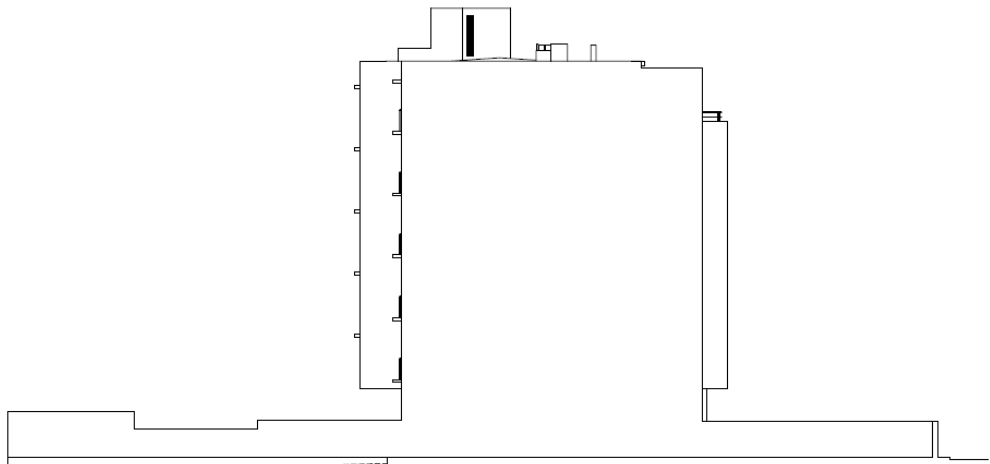


Figura 17 - Edifício em estudo, alçado a nascente

O apartamento está situado do lado direito e é de tipologia T3.

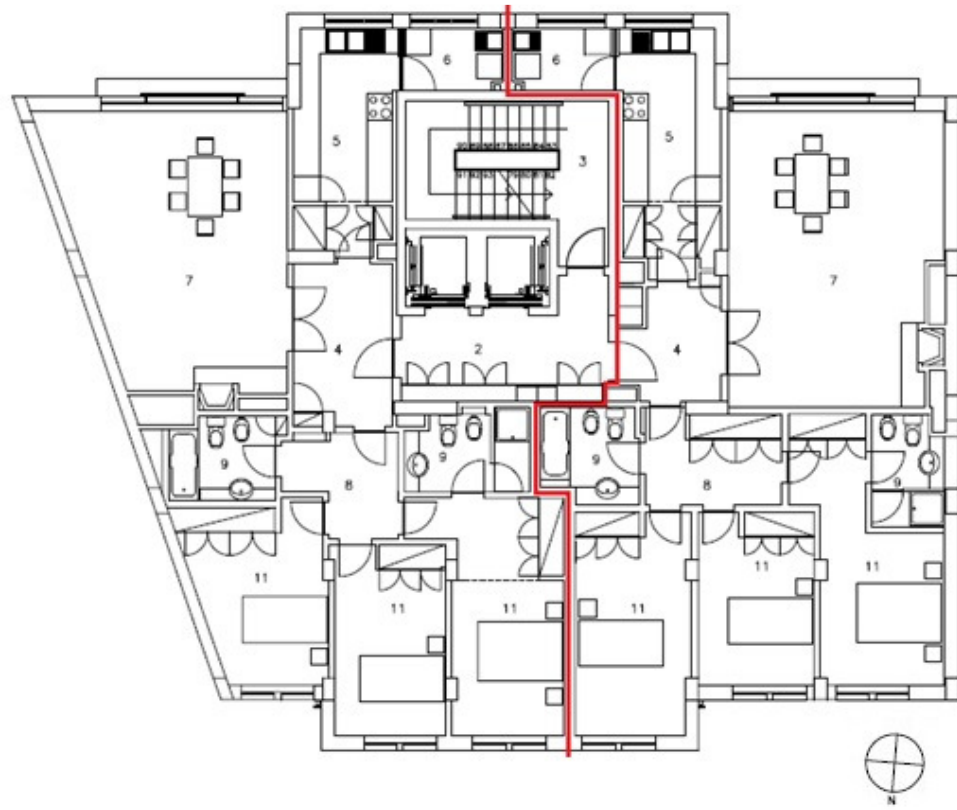


Figura 18 - Planta do apartamento em estudo

Legenda:

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| 2 – Átrio dos elevadores | 7 – Sala comum |
| 3 – Caixa das escadas | 8 – Acesso aos quartos |
| 4 – Hall de entrada | 9 – Quarto de banho |
| 5 – Cozinha | 11 – Quarto |
| 6 – Lavandaria | |

5.1. Dados climáticos

Os dados climáticos necessários para o estudo de desempenho térmico desta habitação são os seguintes:

- O Porto pertence à NUTS III designada por Grande Porto;
- Altitude do local de implantação do edifício - $Z = 75\text{m}$

Estação de aquecimento:

- $GD = 1\,250 + 1,6 * (75 - 94) = 1\,219,6 \leq 1\,300,0$ então a zona climática de inverno é a II.
- $M = 6,2 + 0,002 * (75 - 94) = 6,162 \cong 6,2 \text{ meses}$
- $G_{SUL} = 130 \text{ kWh/m}^2$

Estação de arrefecimento:

- $\theta_{ext, v} = 20,9 + 0 * (75 - 94) = 20,9 \text{ } ^\circ\text{C}$ ou seja $20,0 \text{ } ^\circ\text{C} < \theta_{ext, v} \leq 22,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ então a zona climática de verão é a V2.
- Isol para as orientações desta habitação:

$$N = 220 \text{ kWh / m}^2 \quad S = 425 \text{ kWh / m}^2 \quad W = 490 \text{ kWh / m}^2 \quad H = 800 \text{ kWh / m}^2$$

Note-se que se refere o valor de Isol para a orientação horizontal, uma vez que a envolvente desta habitação apresenta uma cobertura em terraço.

5.2. Envolventes da habitação

Para marcar as diferentes envolventes desta fração, é necessário determinar para cada ENU em contato com a referida fração autónoma o respetivo valor de *btr*.

Assim, neste caso é necessário quantificar este coeficiente de redução de temperatura para a lavandaria, Comunicação Horizontal Comum e Caixa de Escadas.

Para ser possível consultar a tabela da legislação, é necessário quantificar o valor de *A_i* – Área dos Elementos que Separam o Espaço Útil do Espaço Não Útil, de *A_u* – Área dos Elementos que Separam o Espaço Não Útil do Exterior, e o volume do referido espaço.

Lavandaria :

$$\frac{A_i}{A_u} = \frac{1,4 * 2,6}{2,4 * 2,6} = 0,58 \cong 0,6 \quad 0,5 < \frac{A_i}{A_u} < 1,0$$

$$V_{enu} = 2,4 * 1,4 * 2,6 = 8,73 \cong 8,7 \text{ m}^3$$

O valor de *btr* é **0,9**.

Comunicação Horizontal Comum

$$\frac{A_i}{A_u} = \frac{(2,8 + 3,9) * 2,6}{0} = \infty \quad \frac{A_i}{A_u} > 4,0$$

$$V_{enu} = 3,9 * 2,8 * 2,6 = 28,39 \cong 28,4 \text{ m}^3$$

O valor de *btr* é **0,5**.

Caixa de escadas

$$\frac{A_i}{A_u} = \frac{((2,8 + 3,9) * 2,6) * 6}{2,8 * 4,9 + 1,0 * 1,1} = 7,00 \cong 7,0 \quad \frac{A_i}{A_u} > 4,0$$

$$V_{enu} = (2,8 * 4,9 + 1,1 * 1,1) * 2,6 * 6 \cong 232,9 \text{ m}^3 \quad btr = 0,8$$

Assim, na figura 19 são apresentadas as envolturas desta FA.

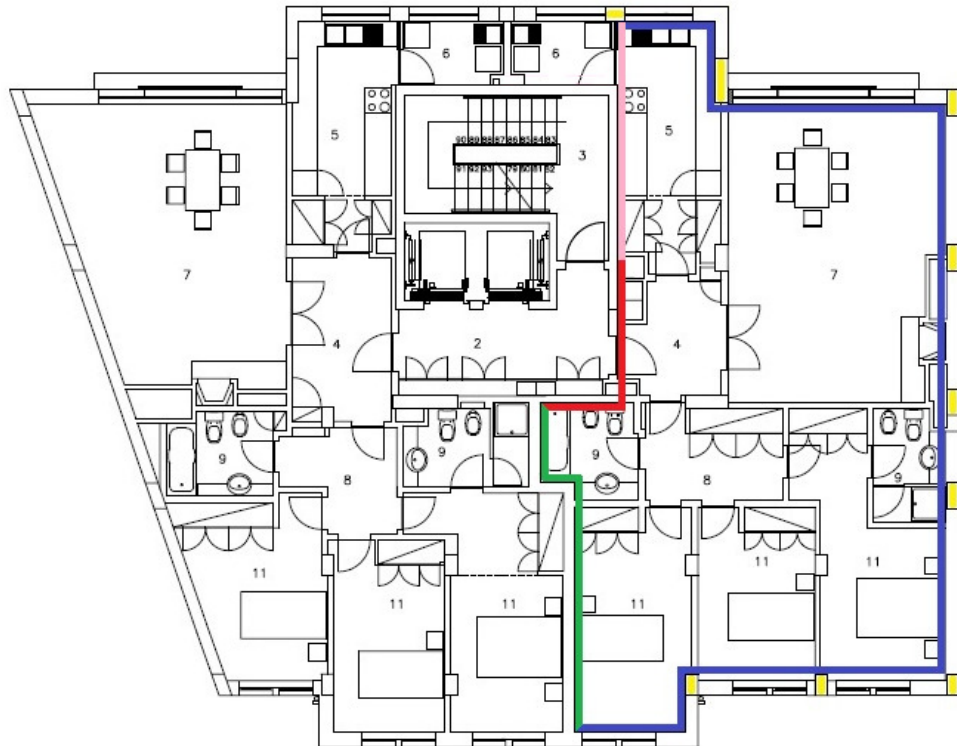


Figura 19 - Marcação das envolturas

Legenda:

- Rosa – Envoltente interior com requisitos de exterior
- Vermelho – Envoltente interior com requisitos de interior
- Verde – Envoltente sem requisitos
- Azul – Envoltente exterior

5.3. Áreas e Dimensões

Através do projeto de arquitetura foram efetuadas, nos desenhos fornecidos em AUTOCAD, as seguintes medições:

- Pd = 2,60m.
- Área dos compartimentos:
 - Quarto = 14,18m²
 - Quarto = 11,15m²
 - Quarto = 15,20m²
 - WC = 4,96m²
 - WC = 4,31m²
 - Hall de Entrada = 7,09m²
 - Hall de Quartos = 5,87m²
 - Sala = 33,96m²
 - Cozinha = 9,57m²
 - Copa = 3,52m²

▪ Área útil de pavimento, $A_p = \sum$ todos os compartimentos = **109,8m²**

▪ Envolvente exterior:

a) Envidraçados

$$\text{Norte} \rightarrow \text{Quartos: } 3 * (1,7 * 1,1) = 5,61 \cong 5,6 \text{ m}^2$$

$$\text{Sul} \rightarrow \text{Sala: } 4,4 * 2,2 = 9,68 \cong 9,7 \text{ m}^2$$

$$\text{Sul} \rightarrow \text{Cozinha: } 1,1 * 1,0 + 0,6 * 1,1 = 1,76 \cong 1,8 \text{ m}^2$$

$$\sum \text{Envidraçados} = \mathbf{17,1m^2}$$

b) Caixa de Estores, foram consideradas caixas de estores com altura de 0,36 m em todos os envidraçados, com exceção dos da cozinha

$$\text{Norte} \rightarrow \text{Quartos: } 3 * (1,7 * 0,36) = 1,84 \cong 1,8 \text{ m}^2$$

$$\text{Sul} \rightarrow \text{Sala: } 1 * (4,4 * 0,36) = 1,58 \cong 1,6 \text{ m}^2$$

$$\sum \text{Caixa de estores} = \mathbf{3,4m^2}$$

c) Vigas de betão armado, foi considerada uma viga de betão armado com 0,20m de altura, ao longo de todo o contorno da habitação.

$$\text{Norte} \rightarrow \text{Quartos: } (2,60 + 2,70 + 2,80) * 0,2 = 1,62 \cong 1,6 \text{ m}^2$$

$$\text{Sul} \rightarrow \text{Sala + Cozinha: } (2,30 + 5,10) * 0,2 = 1,48 \cong 1,5 \text{ m}^2$$

$$\text{Poente} \rightarrow \text{Quarto + WC + Sala: } 16,4 * 0,2 = 3,28 \cong 3,3 \text{ m}^2$$

$$\sum \text{Vigas betão armado} = \mathbf{6,4m^2}$$

d) Pilares betão armado ($h = Pd - h \text{ viga} = 2,6 - 0,2 = 2,4 \text{ m}$)

$$\text{Norte} \rightarrow 2,4 * (0,2 + 0,1) = 0,72 \cong 0,7 \text{ m}^2$$

$$\text{Sul} \rightarrow 2,4 * (0,1 + 0,1) = 0,48 \cong 0,5 \text{ m}^2$$

$$\text{Poente} \rightarrow 2,4 * (3 * 0,6 + 2 * 0,2 + 1 * 0,1 + 1 * 0,4) = 9,84 \cong 9,8 \text{ m}^2$$

$$\sum \text{Pilares betão armado} = \mathbf{13,4m^2}$$

e) Área de paredes exteriores

$$\text{Norte} \rightarrow \text{Quartos: } ((2,60 + 2,70 + 2,80) * 2,6) - 5,61 - 1,84 - 1,62 - 0,72 = 11,27 \cong 11,3 \text{ m}^2$$

$$\text{Sul} \rightarrow \text{Sala + Cozinha: } ((2,30 + 5,10) * 2,6) - 1,76 - 9,68 - 1,62 - 1,58 - 1,48 - 0,48 = 4,62 \cong 4,6 \text{ m}^2$$

$$\text{Poente} \rightarrow \text{Quarto + WC + Sala: } (16,4 * 2,6) - 3,28 - 8,64 = 30,72 \cong 30,7 \text{ m}^2$$

$$\sum \text{Área de paredes exteriores} = \mathbf{46,6m^2}$$

f) Terraço (cobertura exterior)

A cobertura = 24,8m²

▪ Envolvente Interior

a) Lavandaria

A porta envidraçada = 0,8 * 2,1 = 1,68 = 1,7m²

A parede cozinha | lavandaria = 1,4 * 2,6 - 1,7 = 1,9m²

b) Caixa de escada

A parede da caixa de escada = 4,1 * 2,6 = 10,66 = 10,7m²

c) Comunicação Horizontal Comum

A porta = 0,9 * 2,1 = 1,89 = 1,9m²

A parede = (3,2 + 1,9) * 2,6 - 1,9 = 11,4m²

▪ Parede entre habitações = 21,8m²

▪ Parede divisória = 102,5m²

5.4. Requisitos Mínimos Qualidade

Através dos pormenores construtivos propostos na arquitetura, figura 21, é possível analisar se as soluções construtivas a implementar obedecem aos Requisitos mínimos de qualidade definidos na legislação.

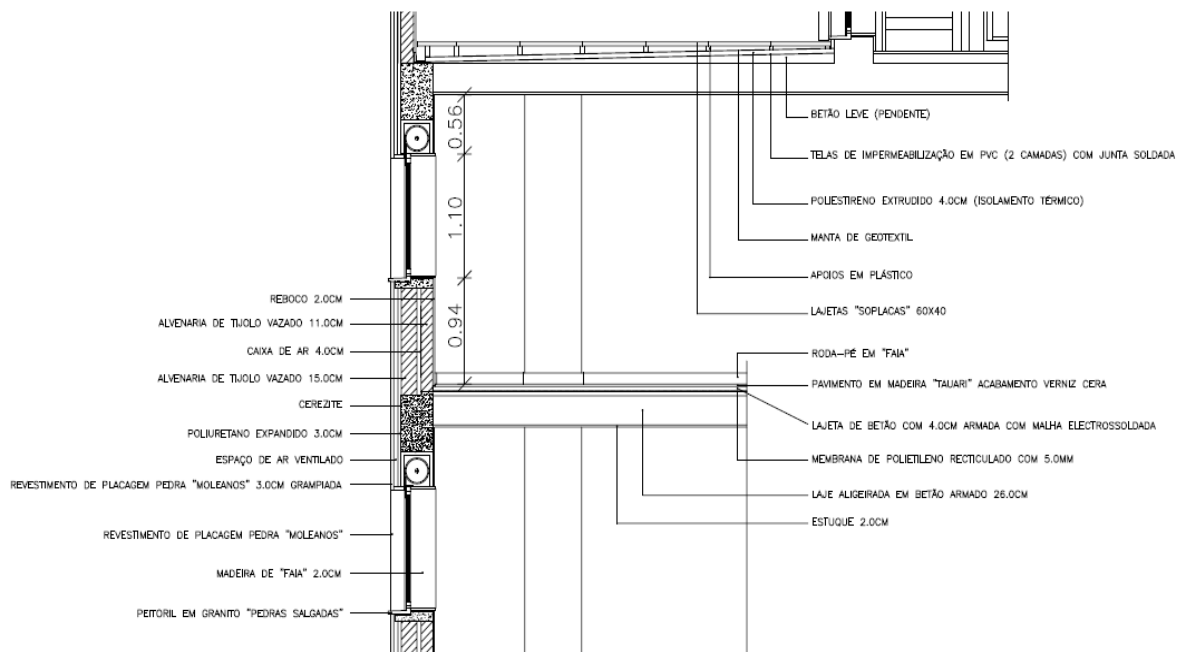


Figura 20 - Pormenor construtivo

5.4.1. Envoltente opaca

Os Requisitos Mínimos de Qualidade para a zona climática II podem ser resumidos na tabela 57.

Tabela 57 – Tabela resumo **U_{max}**

Paredes exteriores e para ENU com btr > 0,7	U_{max.} = 1,75
Paredes para ENU com btr ≤ 0,7	U_{max.} = 2,00
Cobertura exterior	U_{max.} = 1,25

Nesta verificação, optou-se por comparar cada um dos coeficientes de transmissão térmica superficial com o respetivo valor de referência.

Paredes exteriores:

- Reboco interior: e = 2cm; λ = 1,3W/m.°C;
- Alvenaria de tijolo de 11cm: Rt = 0,27 m².°C/W;
- Caixa-de-ar: e = 4cm; Rt = 0,18 m².°C/W;
- Alvenaria de tijolo de 15cm: Rt = 0,39 m².°C/W;
- Poliuretano projetado: e = 3cm; λ = 0,042W/m.°C;
- Espaço de ar fortemente ventilado e revestimento exterior em placas de pedra.

$$Rt = 0,13 + \frac{0,02}{1,30} + 0,27 + 0,18 + 0,39 + \frac{0,03}{0,04} + 0,13 = 1,83$$

$$U = \frac{1}{Rt} = \frac{1}{1,83} \cong 0,55 \frac{W^2}{m} \leq 1,75 \quad \text{Verifica!}$$

$$U_{ref} \rightarrow II \rightarrow 0,50 \text{ W/m}^2$$

Cobertura do terraço (sentido ascendente):

- Estuque: e = 2cm; λ = 0,3W/m.°C;
- Laje aligeirada: Rt = 0,27 m².°C/W;
- Betão leve e média = 2cm; λ = 0,33W/m.°C;
- Poliestireno extrudido: e = 4cm; λ = 0,037W/m.°C;
- Espaço de ar fortemente ventilado e revestimento exterior em lajetas pré-fabricadas.

$$Rt = 0,10 + \frac{0,02}{0,30} + 0,27 + \frac{0,02}{0,33} + \frac{0,04}{0,037} + 0,10 = 1,68$$

$$U = \frac{1}{Rt} = \frac{1}{1,68} \cong 0,60 \frac{W^2}{m} \leq 1,25 \quad \text{Verfica!}$$

$$U_{ref} \rightarrow I1 \rightarrow 0,35 \text{ W/m}^2$$

Cobertura do terraço (sentido descendente):

$$R_t = 0,17 + \frac{0,02}{0,30} + 0,30 + \frac{0,02}{0,33} + \frac{0,04}{0,037} + 0,17 = 1,85$$

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{1,85} \cong 0,54 \text{ W/m}^2$$

Parede para a lavandaria e para a comunicação horizontal comum:

- Reboco interior: $e = 2\text{cm}$; $\lambda = 1,3\text{W/m}\cdot^\circ\text{C}$;
- Alvenaria de tijolo de 22cm: $R_t = 0,52 \text{ m}^2\cdot^\circ\text{C/W}$;
- Reboco interior: $e = 2\text{cm}$; $\lambda = 1,3\text{W/m}\cdot^\circ\text{C}$;

$$R_t = 0,13 + \frac{0,02}{1,30} + 0,52 + \frac{0,04}{1,30} + 0,13 = 0,81$$

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{0,81} \cong 1,23 \frac{\text{W}^2}{\text{m}} \leq 1,25 \quad \text{Verifica!}$$

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{0,81} \cong 1,23 \frac{\text{W}^2}{\text{m}} \leq 2,00 \quad \text{Verifica!}$$

$$U_{ref} \rightarrow I1 \rightarrow 0,50 \text{ W/m}^2$$

$$U_{ref} \rightarrow I1 \rightarrow 1,00 \text{ W/m}^2$$

Parede para a caixa de escada:

- Reboco interior: $e = 2\text{cm}$; $\lambda = 1,3\text{W/m}\cdot^\circ\text{C}$;
- Alvenaria de tijolo de 7cm: $R_t = 0,19 \text{ m}^2\cdot^\circ\text{C/W}$;
- Lã mineral: $e = 3\text{cm}$; $\lambda = 0,04\text{W/m}\cdot^\circ\text{C}$;
- Betão armado: $e = 20\text{cm}$; $\lambda = 2,0\text{W/m}\cdot^\circ\text{C}$;

$$R_t = 0,13 + \frac{0,02}{1,30} + 0,19 + \frac{0,20}{2,00} + \frac{0,03}{0,04} + 0,13 = 1,32$$

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{1,32} \cong 0,76 \frac{\text{W}^2}{\text{m}} \leq 1,75 \quad \text{Verifica!}$$

5.4.2. Pontes térmicas planas

Para as zonas de pontes térmicas planas, a legislação obriga a verificar se o respetivo coeficiente U é não superior a 0,9. Caso não seja, terá que se verificar se é não superior ao valor máximo e ao dobro do coeficiente U da zona corrente onde está inserida.

Pilares e vigas:

- Reboco interior: $e = 2\text{cm}$; $\lambda = 1,3\text{W/m}\cdot^\circ\text{C}$;

- Betão armado: $e = 30\text{cm}$; $\lambda = 2,0\text{W/m}\cdot^\circ\text{C}$;
- Poliuretano projetado: $e = 3\text{cm}$; $\lambda = 0,042\text{W/m}\cdot^\circ\text{C}$;
- Espaço de ar fortemente ventilado e revestimento exterior em placas de pedra.

$$R_t = 0,13 + \frac{0,02}{1,30} + \frac{0,30}{2,00} + \frac{0,03}{0,042} + 0,13 = 1,13$$

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{1,13} \cong 0,88 \frac{\text{W}^2}{\text{m}} \leq 0,90 \quad \text{Verifica!}$$

Caixa de estore

Foi considerada uma caixa de estore pré fabricada com $U = 0,90 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$

5.4.3. Envidraçados

Os envidraçados são constituídos por vidro duplo incolor de 6mm+4mm e lâmina de ar de 16mm, caixilharia metálica com corte térmico e da classe 4 relativamente à permeabilidade ao ar e apresentam, pelo exterior, persianas plásticas brancas.

Na cozinha existe uma pequena área da janela que apresenta lâminas de vidro com 5 mm. Este envidraçado não tem persiana exterior.

Pela legislação em vigor os envidraçados dos quartos como estão virados a Norte estão isentos da verificação dos requisitos.

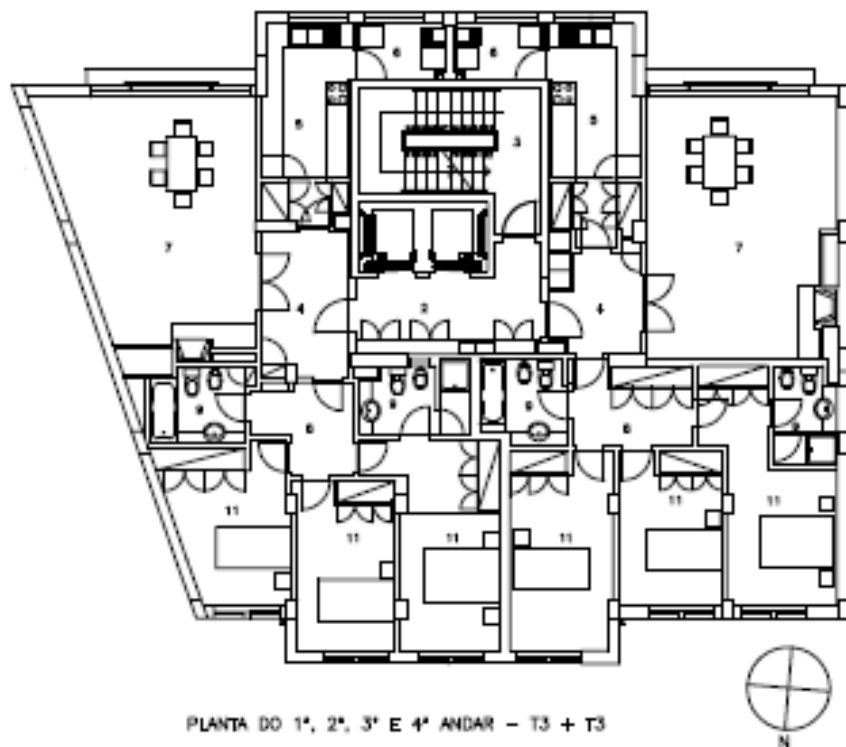


Figura 21 - Orientação do edifício

Para os restantes envidraçados, sala e cozinha, a exigência a impor depende da relação entre a área dos envidraçados e a área do compartimento.

Sala:

F_o = Sombra devido a elementos horizontais

$\alpha = 20^\circ \rightarrow$ Tabela, Despacho N.º 15793-K/2013 $\rightarrow F_o = 0,75$

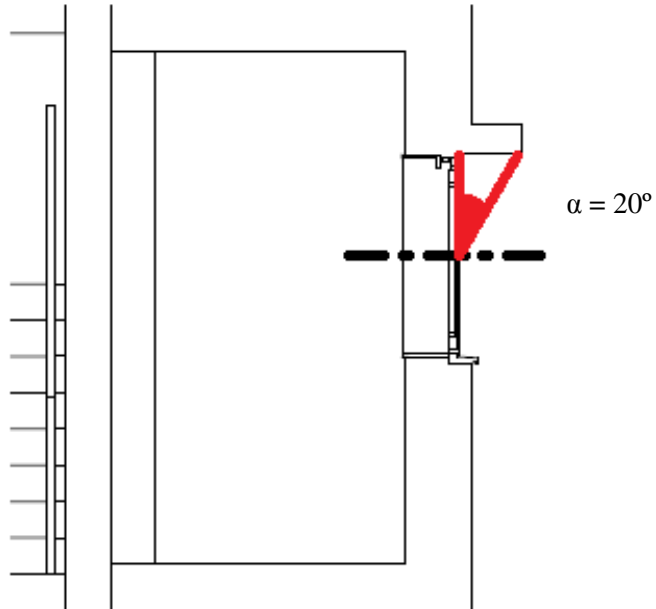


Figura 22 - Pormenor janela sala (elemento horizontal)

F_f = Sombra devido a elementos verticais

$\alpha = 45^\circ \rightarrow$ Tabela, Despacho N.º 15793-K/2013 $\rightarrow F_f = 0,87$

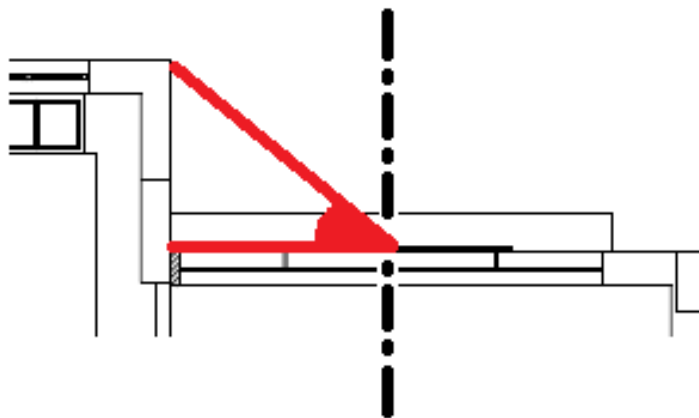


Figura 23 - Pormenor janela sala (elemento vertical)

Vidro:

Incolor, duplo (6mm + 4mm) = $g_{\text{vidro}} = 0,78$

Proteção:

Persiana exterior, plástica, branca = $g(\text{vidro} + \text{proteção}) = 0,04$

Como $A_{env} > 15\% A_{pav} \Leftrightarrow 9,68 \text{ m}^2 > 15\% \text{ de } 33,96 \text{ m}^2 = 5,09 \text{ m}^2$

$$g_{v+p} * F_o * F_f \leq g_{T_{max}} * \frac{0,15}{\left(\frac{A_{env}}{A_{pav}}\right)} \Leftrightarrow 0,04 * 0,75 * 0,87$$

$$\leq 0,56 * \frac{0,15}{\left(\frac{9,68}{33,96}\right)} \Leftrightarrow$$

$$0,026 \leq 0,297 \quad \text{Verifica!}$$

Contabilizando o efeito de sombreamento do contorno do vão:

$$F_f * F_o < 0,90 \Leftrightarrow 0,87 * 0,75 < 0,90 \Leftrightarrow 0,65 < 0,90 \quad \text{Verifica!}$$

Cozinha:

F_o = Sombra devido a elementos horizontais

$\alpha = 30^\circ \rightarrow$ Tabela, Despacho N. ° 15793-K/2013 $\rightarrow F_o = 0,63$

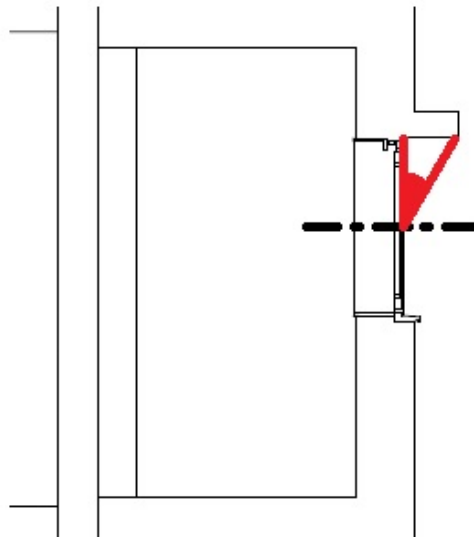


Figura 24 - Pormenor janela cozinha (elemento horizontal)

F_f = Sombra devido a elementos verticais

Não tem pala vertical \rightarrow Tabela, Despacho N. ° 15793-K/2013 $\rightarrow F_f = 1,00$

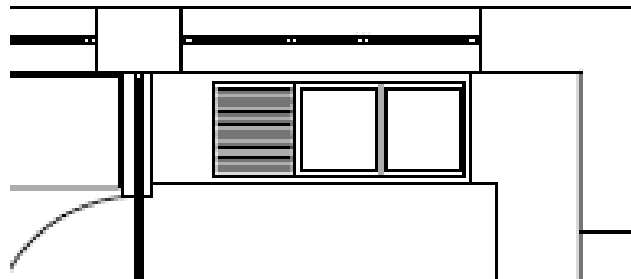


Figura 25 - Pormenor janela cozinha (elemento vertical)

Vidro:

Incolor, duplo (6mm + 4mm) = g vidro = 0,78

Incolor, simples (5mm) = g vidro = 0,87

Como $A_{env} > 15\% A_{pav} \Leftrightarrow 1,76 \text{ m}^2 > 15\% \text{ de } 9,57 \text{ m}^2 = 1,43 \text{ m}^2$

$$g_{v+p} * F_o * F_f \leq g_{T_{max}} * \frac{0,15}{\left(\frac{A_{env}}{A_{pav}}\right)} \Leftrightarrow g_{v+p} * 0,63 * 1,00$$
$$\leq 0,56 * \frac{0,15}{\left(\frac{1,76}{9,57}\right)} \Leftrightarrow$$

$$g_{v+p} \leq 0,73 \quad \text{Não verifica!}$$

A solução de correção proposta consiste em utilizar uma cortina opaca branca.

Vidro simples: cortina interior opaca branca.

$$g_T = \frac{g_{\perp,vi} * g_{T_{vc}}}{0,85} = \frac{0,37 * 0,78}{0,85} = 0,38 \quad \text{Verifica!}$$

Vidro duplo: cortina interior opaca branca.

$$g_T = \frac{g_{\perp,vi} * g_{T_{vc}}}{0,75} = \frac{0,33 * 0,87}{0,75} = 0,34 \quad \text{Verifica!}$$

5.4.4. U dos envidraçados

Os Envidraçados exteriores dos quartos e sala apresentam a seguinte constituição:

- Vidro duplo com caixilharia metálica com corte térmico e persiana exterior plástica.

Pela consulta do ITE50 obtivemos um valor de $U = 2,50 \text{ W/m}^2\text{°C}$

O envidraçado da cozinha tem dois tipos de soluções:

- Vidro duplo com caixilharia metálica com corte térmico e cortina opaca.
- Vidro simples com caixilharia metálica com corte térmico e cortina opaca.

Pela consulta do ITE50 obtivemos os seguintes valores:

$$U = 2,90 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

$$U = 4,50 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

A porta entre a cozinha e a lavandaria é em vidro simples.

Pela consulta do ITE50 obtivemos $U = 5,40 \text{ W/m}^2\text{°C}$

No entanto, este valor corresponde a um envidraçado exterior, pelo que é necessário fazer correção considerando que é um envidraçado interior:

$$Rt = \frac{1}{5,40} - 0,04 + 0,13 = 0,275 \cong 0,28$$

$$U = \frac{1}{Rt} = \frac{1}{0,28} \cong 3,57 \text{ W/m}^2$$

5.5. Pontes térmicas lineares

As pontes térmicas lineares aparecem associadas às ligações das paredes exteriores e das paredes para ENU que apresentem valores do coeficiente *btr* superiores a 0,7.

Para cada ligação é necessário quantificar o valor de Ψ - Coeficiente de transmissão térmica, através da consulta da tabela, e do respetivo desenvolvimento linear, B.

5.5.1. Paredes exteriores (isolante pelo exterior)

Paredes exterior | Pavimento interior

$$\Psi = 0,15 \text{ W/ (m. °C)}$$

$$B = B \text{ do 3.º Andar} + B \text{ do 5.º Andar} = 52,0 \text{ m}$$

Paredes exterior | Cobertura

$$\Psi = 0,18 \text{ W/ (m. °C)}$$

$$B = 11,8 \text{ m}$$

Paredes exterior | Paredes exterior

$$\Psi = 0,40 \text{ W/ (m. °C)}$$

$$B = 10,4 \text{ m}$$

Paredes exterior | Caixilharia

$$\Psi = 0,25 \text{ W/ (m. °C)}$$

$$B = 35,4 \text{ m}$$

Paredes exterior | Caixa Estore

$$\Psi = 0,30 \text{ W/ (m. °C)}$$

$$B = 9,5 \text{ m}$$

5.5.2. Paredes para ENU com *btr* > 0,7

Paredes exterior | Pavimento interior

$$\Psi = 0,50 \text{ W/ (m. °C)}$$

$$B = B \text{ do 3.º Andar} + B \text{ do 5.º Andar} = 2,8 \text{ m}$$

Paredes cozinha | Lavandaria com parede exterior

$$\Psi = 0,50 \text{ W/ (m. °C)}$$

$$B = 2,6 \text{ m}$$

Paredes cozinha | Lavandaria com caixilharia

$$\Psi = 0,25 \text{ W/ (m. } ^\circ\text{C)}$$

$$B = 5,8 \text{ m}$$

Paredes caixa de escada | Pavimento intermédio

$$\Psi = 0,50 \text{ W/ (m. } ^\circ\text{C)}$$

$$B = 7,6 \text{ m}$$

5.6. Necessidades de energia na estação de aquecimento e verificação regulamentar

Todos os cálculos relativos ao comportamento térmico desta habitação encontram-se em anexo, tendo-se optado por colocar no corpo deste trabalho apenas os valores mais importantes.

O coeficiente global de perdas por transmissão, $H_{tr,i}$, resulta unicamente dos valores relativos às perdas pela envolvente exterior e para ENU, em virtude de não existirem edifícios adjacentes nem elementos em contato com o solo.

$$H_{tr,i} = H_{ext} + H_{enu} + H_{adj} + H_{ees} = 134,78 + 29,75 = 164,53 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$H_{ext} = \sum_i(U_i * A_i) + \sum_j(\Psi_j * B_j) = 134,78 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$H_{enu} = b_{tr} * [\sum_i(U_i * A_i) + \sum_j(\Psi_j * B_j)] = 29,75 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$Q_{tr,i} = 0,024 * GD * H_{tr,i} = 0,024 * 1220 * 164,53 = 4 817,44 \text{ kWh}$$

Relativamente às perdas por renovação de ar, a taxa foi calculada com recurso à folha de cálculo desenvolvida pelo LNEC e encontra-se em anexo.

O valor obtido foi de $0,82 \text{ h}^{-1}$ que verifica a imposição regulamentar de ser não inferior a $0,4 \text{ h}^{-1}$.

Assim, as perdas por renovação de ar, nesta estação, apresentam os seguintes valores:

$$H_{ve,i} = 0,34 * R_{ph,i} * A_p * P_d = 0,34 * 0,82 * 109,81 * 2,6 = 79,60 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$Q_{ve,i} = 0,024 * GD * H_{ve,i} = 0,024 * 1220 * 79,60 = 2 330,70 \text{ kWh}$$

Esta habitação apresenta ganhos solares pelos envidraçados, $Q_{gsol,i}$, e ganhos internos, $Q_{g,i}$. Os valores são os seguintes:

$$Q_{int,i} = 0,72 * 4 * M * A_p = 0,72 * 4 * 109,81 * 6,2 = 1 960,77 \text{ kWh}$$

Ganhos solares pelos envidraçados:

- **Envidraçados dos Quartos (Norte)**

Fator de orientação - $X = 0,27$

Área de envidraçados - $A_w = 5,61 \text{ m}^2$

Fator solar do vidro - $g_v = 0,78$

Verificação do fator de sombreamento - $-X * F_s \geq 0,27 \Leftrightarrow F_s = 1,00$

- **Envidraçados da Sala (Sul)**

Fator de orientação Sul $\rightarrow X = 1,00$

Área de envidraçados - $A_w = 9,68\text{m}^2$

Fator solar do vidro - $g_v = 0,78$

Fh (Sombreamento do Horizonte) $\rightarrow \alpha = 45^\circ \leftrightarrow Fh = 0,45$

Fo (Palas Horizontal) $\rightarrow \alpha = 20^\circ \leftrightarrow Fo = 0,82$

Ff (Palas Vertical) $\rightarrow \beta = 45^\circ \leftrightarrow Ff = 0,88$

Fator de sombreamento

$$F_s = F_h * F_o * F_f = 0,45 * 0,82 * 0,88 \Leftrightarrow F_s = 0,32$$

Verificação do fator de sombreamento

$$X * F_s \geq 0,27 \Leftrightarrow 1,00 * 0,32 \geq 0,27$$

- **Envidraçados da Cozinha (Sul)**

Fator de orientação Sul $\rightarrow X = 1,00$

Área de envidraçados – vidro duplo - $A_w d = 1,10\text{m}^2$

Área de envidraçados – vidro simples - $A_w s = 0,66\text{m}^2$

Fator solar do vidro duplo - $g_v d = 0,78$

Fator solar do vidro simples - $g_v s = 0,87$

Fh (Sombreamento Horizonte) $\rightarrow \alpha = 45^\circ \leftrightarrow Fh = 0,45$

Fo (Palas Horizontal) $\rightarrow \alpha = 30^\circ \leftrightarrow Fo = 0,73$

Ff (Palas Vertical) $\rightarrow NA \leftrightarrow Ff = 1,00$

Fator de sombreamento

$$F_s = F_h * F_o * F_f = 0,45 * 0,73 * 1,00 \Leftrightarrow F_s = 0,33$$

Verificação do fator de sombreamento

$$X * F_s \geq 0,27 \Leftrightarrow 1,00 * 0,33 \geq 0,27$$

- **Envidraçados para ENU**

Área de envidraçados – $A_w = 1,68\text{m}^2$

Fator solar do vidro cozinha/lavandaria - $g_v int = 0,87 * 0,90 = 0,78$

Fator solar do vidro da lavandaria - $g_v enu = 0,87 * 0,90 = 0,78$

$$A_{s,i nj} = (A_w)_{int} * (F_g)_{int} * (F_g)_{enu} * (g_i)_{int} * (g_i)_{enu}$$

$$A_{s,i nj} = 1,68 * 0,70 * 0,70 * 0,78 * 0,78 = 0,51 \text{ m}^2$$

Fh (Sombreamento Horizonte) $\rightarrow \alpha = 33^\circ \leftrightarrow Fh = 0,62$

Fo (Palas Horizontal) $\rightarrow \alpha = 57^\circ \leftrightarrow Fo = 0,47$

Ff (Palas Vertical) $\rightarrow \beta_1 = 67^\circ \leftrightarrow Ff_1 = 0,72$

Ff (Palas Vertical) $\rightarrow \beta_2 = 80^\circ \leftrightarrow Ff_2 = 0,72$

Fator de sombreamento

$$F_s = F_h * F_o * F_f = 0,62 * 0,47 * 0,72 \Leftrightarrow F_s = 0,21$$

Então os ganhos solares por todos os envidraçados desta fração apresentam o seguinte valor:

$$Q_{sol,i} = G_{sul} * M * \sum_j [X_j * \sum_n F_{s,i} n_j * A_{s,i} n_j] = 130 * 6,2 * 0,27 * [(1,00 * 5,61 * 0,70 * 0,78 * 0,90) + (1,00 * 0,32 * 9,68 * 0,70 * 0,78 * 0,90) + (1,00 * 0,33 * 1,10 * 0,70 * 0,78 * 0,90) + (1,00 * 0,33 * 0,66 * 0,70 * 0,87 * 0,90) + (1,00 * 0,505)] = 2 176,46 \text{ kWh}$$

Os Ganhos brutos na estação de aquecimento, $Q_{g,i}$, resultam dos ganhos internos e dos ganhos solares.

$$Q_{g,i} = Q_{int,i} + Q_{sol,i} = 1 960,77 + 2 176,46 = 4 137,23 \text{ kWh}$$

Para ser possível quantificar os ganhos que efetivamente são úteis nesta estação é necessário quantificar a inércia térmica e os procedimentos necessários são apresentados em seguida.

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

Nesta expressão, M_{si} representa a massa superficial útil de cada elemento construtivo (kg/m²), S_i a área do referido elemento e r_i o fator de correção em função da resistência térmica do revestimento superficial interior.

Os elementos são divididos por elementos da envolvente e elementos interiores à fração:

○ **Elementos da envolvente**

Paredes exteriores – parede dupla com caixa-de-ar e isolante térmico aplicado pelo exterior.

$$M_{si} = 150 \rightarrow 150 \text{ Kg/m}^2$$

Revestimento interior: reboco com 2cm

$$R_t = 0,02 / 1,30 = 0,02 < 0,14 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W} \rightarrow r = 1$$

Pilares e vigas

$$M_{si} = 0,30 * 2500 = 750 \rightarrow 150 \text{ Kg/m}^2$$

Revestimento interior: reboco com 2cm

$$R_t = 0,02 / 1,30 = 0,02 < 0,14 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W} \rightarrow r = 1$$

Cobertura terraço – a solução preconizada prevê a utilização de isolante térmico pelo exterior

$$M_{si} = M \text{ laje aligeirada} + M \text{ betão leve} > 150 \rightarrow 150 \text{ Kg/m}^2$$

Revestimento interior: estuque com 2cm

$$R_t = 0,02 / 0,30 = 0,07 < 0,14 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W} \rightarrow r = 1$$

Parede para caixa de escadas – parede de betão armado com isolante térmico e forra de tijolo de 7cm

$$M_{si} = \text{Massa alvenaria tijolo 7cm} = 120 \rightarrow 120 \text{ Kg/m}^2$$

Revestimento interior: estuque com 2cm

$$R_t = 0,02 / 1,30 = 0,07 < 0,14 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W} \rightarrow r = 1$$

Parede para CHC e para lavanderia – parede em alvenaria de tijolo de 22cm

$$M_{si} = \text{Massa alvenaria tijolo 22} = 220 / 2 \rightarrow 110 \text{ Kg/m}^2$$

Revestimento interior: reboco com 2cm

$$R_t = 0,02 / 1,30 = 0,02 < 0,14 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W} \rightarrow r = 1$$

Pavimento em contato com outras habitações – esta solução prevê a utilização de uma camada em material resiliente ($\lambda = 0,0065 \text{ W/m} \cdot \text{°C}$) para permitir o isolamento acústico a sons de percussão

$$M_{si} = \text{Massa lajeta flutuante} = 0,04 * 2500 \rightarrow 100 \text{ Kg/m}^2$$

Revestimento interior: madeira

$$R_t = 0,01 / 0,23 = 0,04 < 0,14 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W} \rightarrow r = 1$$

Teto em contato com outras habitações – esta solução prevê a utilização de uma camada em material resiliente ($\lambda = 0,0065 \text{ W/m} \cdot \text{°C}$) para permitir o isolamento acústico a sons de percussão

$$M_{si} = \text{Massa laje aligeirada} = 350 \rightarrow 150 \text{ Kg/m}^2$$

Revestimento interior: estuque

$$R_t = 0,02 / 0,30 = 0,07 < 0,14 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W} \rightarrow r = 1$$

Paredes entre habitações – parede dupla em alvenaria de tijolo de 15cm com lã de rocha.

$$M_{si} = \text{Massa alvenaria tijolo 15} = 180 \rightarrow 150 \text{ Kg/m}^2$$

Revestimento interior: reboco

$$R_t = 0,02 / 1,30 = 0,02 < 0,14 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W} \rightarrow r = 1$$

○ **Elementos interiores à fração**

Paredes divisórias

$$M_{si} = \text{Massa alvenaria tijolo 11} = 150 \rightarrow 150 \text{ Kg/m}^2$$

Revestimento interior: reboco 2 faces

$$R_t = 0,02 / 1,30 = 0,02 < 0,14 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W} \rightarrow r = 1$$

Pode-se resumir estes cálculos na Tabela 58

Tabela 58 – Resumo inércia térmica

EL1	M _{si} [kg/m ²]	r _i	S _i [m ²]	M _{si} · r _i · S _i [kg]
Envolvente exterior				
Parede exterior	150	1	46,25	6 937,50
Vigas	150	1	9,64	1 476,00
Pilares	150	1	6,38	957,00
Cobertura em terraço	150	1	24,18	3 627,00
Espaços não uteis				
P. caixa de escadas	120	1	10,66	1 279,20
P. CHC	110	1	11,37	1 250,70
P. lavanderia	110	1	1,96	215,60

Contacto com outras habitações				
Pavimento	100	1	109,61	10 961,00
Teto	150	1	85,63	12 844,50
P. entre habitações	150	1	21,84	3 276,00
EL3	Msi	ri	Si	It
Interiores à fração				
P. divisórias	150	1	102,50	15 375,00
TOTAL				58 198,90

Inércia térmica desta fração apresenta o valor de $58.198,9 / 109,6 = 531 \text{kg/m}^2$ que como é superior a 400 representa uma Inércia Térmica forte.

Em virtude dos ganhos úteis são uma percentagem dos ganhos brutos, é possível agora fazer o seu cálculo.

$$Q_{g,i} = Q_{int,i} + Q_{sol,i} = 1.960,77 + 2.176,46 = 4 137,23 \text{ kWh}$$

$$Q_{tr,i} = 0,024 * GD * H_{tr,i} = 0,024 * 1220 * 164,53 = 4 817,44 \text{ kWh}$$

$$Q_{ve,i} = 0,024 * GD * H_{ve,i} = 0,024 * 1220 * 77,66 = 2 330,70 \text{ kWh}$$

$$\gamma = \frac{Q_{g,i}}{Q_{tr,i} + Q_{ve,i}} = \frac{4 173,23}{4 817,44 + 2 330,70} \cong 0,58$$

Considerando uma inércia térmica forte $a = 4,2$

$$\eta_i = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} = \frac{1 - 0,58^{4,2}}{1 - 0,58^{4,2+1,0}} = 0,955$$

$$Q_{gu,i} = \eta_i * Q_{g,i} = 0,955 * 4 137,23 = 3 951,21 \text{ kWh}$$

Para se efetuar a verificação regulamentar nesta estação é preciso demonstrar que:

$$N_{ic} = \frac{(Q_{tr,i} + Q_{ve,i} - Q_{gu,i})}{A_p} \leq N_i$$

$$N_{ic} = \frac{(Q_{tr,i} + Q_{ve,i} - Q_{gu,i})}{A_p} = \frac{(4 817,44 + 2 330,70 - 3 951,21)}{109,89} \\ = 29,11 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 * \text{ano}}$$

O valor máximo permitido para esta estação é obtido considerando uma fração equivalente à fração em estudo, mas com as seguintes condições:

- Soluções construtivas de referência;
- Taxa de renovação de ar de referência – será igual ao valor de cálculo mas até ao máximo de $0,6 \text{h}^{-1}$;

- Área de envidraçados no máximo de 20% da área de pavimento, sendo o valor excedentário considerado como área opaca;
- Ganhos solares de referência;
- Fator de utilização dos ganhos de 0,6.

Todos os cálculos são apresentados em anexo.

$$Ni = \frac{(Q_{tr,ref} + Q_{ve,ref} - Q_{gu,ref})}{Ap}$$

$$H_{ext,ref} = \sum_i(U_i * A_i) + \sum_j(\Psi_j * B_j) = 137,11 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$H_{enu,ref} = b_{tr} * [\sum_i(U_i * A_i) + \sum_j(\Psi_j * B_j)] = 22,44 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$H_{tr,ref} = H_{ext} + H_{enu} + H_{adj} + H_{ees} = 137,11 + 22,44 = 159,55 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$Q_{tr,ref} = 0,024 * GD * H_{tr,ref} = 0,024 * 1220 * 159,55 = 4 671,3 \text{ kWh}$$

Perdas de calor por renovação do ar de referência na estação de aquecimento:

$$H_{ve,ref} = 0,34 * R_{ph,i} * Ap * Pd = 0,34 * 0,6 * 109,8 * 2,6 = 58,24 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$Q_{ve,ref} = 0,024 * GD * H_{ve,ref} = 0,024 * 1220 * 58,24 = 1 705,27 \text{ kWh}$$

Ganhos térmicos internos de referência na estação de aquecimento

$$Q_{int,ref} = 0,72 * 4 * M * Ap = 0,72 * 4 * 109,81 * 6,2 = 1 960,77 \text{ kWh}$$

Ganhos térmicos solares de referência na estação de aquecimento

$$Q_{sol,ref} = G_{sul} * 0,182 * 0,2 * Ap = 130 * 0,182 * 0,2 * 109,81 = 519,6 \text{ kWh}$$

Ganhos brutos de referência na estação de aquecimento

$$Q_{g,i,ref} = Q_{int,ref} + Q_{sol,ref} = 1 960,77 + 519,62 = 2 480,39 \text{ kWh}$$

Ganhos térmicos úteis de referência na estação de aquecimento

$$Q_{gu,ref} = \eta_i * Q_{g,ref} = 0,6 * 2 480,39 = 1 488,23 \text{ kWh}$$

$$Ni = \frac{(Q_{tr,i} + Q_{ve,ref} - Q_{gu,ref})}{Ap} = \frac{(4 671,3 + 1 705,3 - 1 488,2)}{109,8}$$

$$= 44,52 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 * \text{ano}}$$

$$Nic < Ni \Leftrightarrow 29,11 < 44,52$$

Como se pode observar, esta fração está regulamentar na estação de aquecimento.

5.7. Necessidades de energia na estação de arrefecimento e verificação regulamentar

Todos os cálculos relativos ao comportamento térmico desta habitação encontram-se em anexo, tendo-se optado por colocar no corpo deste trabalho apenas os valores mais importantes.

O coeficiente global de perdas por transmissão, $H_{tr,v}$, resulta unicamente dos valores relativos às perdas pela envolvente exterior e para ENU, em virtude de não existirem edifícios adjacentes nem elementos em contato com o solo.

$$H_{ext,v} = \sum_i (U_i * A_i) + \sum_j (\Psi_j * B_j) = 134,78 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$H_{enu,v} = b_{tr} * [\sum_i (U_i * A_i) + \sum_j (\Psi_j * B_j)] = 29,75 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$H_{tr,v} = H_{ext,v} + H_{enu,v} + H_{adj} + H_{ees} = 134,78 + 29,75 = 164,53 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$Q_{tr,v} = H_{tr,v} * (25 - \theta_{v,ext}) * 2,928 = 164,53 * (25 - 20,9) * 164,53 = 1\,975,1 \text{ kWh}$$

As perdas por renovação de ar utilizam a mesma taxa obtida para a estação de aquecimento, em virtude desse valor ser superior a $0,6\text{h}^{-1}$.

$$H_{ve,v} = 0,34 * R_{ph,v} * A_p * P_d = 0,34 * 0,82 * 109,8 * 2,6 = 79,60 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$Q_{ve,v} = H_{ve,v} * (25 - \theta_{v,ext}) * 2,928 = 79,60 * (25 - \theta_{v,ext}) * 2,928 = 955,58 \text{ kWh}$$

Os ganhos solares foram quantificados para todos os envidraçados, do seguinte modo:

- **Envidraçados dos Quartos (Norte)**

$$I_{sol} = 220 \text{ kWh / m}^2 * \text{ano}$$

$$\text{Área de envidraçados - } A_w = 5,61 \text{ m}^2$$

Fator de sombreamento

$$F_s = F_h * F_o * F_f = 1,00 * 1,00 * 1,00 \Leftrightarrow F_s = 0,90$$

Fator solar de verão

$$g_v = \frac{F_{m,v}}{F_{m,v}} * g_t + (1 - F_{m,v}) * F_{w,v} * g_{\perp,vi} = 0,78 * 0,80 = 0,62$$

- **Envidraçados da Sala (Sul)**

$$I_{sol} = 425 \text{ kWh / m}^2 * \text{ano}$$

$$\text{Área de envidraçados - } A_w = 9,68 \text{ m}^2$$

Fator de sombreamento

$$F_s = F_h * F_o * F_f = 1,00 * 0,75 * 0,87 \Leftrightarrow F_s = 0,65$$

Fator solar de verão

$$g_v = F_{m,v} * g_t + (1 - F_{m,v}) * F_{w,v} * g_{\perp,vi} = 0,6 * 0,04 + 0,4 * 0,78 * 0,75 = 0,26$$

- **Envidraçados da Cozinha (Sul)**

$I_{sol} = 425 \text{ kWh} / \text{m}^2 * \text{ano}$

Área de envidraçado com vidro duplo - $A_{w d} = 1,10\text{m}^2$

Área de envidraçado com vidro simples - $A_{w s} = 0,66\text{m}^2$

Fator de sombreamento

$$F_s = F_h * F_o * F_f = 1,00 * 0,63 * 0,87 \Leftrightarrow F_s = 0,63$$

Fatores solares de verão

$$g_v = F_{m,v} * g_t + (1 - F_{m,v}) * F_{w,v} * g_{\perp,vi} = 0,6 * 0,38 + 0,4 * 0,72 * 0,75 = 0,46$$

$$g_v = F_{m,v} * g_t + (1 - F_{m,v}) * F_{w,v} * g_{\perp,vi} = 0,6 * 0,34 + 0,4 * 0,87 * 0,80 = 0,48$$

- **Envidraçados para ENU**

$I_{sol} = 425 \text{ kWh} / \text{m}^2 * \text{ano}$

Área de envidraçado $A_w = 1,68\text{m}^2$

$$A_{s,ij} = (A_w)_{int} * (F_g)_{int} * (F_g)_{enu} * (g_i)_{int} * (g_i)_{enu} = 1,68 * 0,70 * 0,87 * 0,90 * 1,00 = 0,92 \text{ m}^2$$

$$Q_{sol,v} = \sum_j [I_{sol j} * \sum_n F_{s,v nj} * A_{s,v nj}] = (220 * 0,9 * 5,61 * 0,7 * 0,624) + 425[(0,65 * 9,68 * 0,7 * 2,58) + (0,63 * 1,1 * 0,7 * 0,46) + (0,63 * 0,66 * 0,7 * 0,48)] + (425 * 1 * 0,92) = 1 514,34 \text{ kWh}$$

Na quantificação dos ganhos solares pela envolvente opaca (paredes exteriores, pilares, vigas, caixas de estores e cobertura em terraço) pode ser desprezado o sombreamento e os valores obtidos são:

$$Q_{gsol,v} = 162,40 \text{ Kwh}$$

Os ganhos internos são obtidos considerando também o valor de $4\text{W}/\text{m}^2$.

$$Q_{int,v} = 4 * A_p * 2,928 = 4 * 109,81 * 2,928 = 1 286,09 \text{ kWh}$$

Os ganhos brutos resultam dos ganhos internos e dos ganhos solares pelos envidraçados e pela envolvente opaca exterior.

$$Q_{g,v} = Q_{int,v} + Q_{sol,v} = 1 286,09 + 162,40 + 1 514,34 = 2 962,84 \text{ kWh}$$

Para determinar os ganhos úteis, é necessário calcular o fator de utilização dos ganhos.

$$\gamma = \frac{Q_{g,v}}{Perdas} = \frac{Q_{g,v}}{Q_{tr,v} + Q_{ve,v}} = \frac{2 962,84}{1 975,13 + 955,58} \cong 1,011$$

Considerando uma inércia térmica forte, $a = 4,2$

$$\eta_v = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} = \frac{1 - 1,01^{4,2}}{1 - 1,01^{4,2+1,0}} = 0,80$$

$$N_{vc} = \frac{(1 - \eta_v) * Q_{g,v}}{A_p} = \frac{(1 - 0,8) * 2\,962,84}{109,81} = 5,31 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano}$$

Para se efetuar a verificação regulamentar, o valor do fator de utilização dos ganhos de referência terá que ser quantificado em função do gradiente de temperatura entre o valor de conforto, 25°C e a temperatura média exterior durante esta estação.

$$\Delta\theta = 25 - 20,9 = 4,1^\circ\text{C}$$

$$\eta_{v\,ref} = 0,52 + 0,22 * \ln(4,1) = 0,83$$

$$\begin{aligned} \frac{Q_{g,v\,ref}}{A_p} &= (4 * 2,928 + 0,43 * 0,20 * 490) = 53,85 * 109,81 \\ &= 5.913,27 \text{ kWh/m}^2 \end{aligned}$$

$$N_v = \frac{(1 - \eta_{v\,ref}) * Q_{g,v\,ref}}{A_p} = \frac{(1 - 0,83) * 5\,913,27}{109,81} = 9,15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano}$$

$$N_{vc} < N_v \Leftrightarrow 5,31 < 9,15$$

Como se pode observar, esta fração está regulamentar na estação de arrefecimento.

5.8. Necessidades nominais de energia para preparação de AQS.

Para determinar a energia necessária para a preparação de águas quentes sanitárias, foi considerada a tipologia da habitação, T₃ (4 ocupantes convencionais).

$$M_{AQS} = 40 * n * f_{eh} = 40 * 4 * 1,00 = 160 \text{ litros}$$

$$Q_a = \frac{(160 * 4187 * 35 * 365)}{3\,600\,000} = 2\,377,29 \text{ kWh}$$

5.9. Energia solar.

A quantificação da energia solar foi realizada com o software SOLTERM.

Foi considerada a existência de coletores solares padrão com as características definidas na legislação, nomeadamente:

- 1 Coletor padrão por ocupante convencional. Este edifício apresenta 10 habitações de tipologia T₃ e um T₄₊₁, pelo que o número de ocupantes convencionais é 46;
- Características do coletor padrão: a₁ = 4,12W/m².K; a₂ = 0,014W/(m².K²); rendimento ótico de 73%; o modificador de ângulo de incidência a 50° é de 0,91; orientados a Sul e com uma inclinação de 35°;
- O consumo da AQS foi de 40 litros/ocupante convencional.
- O valor da energia solar total fornecida ao edifício por este sistema foi de 19472 kWh/ano, tendo sido dividida proporcionalmente pelo número de ocupantes convencionais de cada uma das frações. Assim, para esta habitação o valor obtido foi de 1 693,2kWh/ano.

5.10. Valor máximo para as necessidades nominais anuais de energia primária e verificação regulamentar

As expressões de cálculo já foram explicadas no capítulo anterior.

Como solução base considerou-se que a habitação não tinha definido, na fase de projeto, nenhum sistema para climatização e águas quentes sanitárias.

Assim, teve-se que se utilizar as soluções indicadas na legislação por defeito:

- Aquecimento – resistência elétrica;
- Arrefecimento – um sistema split ou multisplit com permuta de ar – ar.
- AQS – uma caldeira a gás.

Relativamente à energia solar, nesta fase foram considerados os coletores padrão definidos na legislação e o valor da energia solar foi determinado com o software SOLTERM e apresentado em anexo.

$$N_{tc} = \frac{N_{ic}}{\eta} * F_{pu} + \delta \frac{N_{vc}}{\eta} * F_{pu} + \frac{\frac{Q_a}{A_p}}{\eta * F_{pu}} + \frac{W_{vm}}{A_p} * F_{pu} - \frac{E_{ren}}{A_p} * F_{pu} \Leftrightarrow$$

$$N_{tc} = \frac{29,11}{1} * 2,5 + 1 \frac{5,31}{2,8} * 2,5 + \frac{2\,377,29}{109,81} * 1 + 0 * F_{pu} - \frac{1\,693,2}{109,81} * 1 \Leftrightarrow$$

$$N_{tc} = 88,50 \frac{kWh_{ep}}{m^2 * ano}$$

$$N_t = \frac{N_i}{\eta_{ref}} * F_{pu} + \delta \frac{N_v}{\eta_{ref}} * F_{pu} + \frac{\frac{Q_a}{A_p}}{\eta_{ref} * F_{pu}} \Leftrightarrow$$

$$N_t = \frac{44,52}{\eta} * F_{pu} + 1 \frac{9,13}{\eta} * F_{pu} + \frac{2\,377,29}{0,86 * F_{pu}} = 144,62 \frac{kWh_{ep}}{m^2 * ano}$$

$$N_{tc} < N_t \Leftrightarrow 88,50 < 144,62$$

Como se pode verificar a habitação está regulamentar.

$$R_{Nt} = \frac{N_{tc}}{N_t} = \frac{88,50}{144,62} = 0,61 \rightarrow \text{Classe B}$$

Com a solução base, utilizando as soluções por defeito, a classe energética da habitação é Classe B.

5.11. Solução alternativa para climatização e AQS

Neste ponto serão apresentadas diversas alternativas de equipamentos para efetuar aquecimento, arrefecimento e preparação de AQS, com o objetivo de comparar a sua influência na classe energética da fração autónoma.

Como **Opção 1**, mantiveram-se as soluções iniciais no que diz respeito ao arrefecimento e AQS, e para o aquecimento utilizou-se uma caldeira a gás. Foi-se variando a classe de eficiência energética da caldeira de forma e ver como se comportaria a classe energética da habitação.

Para a **Opção 1.1**, utilizou-se uma caldeira a gás de classe de eficiência energética B, $\eta_{\min} = 82\%$:

$$N_{tc} = \frac{29,11}{0,82} * 1 + 1 \frac{5,31}{2,80} * 2,5 + \frac{2\ 377,29}{109,81} * 1 + 0 * F_{pu} - \frac{1\ 693,2}{109,81} * 1 \Leftrightarrow$$

$$N_{tc} = 51,23 \frac{kWh_{ep}}{m^2 * ano}$$

$$N_{tc} < N_t \Leftrightarrow 51,23 < 144,62$$

Como se pode verificar a habitação continua regulamentar.

$$R_{Nt} = \frac{N_{tc}}{N_t} = \frac{51,23}{144,62} = 0,354 \rightarrow \text{Classe A}$$

Para a **Opção 1.2**, utilizou-se uma caldeira a gás de classe de eficiência energética B, $\eta_{\min} = 86\%$:

$$N_{tc} = \frac{29,11}{0,86} * 1 + 1 \frac{5,31}{2,80} * 2,5 + \frac{2\ 377,29}{109,81} * 1 + 0 * F_{pu} - \frac{1\ 693,2}{109,81} * 1 \Leftrightarrow$$

$$N_{tc} = 48,35 \frac{kWh_{ep}}{m^2 * ano}$$

$$N_{tc} < N_t \Leftrightarrow 48,35 < 144,62$$

Como se pode verificar a habitação continua regulamentar.

$$R_{Nt} = \frac{N_{tc}}{N_t} = \frac{48,35}{144,62} = 0,334 \rightarrow \text{Classe A}$$

Como **Opção 1.3.**, utilizou-se uma caldeira de classe de eficiência energética A+, $\eta_{\min} = 92\%$:

$$N_{tc} = \frac{29,11}{0,92} * 1 + 1 \frac{5,31}{2,80} * 2,5 + \frac{2\ 377,29}{109,81} * 1 + 0 * F_{pu} - \frac{1\ 693,2}{109,81} * 1 \Leftrightarrow$$

$$N_{tc} = 44,50 \frac{kWh_{ep}}{m^2 * ano}$$

$$N_{tc} < N_t \Leftrightarrow 44,50 < 144,62$$

Como se pode verificar a habitação continua regulamentar.

$$R_{Nt} = \frac{N_{tc}}{N_t} = \frac{44,50}{144,62} = 0,308 \rightarrow \text{Classe A}$$

Como **Opção 1.4.**, utilizou-se uma caldeira de classe de eficiência energética A++, $\eta_{\min} = 96\%$, para aquecimento temos:

$$N_{tc} = \frac{29,11}{0,96} * 1 + 1 \frac{5,31}{2,80} * 2,5 + \frac{2\ 377,29}{109,81} * 1 + 0 * \frac{F_{pu}}{p_{pu}} - \frac{1\ 693,2}{109,81} * 1 \Leftrightarrow$$

$$N_{tc} = 42,20 \frac{kWhep}{m^2 * ano}$$

$$N_{tc} < N_t \Leftrightarrow 42,20 < 144,62$$

Como se pode verificar a habitação continua regulamentar.

$$R_{Nt} = \frac{N_{tc}}{N_t} = \frac{42,20}{144,62} = 0,292 \rightarrow \text{Classe A}$$

Como **Opção 2.**, mantiveram-se as soluções iniciais no que diz respeito ao arrefecimento e AQS, e para o aquecimento utilizou-se uma bomba de calor. Foi-se variando o coeficiente de performance da bomba de calor de forma a ver como se comportaria a classe energética da habitação.

Para a **Opção 2.1.**, utilizou-se uma bomba de calor com coeficiente de performance de 2,80.

$$N_{tc} = \frac{29,11}{2,80} * 2,5 + 1 \frac{5,31}{2,80} * 2,5 + \frac{2\ 377,29}{0,82} * 1 + 0 * \frac{F_{pu}}{p_{pu}} - \frac{1\ 693,2}{109,81} * 1 \Leftrightarrow$$

$$N_{tc} = 41,72 \frac{kWhep}{m^2 * ano}$$

$$N_{tc} < N_t \Leftrightarrow 41,72 < 144,62$$

Como se pode verificar a habitação continua regulamentar.

$$R_{Nt} = \frac{N_{tc}}{N_t} = \frac{41,72}{144,62} = 0,288 \rightarrow \text{Classe A}$$

Para a **Opção 2.2.**, utilizou-se uma bomba de calor com coeficiente de performance de 3,00.

$$N_{tc} = \frac{29,11}{3,00} * 2,5 + 1 \frac{5,31}{2,80} * 2,5 + \frac{2\ 377,29}{0,82} * 1 + 0 * \frac{F_{pu}}{p_{pu}} - \frac{1\ 693,2}{109,81} * 1 \Leftrightarrow$$

$$N_{tc} = 39,98 \frac{kWhep}{m^2 * ano}$$

$$N_{tc} < N_t \Leftrightarrow 39,98 < 144,62$$

Como se pode verificar a habitação continua regulamentar.

$$R_{Nt} = \frac{N_{tc}}{N_t} = \frac{39,98}{144,62} = 0,276 \rightarrow \text{Classe A}$$

Para a **Opção 2.3**, utilizou-se uma bomba de calor com coeficiente de performance de 3,20.

$$N_{tc} = \frac{29,11}{3,20} * 2,5 + 1 \frac{5,31}{2,80} * 2,5 + \frac{2\ 377,29}{109,81} * 1 + 0 * \frac{F_{pu}}{p_{pu}} - \frac{1\ 693,2}{109,81} * 1 \Leftrightarrow$$

$$N_{tc} = 38,47 \frac{kWh_{ep}}{m^2 * ano}$$

$$N_{tc} < N_t \Leftrightarrow 38,47 < 144,62$$

Como se pode verificar a habitação continua regulamentar.

$$R_{Nt} = \frac{N_{tc}}{N_t} = \frac{38,47}{144,62} = 0,266 \rightarrow \text{Classe A}$$

Para a **Opção 2.4**, utilizou-se uma bomba de calor com coeficiente de performance de 3,40.

$$N_{tc} = \frac{29,11}{3,40} * 2,5 + 1 \frac{5,31}{2,80} * 2,5 + \frac{2\ 377,29}{109,81} * 1 + 0 * \frac{F_{pu}}{p_{pu}} - \frac{1\ 693,2}{109,81} * 1 \Leftrightarrow$$

$$N_{tc} = 37,13 \frac{kWh_{ep}}{m^2 * ano}$$

$$N_{tc} < N_t \Leftrightarrow 37,13 < 144,62$$

Como se pode verificar a habitação continua regulamentar.

$$R_{Nt} = \frac{N_{tc}}{N_t} = \frac{37,13}{144,62} = 0,257 \rightarrow \text{Classe A +}$$

Como **Opção 3**, mantiveram-se as soluções iniciais no que diz respeito ao aquecimento, arrefecimento e AQS, mas no caso do arrefecimento foi-se variando o índice de eficiência de energia do ar condicionado de forma a ver como se comportaria a classe energética da habitação.

Para a **Opção 3.1**, utilizou-se um ar condicionado com índice de eficiência de energia de 3,00.

$$N_{tc} = \frac{29,11}{1} * 2,5 + 1 \frac{5,31}{3,00} * 2,5 + \frac{2\ 377,29}{109,81} * 1 + 0 * \frac{F_{pu}}{p_{pu}} - \frac{1\ 693,2}{109,81} * 1 \Leftrightarrow$$

$$N_{tc} = 88,19 \frac{kWh_{ep}}{m^2 * ano}$$

$$N_{tc} < N_t \Leftrightarrow 88,19 < 144,62$$

Como se pode verificar a habitação continua regulamentar.

$$R_{Nt} = \frac{N_{tc}}{N_t} = \frac{88,19}{144,62} = 0,610 \rightarrow \text{Classe B}$$

Para a **Opção 3.2**, utilizou-se um ar condicionado com índice de eficiência de energia de 4,25.

$$N_{tc} = \frac{29,11}{1} * 2,5 + 1 \frac{5,31}{4,25} * 2,5 + \frac{2\ 377,29}{109,81} * 1 + 0 * F_{pu} - \frac{1\ 693,2}{109,81} * 1 \Leftrightarrow$$

$$N_{tc} = 86,89 \frac{kWh_{ep}}{m^2 * ano}$$

$$N_{tc} < N_t \Leftrightarrow 86,89 < 144,62$$

Como se pode verificar a habitação continua regulamentar.

$$R_{Nt} = \frac{N_{tc}}{N_t} = \frac{86,89}{144,62} = 0,601 \rightarrow \text{Classe B}$$

Como **Opção 4**, mantiveram-se as soluções iniciais no que diz respeito ao aquecimento, arrefecimento e AQS, mas no caso do AQS utilizou-se um esquentador a gás e foi-se variando o rendimento nominal de forma a ver como se comportaria a classe energética da habitação.

Para a **Opção 4.1**, utilizou-se um esquentador a gás com $\eta_{\min} = 84\%$:

$$N_{tc} = \frac{29,11}{1} * 2,5 + 1 \frac{5,31}{2,8} * 2,5 + \frac{2\ 377,29}{109,81} * 1 + 0 * F_{pu} - \frac{1\ 693,2}{109,81} * 1 \Leftrightarrow$$

$$N_{tc} = 87,88 \frac{kWh_{ep}}{m^2 * ano}$$

$$N_{tc} < N_t \Leftrightarrow 87,88 < 144,62$$

Como se pode verificar a habitação continua regulamentar.

$$R_{Nt} = \frac{N_{tc}}{N_t} = \frac{87,88}{144,62} = 0,608 \rightarrow \text{Classe B}$$

Para a **Opção 4.2**, utilizou-se um esquentador a gás com $\eta_{\min} = 100\%$:

$$N_{tc} = \frac{29,11}{1} * 2,5 + 1 \frac{5,31}{2,8} * 2,5 + \frac{2\ 377,29}{109,81} * 1 + 0 * F_{pu} - \frac{1\ 693,2}{109,81} * 1 \Leftrightarrow$$

$$N_{tc} = 83,75 \frac{kWh_{ep}}{m^2 * ano}$$

$$N_{tc} < N_t \Leftrightarrow 83,75 < 144,62$$

Como se pode verificar a habitação continua regulamentar.

$$R_{Nt} = \frac{N_{tc}}{N_t} = \frac{83,75}{144,62} = 0,579 \rightarrow \text{Classe B}$$

Como **Opção 5**, mantiveram-se as soluções iniciais no que diz respeito ao aquecimento, arrefecimento e AQS, mas no caso do AQS utilizou-se um termoacumulador com capacidade de 200 litros de água.

Para a **Opção 5.1**, utilizou-se um termoacumulador com $\eta = 93\%$:

$$N_{tc} = \frac{29,11}{1} * 2,5 + 1 \frac{5,31}{2,8} * 2,5 + \frac{2377,29}{109,81} * 2,5 + \theta * F_{pu} - \frac{1693,2}{109,81} * 1 \Leftrightarrow$$

$$N_{tc} = 120,30 \frac{kWh_{ep}}{m^2 * ano}$$

$$N_{tc} < N_t \Leftrightarrow 120,30 < 144,62$$

$$R_{Nt} = \frac{N_{tc}}{N_t} = \frac{120,30}{144,62} = 0,832 \rightarrow \text{Classe B -}$$

Para uma mais fácil comparação dos resultados entre as opções escolhidas, optou-se por apresentar os valores resumidos na Tabela 59

Tabela 59 – Tabela resumo opções escolhidas

Opção	Aquecimento	Arrefecimento	AQS	$\frac{N_{tc}}{N_t}$	Classe Energética
0.	Resistência	Ar Condicionado	Caldeira		
	$\eta = 100\%$	EER = 2,80	$\eta = 82\%$	0,612	B
1.	Caldeira	Ar Condicionado	Caldeira		
1.1.	$\eta = 82\%$	EER = 2,80	$\eta = 82\%$	0,354	A
1.2.	$\eta = 86\%$	EER = 2,80	$\eta = 86\%$	0,334	A
1.3.	$\eta = 92\%$	EER = 2,80	$\eta = 92\%$	0,308	A
1.4.	$\eta = 96\%$	EER = 2,80	$\eta = 96\%$	0,292	A
2.	Bomba Calor	Ar Condicionado	Caldeira		
2.1.	COP = 2,80	EER = 2,80	$\eta = 82\%$	0,288	A
2.2.	COP = 3,00	EER = 2,80	$\eta = 82\%$	0,276	A
2.3.	COP = 3,20	EER = 2,80	$\eta = 82\%$	0,266	A
2.4.	COP = 3,40	EER = 2,80	$\eta = 82\%$	0,257	A+
3.	Resistência	Ar Condicionado	Caldeira		
3.1.	$\eta = 100\%$	EER = 3,00	$\eta = 82\%$	0,610	B
3.2.	$\eta = 100\%$	EER = 4,25	$\eta = 82\%$	0,601	B
4.	Resistência	Ar Condicionado	Esquentador		
4.1.	$\eta = 100\%$	EER = 2,80	$\eta = 84\%$	0,608	B
4.2.	$\eta = 100\%$	EER = 2,80	$\eta = 100\%$	0,579	B
5.	Resistência	Ar Condicionado	Termoacumulador		
5.1.	$\eta = 100\%$	EER = 2,80	$\eta = 93\%$	0,832	B-

Analisando esses valores, é possível constatar o seguinte:

- O sistema definido por defeito na legislação, conduziu à classe B;
- Todas as opções que incluíam o sistema por defeito para arrefecimento e uma caldeira para aquecimento e AQS, conduziram à classe A. Pode-se verificar ainda que a variação da eficiência da caldeira não teve influência no resultado final;
- A utilização de uma bomba de calor conduziu à classe energética A, tendo-se mesmo atingido a classe A+ para um COP de 3,4;
- Todas as soluções que utilizam resistência elétrica para aquecimento, caldeira para preparação de AQS e ar condicionado para arrefecimento, conduzem a valores muito semelhantes do quociente N_{tc}/N_t ;
- A pior solução, classe B-, é a que preconiza a utilização de uma resistência elétrica para aquecimento e um termoacumulador para AQS.

6. Conclusões

Esta dissertação de mestrado assumiu como objetivo principal compreender qual a influência dos equipamentos de aquecimento, arrefecimento e AQS na certificação energética de edifícios.

Iniciada a dissertação ainda com o Regulamento de Características e Comportamento Térmico dos Edifícios em vigor, RCCTE, houve em primeiro lugar a necessidade de efetuar um estudo e uma revisão da legislação, para tentar perceber onde se encontravam as diferenças para o novo Sistema de Certificação de Edifícios.

O trabalho iniciou-se após esse estudo e apoiou-se na sua aplicação prática a uma fração autónoma, para que fosse mais fácil: obter dados que incorressem num erro menor pois resultavam de situações concretas, assimilar os diferentes conceitos envolvidos, perceber a influência que cada parâmetro tem no desempenho energético de uma habitação e na sua classe energética. Deste estudo retiraram-se alguns resultados. Em primeiro lugar verificou-se que a escolha dos equipamentos para aquecimento, arrefecimento e AQS é primordial para a determinação da classe energética de edifícios. Foi também possível concluir que a solução de bomba de calor, para aquecimento, e o ar condicionado, para arrefecimento juntamente com a caldeira a gás é a solução que conduz à melhor classe energética, A+.

Conclui-se ainda que a tecnologia, no que diz respeito aos equipamentos para aquecimento, arrefecimento e AQS, se encontra já com um elevado padrão de qualidade sendo que a variação da eficiência de energia para cada tipo de equipamento em pouco ou nada interfere na determinação da classe energética de edifícios.

Para finalizar a análise dos resultados e considerando a perspetiva do ocupante da habitação, há sempre que ponderar a questão financeira da compra dos equipamentos, cuja variação da eficiência de energia se repercute no bolso dos consumidores e estes deverão fazer contas sobre o retorno do investimento. Seria interessante avaliar o custo de cada tipo de equipamentos. De notar que há Câmaras Municipais, por exemplo a de Lisboa, que aprovou em deliberação municipal a proposta de redução do Imposto Municipal sobre Imóveis, em 10%, para edifícios que tenham Classe Energética A ou A+ e que existem Benefícios fiscais em sede de IRS designadamente ao Código do Imposto sobre o Rendimento das Pessoas

Singulares, de que se destaca o n.º 6 do Artigo 85.º, indicando que as deduções à coleta dos encargos estabelecidos no n.º 1 do referido Artigo acrescem 10 % no caso de imóveis classificados na categoria A ou A+, de acordo com certificado energético atribuído.

Por fim, este estudo constituiu apenas um pequeno contributo para o conhecimento dos projetistas e consumidores, da importância da escolha dos equipamentos de climatização e preparação de águas quentes sanitárias na certificação energética de edifícios. Dada a importância e atualidade do tema a nível nacional e europeu, considera-se que muito há ainda a fazer na vertente da poupança de energia em edifícios de habitação e na consequente diminuição da libertação de gases de efeito de estufas, sendo que o potencial de soluções a estudar nesta área é enorme.

Referências Documentais

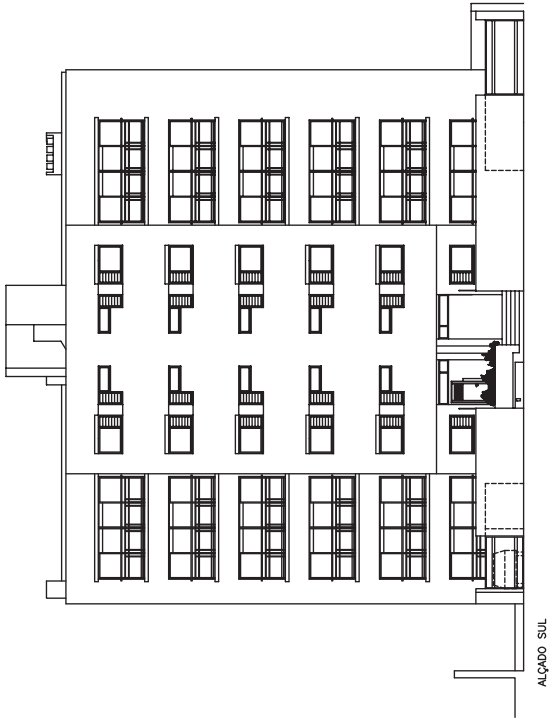
- [01] - Despacho N.º 15793-F/2013. D.R. II Serie. 234 (03-12-2013) 26 – 31.
- [02] - Portaria N.º 349-B/2013. D.R. II Serie. 234 (29-11-2013) 18 – 29.
- [03] - Despacho N.º 15793-K/2013. D.R. II Serie. 234 (03-12-2013) 58 – 87.
- [04] - Despacho N.º 15793-I/2013. D.R. II Serie. 234 (03-12-2013) 41 – 54.
- [05] - Despacho N.º 15793-C/2013. D.R. II Serie. 234 (03-12-2013) 9 – 12.
- [06] - Despacho N.º 15793-D/2013. D.R. II Serie. 234 (03-12-2013) 13.
- [07] - Despacho N.º 15793-E/2013. D.R. II Serie. 234 (03-12-2013) 14 – 25.
- [08] - Despacho N.º 15793-G/2013. D.R. II Serie. 234 (03-12-2013) 32 – 35.
- [09] - Despacho N.º 15793-H/2013. D.R. II Serie. 234 (03-12-2013) 36 – 40.
- [10] - Despacho N.º 15793-J/2013. D.R. II Serie. 234 (03-12-2013) 55 – 57.
- [11] - Despacho N.º 15793-L/2013. D.R. II Serie. 234 (03-12-2013) 8.
- [12] - Lei n.º 118/2013. D.R. I Serie. 159 (20-08-2013) 4988 – 5005.
- [13] - Lei n.º 58/2013. D.R. I Serie. 159 (20-08-2013) 4923 – 4926.
- [14] - Portaria N.º 349-A/2013. D.R. II Serie. 234 (29-11-2013) 13 – 17.
- [15] - Portaria N.º 349-C/2013. D.R. II Serie. 234 (29-11-2013) 20 – 38.
- [16] - Portaria N.º 349-D/2013. D.R. II Serie. 234 (29-11-2013) 40 – 72.
- [17] - Portaria N.º 353-A/2013. D.R. I Serie. 235 (04-12-2013) 2– 10.
- [18] - SANTOS, Pina dos; MATIAS, Luís. ITE50. Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios. Versão atualizada 2006. Editor LNEC.
- [19] - SolTerm. Análise de desempenho de sistemas solares [Online]
<http://www.lneg.pt/iedt/projectos/370/>
- [20] - RCCTE. Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios [Online] <http://www.rccte.com/rccte>
- [21] - Maia Digital [Online] <http://ambiente.maiadigital.pt/ambiente/energia/mais-informacao-1/sobre-as-questoes-energeticas/>

[22] - EDP [Online] www.eco.edp.pt/certificacao-energetica

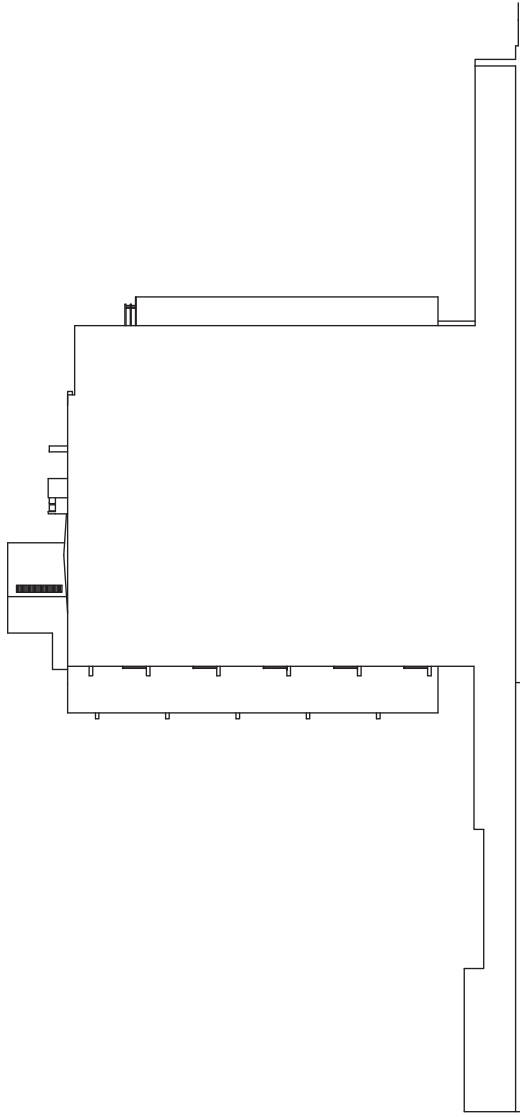
[23] - Vulcano [Online] www.vulcano.pt

[24] - Neto, Teresa Carvalho; EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUSTENTABILIDADE DOS EDIFÍCIOS, apontamentos da unidade curricular. Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Anexo A - Desenhos de Arquitetura



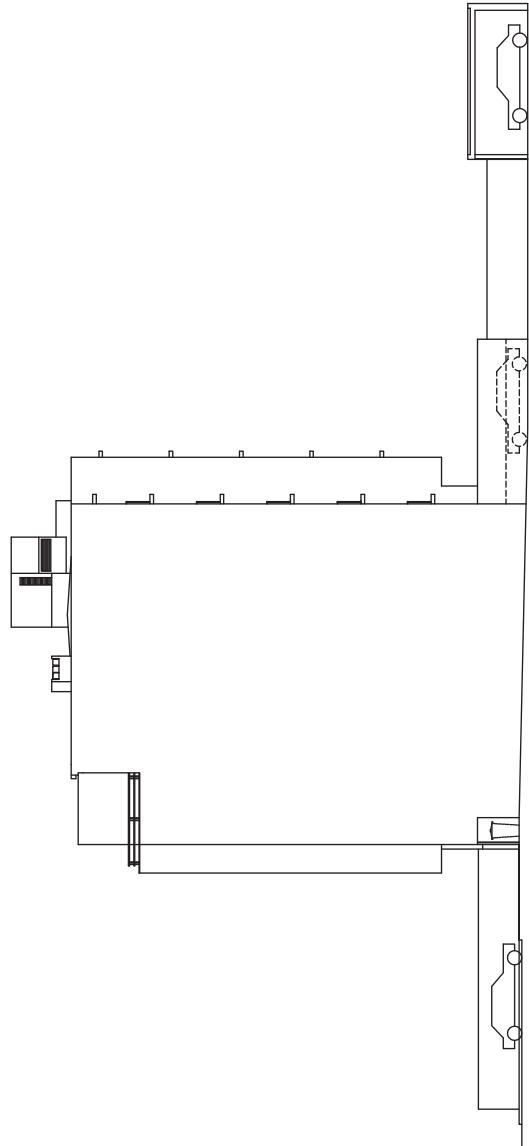
ALÇADO SUL



ALÇADO NASCENTE

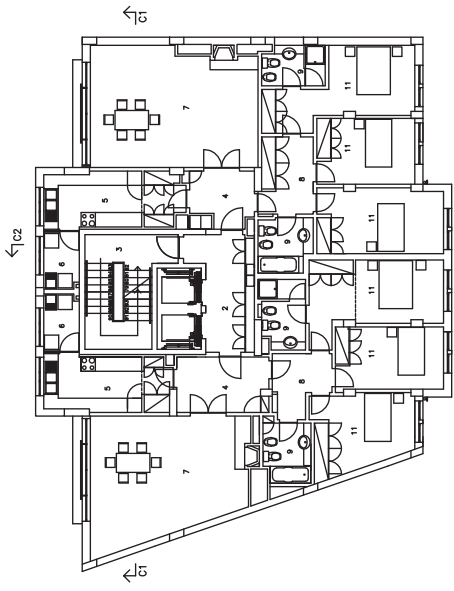


ALÇADO DAS GARAGENS - COFTE C3

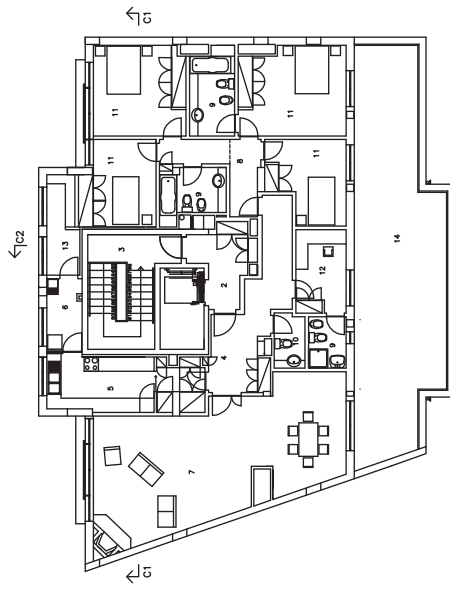


ALÇADO POENTE

Revista	Volume	Folha	DATA
ALÇADOS NASCENTE, POENTE E SUL			
ALÇADO DAS GARAGENS			
Número de IDENTIF		1/100	
Rev. 0001-508			

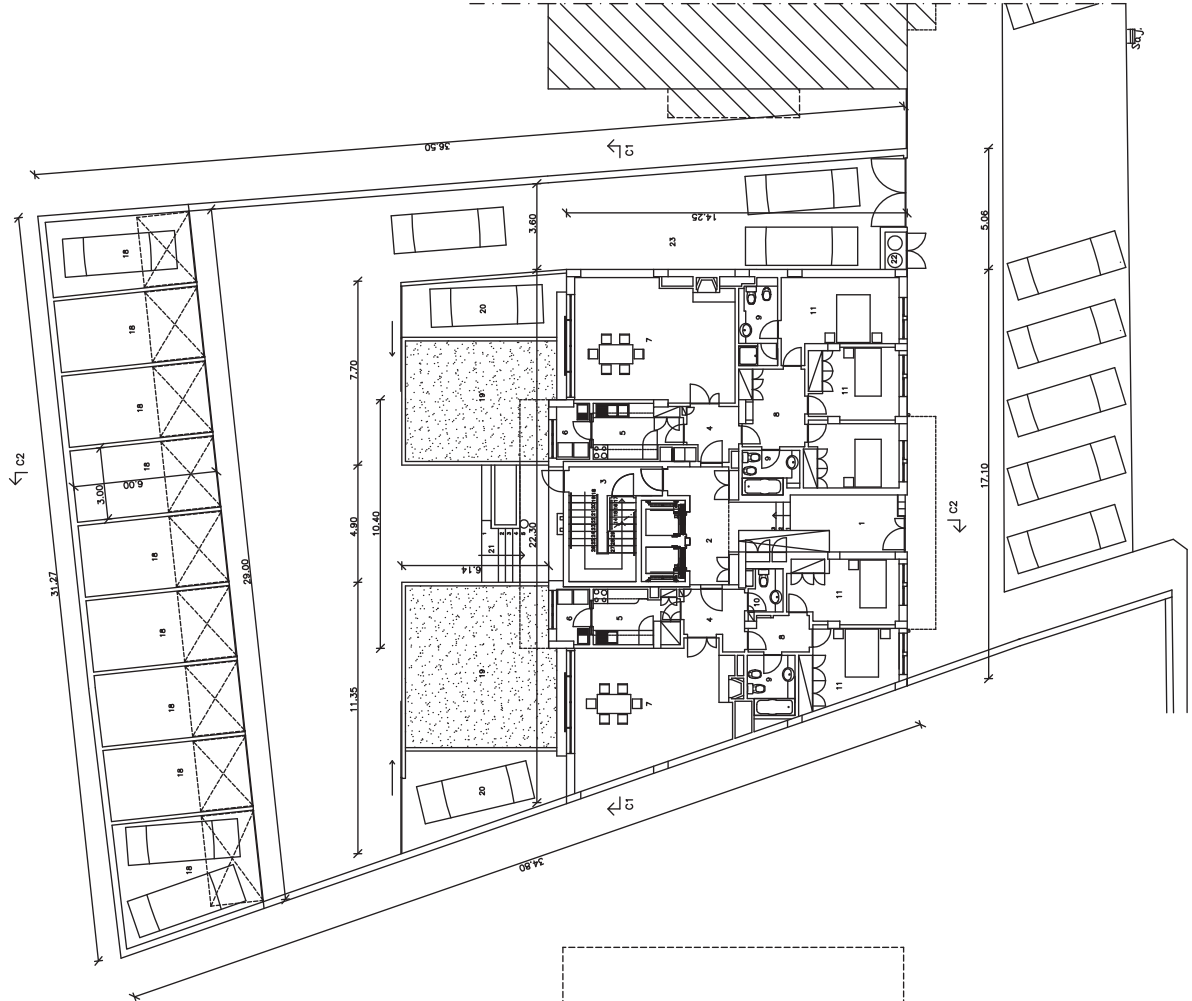


PLANTA DO 1º, 2º, 3º, 4º ANDAR - T3 + T3

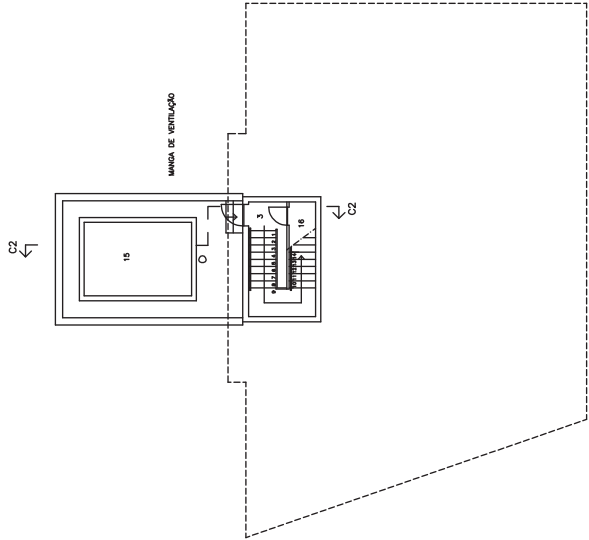


PLANTA DO 5º ANDAR - (RECUADO) T4 + 1

- LEGENDA
- 1 - ENTRADA DO PREDIO
 - 2 - ATRO DOS ELEVADORES
 - 3 - CAIXA DE ESCADAS DE EMERGENCIA
 - 4 - COZINHA
 - 5 - LAVANDARIA
 - 6 - SALA COMUM
 - 7 - SALA DE PARQUEAMENTO
 - 8 - QUARTO DE BANHO
 - 9 - SANITARIO
 - 10 - QUARTO
 - 11 - ESCALAS
 - 12 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 13 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 14 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 15 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 16 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 17 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 18 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 19 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 20 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 21 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 22 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 23 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 24 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 25 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 26 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 27 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 28 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 29 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 30 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 31 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 32 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 33 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 34 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 35 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 36 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 37 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 38 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 39 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 40 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 41 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 42 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 43 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 44 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 45 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 46 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 47 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 48 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 49 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 50 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 51 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 52 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 53 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 54 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 55 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 56 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 57 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 58 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 59 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 60 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 61 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 62 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 63 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 64 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 65 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 66 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 67 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 68 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 69 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 70 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 71 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 72 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 73 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 74 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 75 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 76 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 77 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 78 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 79 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 80 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 81 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 82 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 83 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 84 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 85 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 86 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 87 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 88 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 89 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 90 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 91 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 92 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 93 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 94 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 95 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 96 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 97 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 98 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 99 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO
 - 100 - ESCALAS ACESSO AO PREDIO



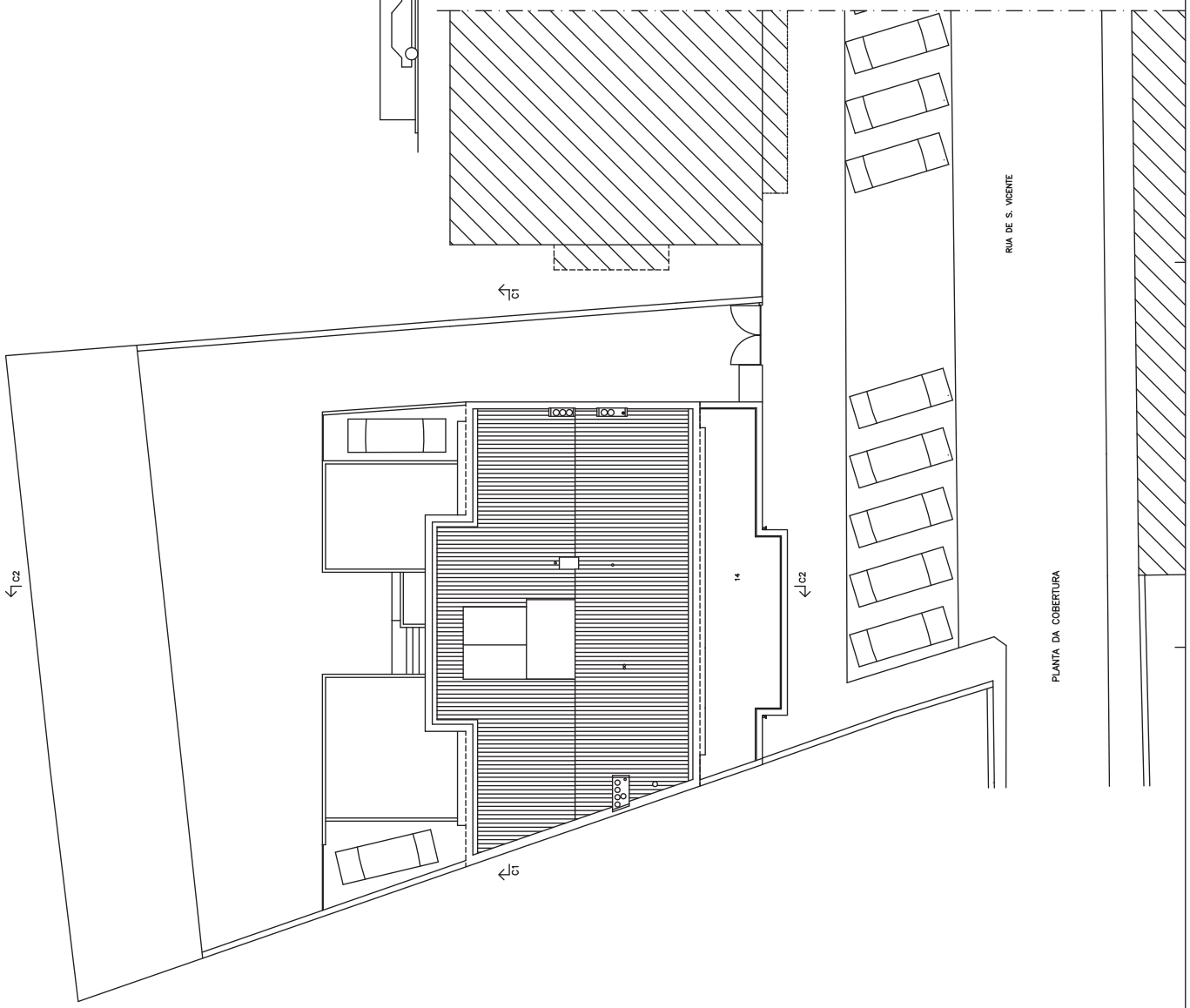
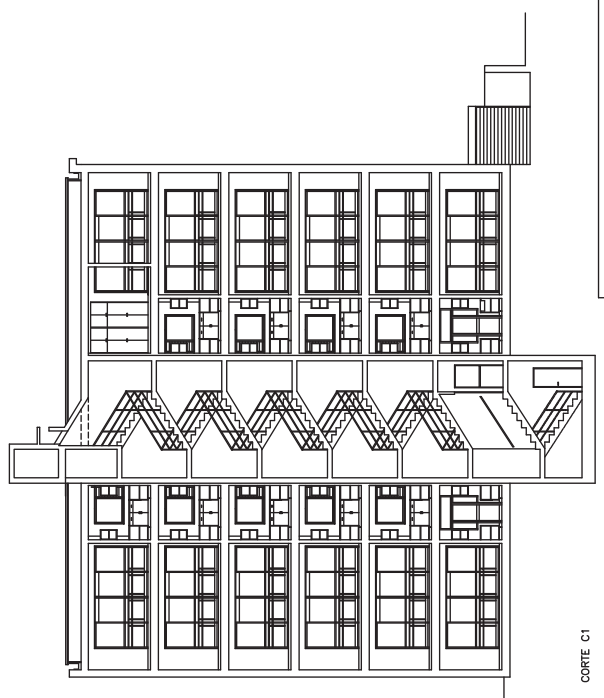
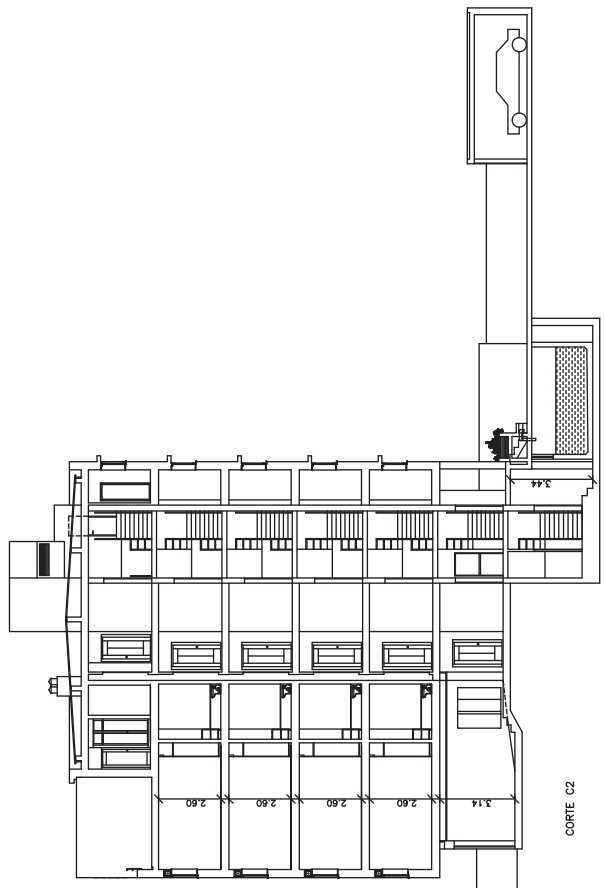
PLANTA DO R/CHÃO - T2 + T3

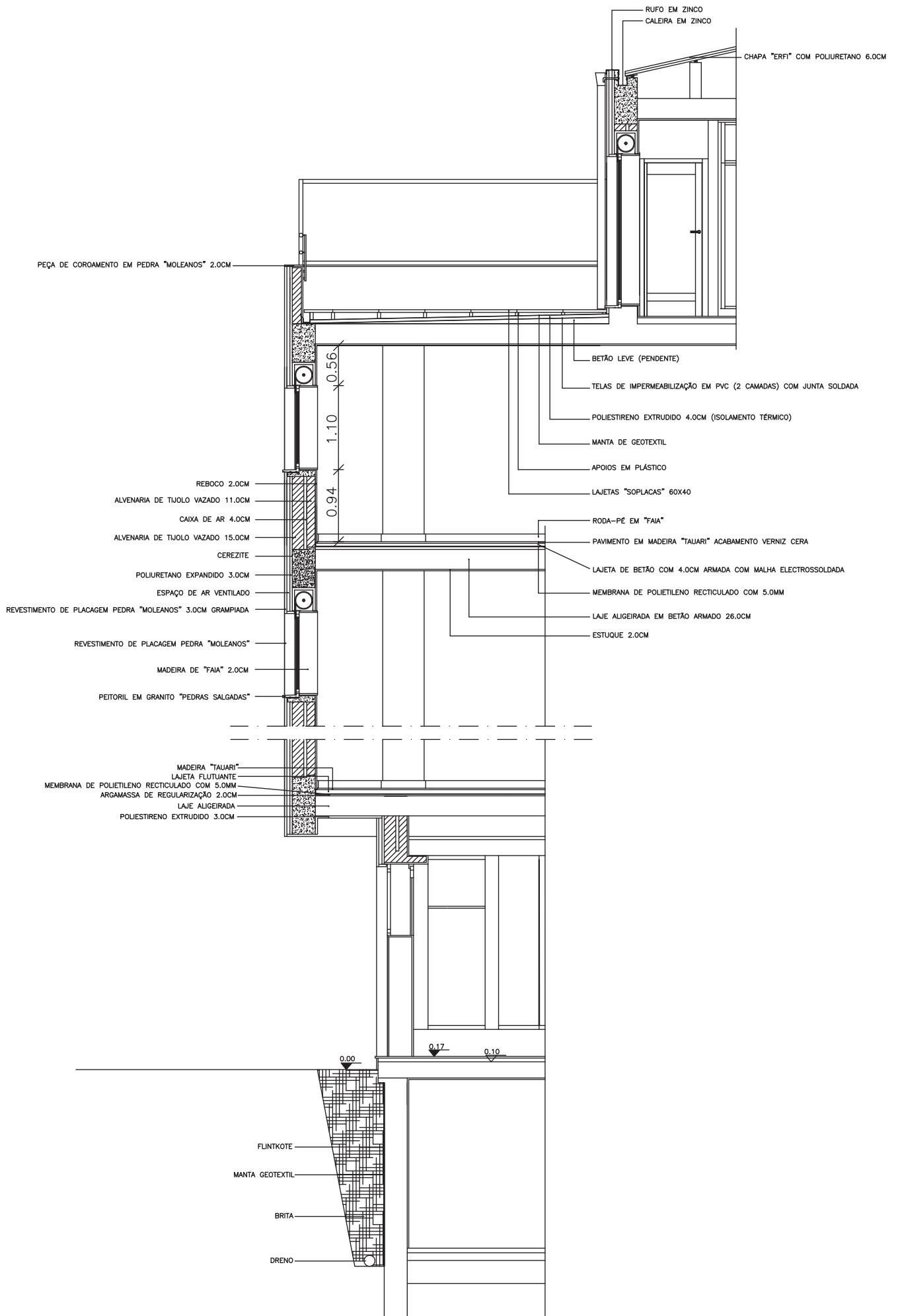


PLANTA DA CAVE

PROJETO	IDENTIF	1/100
PLANTAS DA CAVE, R/C, 1º, 2º, 3º, 4º E 5º ANDAR		

Autores	_____	Escala	_____	DATA	_____
Projeto	_____	Identif	_____	1/100	_____
PLANTA DA COBERTURA E cortes C1 e C2					





Anexo B - Aplicação LNEC



1. Enquadramento do edifício

Tipo de edifício	Habituação_novo_ou_gran de_reabilitação
Local (município)	PORTO
Região	A
Rugosidade	I
Altitude do local (m)	75
Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)	2 ou mais
Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?	Não
Altura do edifício (H_{edif}) em m	18
Altura da fração (H_{FA}) em m	15

Área útil (m ²):	109,8
Pd (m):	2,60
N.º de pisos da fração	1
Velocidade vento	Defeito REH
Vento (u10REH: 3.6) (m/s)	
Vol (m ³):	285
Texterior (°C)	10,0
Zref (m)	94
Aenv/Au:	16%
Proteção do edifício:	Desprotegido
Zona da fachada:	Inferior

2. Permeabilidade ao ar da envolvente

Foi medido valor n50	Não			
Para cada Vão (janela/porta) ou grupo de vãos:				
Área dos vãos (m ²)	15,29	1,76	0	0
Classe de permeabilidade ao ar caix (janelas/portas)	4	4	4	4
Permeabilidade ao ar das caixas de estore	Perm. Alta	Não tem	Perm. Alta	Não tem

3. Aberturas de admissão de ar na envolvente

Tem aberturas de admissão de ar na envolvente	Não			
Tipo de abertura				
Área livre das aberturas fixas (cm ²) / Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m ³ /h)				

4. Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta

Condutas de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas exaustores com filtros que anulam escoamento de ar natural para a conduta)	Sim	Não	Não	Não
Escoamento de ar	Exaustão			
Perda de carga	Baixa			
Altura da conduta (m)	6			
Cobertura	Em terraço, inclinada (<10°)			
Número de condutas semelhantes	3			

5. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado

Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)	Não			
Escoamento de ar				
Caudal nominal (m ³ /h)				
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento				
Pressão total (Pa)				
Rendimento total do ventilador(%)				
Tem sistema de recuperação de calor				
Rendimento da recuperação de calor (%)				

6. Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)

Existem meios híbridos	Não			
Escoamento de ar				
Caudal nominal (m ³ /h)				
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento				
Pressão total (Pa)				
Rendimento total do ventilador(%)				

7. Verão - Recuperador de calor

Existe by-pass ao recuperador de calor no verão	
---	--

8. Resultados

8.1 - Balanço de Energia - Edifício

$R_{ph,i}$ (h-1) - Aquecimento	0,82
$R_{ph,v}$ (h-1) - Arrefecimento	0,82
Wvm (kWh)	0,0

8.2 - Balanço de Energia - Edifício de Referência

$R_{ph,i,REF}$ (h-1)	0,60

ok

Técnico: _____

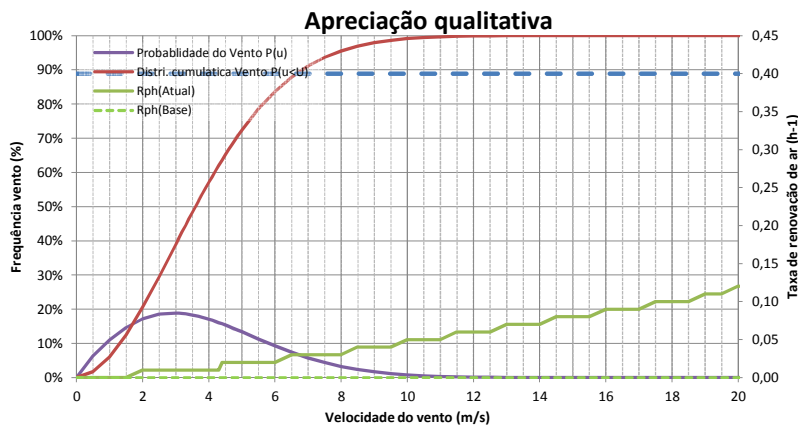
Data: 01-11-2015



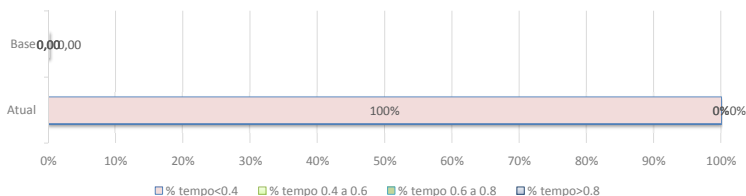
Informação complementar e destinada a auxiliar na avaliação do funcionamento da ventilação e na seleção de eventuais grelhas de ventilação (REH)

1 - Apreciação qualitativa do efeito da variação da velocidade do vento na taxa de renovação de ar

(Ajuda)



Atual: Rph,i=0.03 Rphmed=0.02 Rphtermica=0.00
 Base: Rph,i=0.00 Rphmed=0.01 Rphtermica=0.00



Rph<0.4:100%; 0.4 a 0.6:0%; 0.6 a 0.8:0%; >0.8:0%

Rph<0.4:100%; 0.4 a 0.6:0%; 0.6 a 0.8:0%; >0.8:0%

2 - Recomendações para a permeabilidade ao ar das janelas e da envolvente (n50)

(Ajuda)

Janelas:

Classe de permeabilidade ao ar das janelas recomendada:	1
---	---

Permeabilidade ao ar da envolvente:

Valor n50 recomendado para construção usual:	2,10
Valor n50 recomendado para construção de elevado desempenho:	0,80
Valor n50 estimado com base na classe de permeabilidade ao ar das janelas e caixas de estore:	2,76

3 - Estimar características das aberturas de admissão de ar da fachada

(Ajuda)

Indicar caudal mínimo de ar novo pretendido (h-1):	0,50
Dimensionar grelhas com Frinchas?	Não

Caudal nominal das grelhas:	135 m3/h
Grelhas auto-reguláveis a não mais de:	20 Pa

Valores calculados para os diversos tipos de grelhas				
Caudal nominal das grelhas (m3/h)	0 cm2	0 m3/h	0 m3/h	0 m3/h
Caudal nominal das grelhas/Volume da fração (h-1)	0 cm2	0 h-1	0 h-1	0 h-1

Isolamento sonoro: Avaliar para um compartimento, o mais desfavorável e com maior área envidraçada. Ajustar valores nas células a amarelo.

Zona	Sensível	Area da fachada (m2)	7,5
Correcção	Ctr	Area da janela (m2)	2,3
Tipo folhas:	Deslizar	Vol. compartimento (m3)	40,5
Tipo vidro	4-6-4 (30,-1,-3)		
Grelhas de ventilação (n.º de grelhas/Dne,w(dB))	1		
Grelha de ventilação	Com atenuação aberta (36,-1,-3)		
Tipo de parede	Dupla 11+15 (50dB)		
	A	Rw (Ctr)	
	(m2)	(dB)	

Grelhas de ventilação (n.º de grelhas/Dne,w(dB))	1	37	Rw vidro	30
Vedação das juntas janela vão (k)	Boa		C	-1
Janela (Área (m2)/Rw(Ctr))	2,3	26	Ctr	-3
Parede (Área (m2)/Rw(Ctr))	5,3	50	IGU Rw+Correcção	27
Fachada (Área (m2)/Rw(Ctr))	7,5	30	Janela Rw+Correcção	26
Fachada D2m,nT,W (dB)		28		

Resultados: isolamento sonoro

Isolamento fachada (D2m,nT,W)	28	
Isolamento mínimo requerido (D2m,nT,W)	28	Satisfatório

Síntese:

Grelhas fixas com 250 cm2 de área livre. As grelhas devem ser 'uniformemente' distribuídas pelas diferentes fachadas. As grelhas devem ter um isolamento sonoro (DneI) não inferior a 36 (-1,-3) dB.

Anexo C - Relatório Energético SOLTERM

SolTerm 5.0

Licenciado a Formadores do SCE
(Módulo RCCTE)

Estimativa de desempenho de sistema solar térmico com depósito pressurizado

Painel

Modelo de coletor: coletor padrão alterado 11:53:25 31-10-2015 alterado 11:54:20 31-10-2

Tipo: Plano

(46 módulos) 29,9 m²

Rendimento óptico: 73,00%

Coeficiente de perdas térmicas a1: 4,120 W/m²/K

Coeficiente de perdas térmicas a2: 0,014 W/m²/K²

Modificador de ângulo a 50°: 0,91

Caudal no grupo painel/permutador: 48,7 l/m² por hora (=0,40 l/s)

Permutador

Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 75%

(factor de penalização: 97%)

Depósito

Modelo: depósito_Mário

Volume: 2300 l

Área externa: 9,90 m²

Material: PVC

Posição deitada

Deflectores interiores

Coeficiente de perdas térmicas: 9,97 W/°C

Cargas térmicas

Consumo de água nova, sem recuperação de calor.

Temperatura nominal: 45°C

Temperatura mínima aceite: °C

(Existem válvulas misturadoras.)

Perfis de consumo de segunda a sexta (l)

hora	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
01												
02												
03												
04												
05												
06												
07	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
08	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
09	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
11												
12												
13	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
15												
16												
17												
18												
19	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
20	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
21	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
22												
23												
24												
diário	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840

Perfis de consumo ao fim-de-semana (l)

hora	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
01												
02												
03												
04												
05												
06												
07	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
08	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
09	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
11												
12												
13	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
15												
16												
17												
18												
19	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
20	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
21	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
22												
23												
24												
diário	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840

Localização, posição e envolvente do sistema

Concelho de Porto

Latitude 41,2°N (nominal)

Longitude 8,6°W (nominal)

TRY SNCE 2006

-

Inclinação do painel: 35°

Azimute do painel: 0°

Obstruções do horizonte: 3° (por defeito)

Balanço energético mensal e anual

	Rad.Horiz. kWh/m ²	Rad.Inclin. kWh/m ²	Desperdiçado kWh	Fornecido kWh	Carga kWh	Apoio kWh
Janeiro	51	81	,	1171	2230	1059
Fevereiro	69	100	,	1391	1998	606
Março	105	129	,	1659	2156	497
Abril	144	156	,	1857	2035	178
Mai	173	169	,	1832	2020	189
Junho	185	174	,	1788	1866	78
Julho	205	197	6,	1840	1864	24
Agosto	183	191	29,	1854	1870	16
Setembro	129	153	,	1746	1849	103
Outubro	95	130	,	1759	2006	247
Novembro	60	96	,	1336	2077	741
Dezembro	49	83	,	1239	2223	984
Anual	1449	1659	35,	19472	24192	4721

Fracção solar: 80,5%

Produtividade: 651 kWh/[m² colector]

Anexo D – Folhas de Cálculo

Localização: Altitude m

Zona climática: Inverno Verão

Zref: m

Dados climáticos de inverno

Mref meses a M meses

Gdref °C.dia a GD °C.dia

Gsul kWh/m²/mês

Dados climáticos de verão

text,v ref °C a text,v °C

Isol kWh/m²

N

NE

E

SE

S

SW

W

NW

HOR

Perdas associadas à Envoltente Exterior e em Contacto com o Solo

Paredes Exteriores	Area (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
PAREDES EXT	46,25	0,55	25,44
PILARES	9,84	0,88	8,66
VIGAS	6,38	0,88	5,61
CAIXA DE ESTORES	3,42	0,90	3,08
			0,00
			0,00
			0,00
	65,89	TOTAL	42,79

Pavimentos Exteriores	Area (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
			0,00
			0,00
			0,00
	0	TOTAL	0,00

Coberturas Exteriores	Area (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
COBERTURA EM TERRAÇO	24,18	0,60	14,51
			0,00
			0,00
	24,18	TOTAL	14,51

Vãos envidraçados exteriores	Area (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
Verticais:			0,00
QUARTOS	5,61	2,50	14,03
SALA	9,68	2,50	24,20
COZINHA - V. DUPLO	1,10	2,90	3,19
COZINHA - V. SIMPLES	0,66	4,50	2,97
			0,00
Horizontais:			0,00
			0,00
			0,00
	17,05	TOTAL	44,39

Pontes térmicas lineares	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
Ligações entre:			
Fachada com os pavimentos térreos			0,00
Fachada com os pavimentos ext ou sobre ENU			0,00
Fachada com pavimentos intermédios	52,00	0,15	7,80
Fachada com cobertura inclinada ou terraço	11,80	0,80	9,44
Fachada com varanda	0,00	0,00	0,00
Duas paredes verticais	10,40	0,40	4,16
Fachada com caixa de estore	9,50	0,30	2,85
Fachada com caixilharia	35,40	0,25	8,85
Outras			0,00
	119,10	TOTAL	33,10

Hext- Coeficiente de transferência de calor pela envoltente exterior

da Fracção Autónoma

(W/°C)

TOTAL 134,78

Pavimentos em contacto com o solo	Area (m ²)	U _{bf} (W/m ² .°C)	U _{bf} .A (W/°C)
			0,00
			0,00
	0	TOTAL	0,00

Paredes em contacto com o solo	Z (m)	P (m)	Area (m ²)	U _{bw} (W/m ² .°C)	U _{bw} .A (W/°C)
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00	TOTAL	0,00

HeCs - Coeficiente de transferência de calor pela envoltente em contacto com o solo

da Fracção Autónoma

(W/°C)

TOTAL 0,00

Perdas associadas à Envolvente para ENU e edifícios adjacentes

Paredes em contacto com espaços não-úteis ou edifícios adjacentes	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
PAREDE C.ESC	10,66	0,76	0,80	6,48
PAREDE CHC	11,37	1,23	0,50	6,99
PORTA CHC	1,89	2,00	0,50	1,89
PAREDE LAVANDARIA	1,96	1,23	0,90	2,17
				0,00
				0,00
				0,00
	25,88		TOTAL	17,53

Pavimentos sobre espaços não-úteis	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Coberturas Interiores (tectos sob espaços não-úteis)	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Vãos envidraçados em contacto com espaços não-úteis	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
PORTA ENVIDRAÇADA LAV	1,68	3,6	0,9	5,44
				0,00
				0,00
	1,68		TOTAL	5,44

Pontes térmicas (apenas para paredes de separação para espaços não-úteis com btr>0,7)	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	btr (-)	btr.ψ.B (W/°C)
PAREDE LAV /PAV E TECTO	2,80	0,50	0,90	1,26
PAREDE LAV/PAREDE EXT	2,60	0,50	0,90	1,17
PAREDE LAV/CAIXILHARIA	5,80	0,25	0,90	1,31
PAREDE C.ESC/PAV E TECTO	7,60	0,50	0,80	3,04
				0,00
	18,8		TOTAL	6,78

Henu+Hadj - Coeficiente de transferência de calor para ENU e edifícios adjacentes da Fração Autónoma

(W/°C)

TOTAL 29,75

Perdas associadas à Renovação de Ar

Área Útil de Pavimento		109,81	(m ²)
Pé-direito médio		2,60	(m)
		=	
Volume interior	(V)	285,51	(m ³)

Volume		285,51	
		x	
Taxa de Renovação Nominal		0,82	Ver folha do LNEC
		x	
Recuperador de calor? Sim - bve=	0	1,00	(1-bve)
		x	
		0,34	
		=	
Hve- Coeficiente de transferência de calor por ventilação da Fracção Autónoma	TOTAL	79,60	(W/°C)

Ganhos Úteis na Estação de Aquecimento (Inverno)

Ganhos Solares:

Orientação do vão envidraçado	Tipo (simples ou duplo)	Área A (m ²)	Factor de orientação X (-)	Factor Solar do vidro g (-)	Factor de Obstrução Fs (-) Fh.Fo.Ff	Fracção Envidraçada Fg (-)	Factor de Sel. Angular Fw (-)	Área Efectiva Ae (m ²)
QUARTOS - N	D	5,61	0,27	0,78	1,00	0,70	0,90	0,74
SALA - S	D	9,68	1,00	0,78	0,32	0,70	0,90	1,52
COZINHA - S	D	1,10	1,00	0,78	0,33	0,70	0,90	0,18
COZINHA - S	S	0,66	1,00	0,87	0,33	0,70	0,90	0,12
								0,00
								0,00
								0,00
ENV. INTERIORES	Tipo	A	X (-)	gint.genu	Fs (-)	Fgint.Fgenu	Fw.Fw	0,00
COZ/LAV	S	1,68	1	0,76	0,27	0,49	0,81	0,14
								0,00

18,73

Área efectiva total equivalente na orientação Sul (m²)

2,70

x

Radiação incidente num envidraçado a Sul (G_{sol})

na zona **I1** do Quadro III. 8 (Anexo III) - (kWh/m².mês)

130

x

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

6,2

=

G_{sol} -Ganhos Solares Brutos (kWh/ano)

2176,61

Ganhos Internos

Ganhos internos médios (Quadro IV.3)	4	(W/m ²)
	x	
Duração da Estação de Aquecimento M	6,2	(meses)
	x	
Área Útil de pavimento	109,81	(m ²)
	x	
	0,72	
	=	
Gint - Ganhos Internos Brutos	1960,77	(kWh/ano)

Ganhos Úteis Totais:

$$\gamma = \frac{\text{Ganhos Solares Brutos + Ganhos Internos Brutos}}{\text{Necessidades Brutas de Aquecimento (da FC IV.2)}} = \frac{4137,38}{7148,16}$$

Inércia do edifício:

FORTE

a = **4,20**

γ = **0,58**

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

Factor de Utilização dos Ganhos Térmicos

(η)

0,955

x

Ganhos Solares Brutos + Ganhos Internos Brutos

4137,38

=

Ganhos Úteis Totais (kWh/ano)

3951,21

Cálculo intermédio:

Se γ = 1

η = 0,807692

It fraca

a= 1,8

It média

a= 2,6

Se γ ≠ 1

η = 0,955004

It forte

a= 4,2

Valor Máximo das Necessidades de Aquecimento (Ni)

Perdas por transmissão pela envolvente exterior e ECS				
	Uref (W/m ² .°C)		A m ²	Uref.A (W/°C)
Paredes exteriores	0,50		65,89	32,95
Coberturas exteriores	0,40		24,18	9,67
Pavimentos exteriores	0,40		0,00	0,00
Envidraçados exteriores Aenv	> 0,2*Ap	2,90	17,05	49,45
		17,05	21,96	
Paredes + Pav. ECS	0,50		0,00	0,00
			TOTAL	92,06
	Yref (W/m.°C)		B (m)	Yref.B (W/°C)
Pontes térmicas lineares				
Fachada /pav.térreo + pav sobre ext ou ENU + cob + pav int + varanda	0,50		63,80	31,90
2 Paredes Verticais	0,40		10,40	4,16
Fachada com caixilharia e caixa de estore	0,20		44,90	8,98
			TOTAL	45,04
(Hext+Hecs)ref- Coeficiente de transferência de calor para EXT e ECS da Fração Autónoma			(W/°C)	TOTAL
				137,10

Perdas por transmissão pela envolvente interior				
	Área (m ²)	Uref (W/m ² .°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
Paredes				
PAREDE C.ESC	10,66	0,50	0,80	4,26
PAREDE CHC	11,37	1,00	0,50	5,69
PORTA CHC	1,89	1,00	0,50	0,95
PAREDE LAVANDARIA	1,96	0,50	0,90	0,88
	0	0,00	0,00	0,00
	0	0,00	0,00	0,00
	0	0,00	0,00	0,00
	25,88		TOTAL	11,78
Pavimentos sobre espaços não-úteis				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00
Coberturas Interiores				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00
Vãos envidraçados em contacto				
PORTA ENVIDRAÇADA LAV	1,68	2,90	0,90	4,38
				0,00
				0,00
	1,68		TOTAL	4,38
Pontes térmicas (paredes para ENU com btr>0,7)	Comp. B (m)	ψref (W/m.°C)	btr (-)	btr.ψ.B (W/°C)
PAREDE LAV /PAV E TECTO	2,80	0,50	0,90	1,26
PAREDE LAV/PAREDE EXT	2,60	0,40	0,90	0,94
PAREDE LAV/CAIXILHARIA	5,80	0,20	0,90	1,04
PAREDE C.ESC/PAV E TECTO	7,60	0,50	0,80	3,04
	0	0,00	0,00	0,00
	18,8		TOTAL	6,28
(Henu+Hadj)ref- Coeficiente de transferência de calor para ENU e edifícios adjacentes da Fração Autónoma			(W/°C)	TOTAL
				22,44

Perdas por renovação de ar	Rph,1	Req.	Rph,iref	V	0.34*V*Rph,iref
Hvent =	0,82	< 0,6	0,60	285,51	58,24

Graus-dias no local (°C.dia) 1220

Qtr,i,ref	0,024 x GD x Htr,i,ref	4671,41
Qve,i,ref	0,024 x GD x Hve,i,ref	1705,36
Qint	0,72 x 4 x M x Ap	1960,77
Gsol,ref	Gsulx0.182x0.20*Ap	519,62
Qgu,i,ref	niref (Qint + Qsol)	1488,23
	niref=0,6	

Nec. Nom. de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano) 44,52

Cálculo do Indicador Nic

Perdas térmicas associadas a:	(W/°C)
Hext	134,78
Hecs (de FCIV.1b)	0,00
Henu + Hadj (de FCIV.1b)	29,75

	=	164,53
Htr - Coeficiente Global de Perdas por transmissão (W/°C)	+	79,60
Hve- Coeficiente de transferência de calor por ventilação	=	244,13
H - Coeficiente global de perdas		

	x	1220,00
Graus-dias no Local (°C.dia)	x	0,024
	=	7148,16
Necessidades Brutas de Aquecimento (kWh/ano)	-	3951,21
Ganhos Totais Úteis (kWh/ano) (de FCIV.1e)	=	3196,95
Necessidades de Aquecimento (kWh/ano)	/	109,81
Área Útil de Pavimento (m ²)	=	29,11
Nec. Nominais de Aquecimento - Nic (kWh/m ² .ano)	≤	44,52
Nec. Nominais de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m ² .ano)		

Verifica

O.K.

Nic/Ni = 65,40%

Perdas - transmissão + ventilação

Perdas associadas às paredes exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	42,79	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos pavimentos exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas às coberturas exteriores (U.A)	(FCV.1a)	14,51	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos envidraçados exteriores (U.A)	(FCV.1a)	44,39	(W/°C)
		+	
Perdas térmicas lineares associadas à parede ext (y,B)	(FCV.1a)	33,10	(W/°C)
Hext- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente exterior da Fração Autónoma		TOTAL	134,78 (W/°C)
Hext- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente ECS da Fração Autónoma		TOTAL	0,00 (W/°C)
Perdas associadas às paredes para ENU (U.A.btr)	(FCIV.1b)	17,53	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos pavimentos para ENU (U.A.btr)	(FCIV.1b)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas às coberturas para ENU (U.A.btr)	(FCV.1b)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos envidraçados para ENU (U.A.btr)	(FCIV.1b)	5,44	(W/°C)
		+	
Perdas térmicas lineares associadas à parede para ENU(y,B.btr)	(FCIV.1b)	6,78	(W/°C)
Henu- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente interior da Fração Autónoma		TOTAL	29,75 (W/°C)
H - Coeficiente global de perdas por transmissão da FA		TOTAL	164,53 (W/°C)
Hve - Coeficiente de perdas por ventilação da FA	(FCIV.1d)	TOTAL	79,60 (W/°C)
		=	
Perdas específicas totais	(Q1a)	244,13	(W/°C)

Temperatura interior de referência		25,00	(°C)
		-	
Temperatura média do ar exterior na estação de arrefecimento (Quadro III.9)		20,90	(°C)
		=	
Diferença de temperatura interior-exterior		4,100	
		x	
Perdas específicas totais	(Q1a)	244,13	(W/°C)
		x	
		2,928	
		=	
Perdas térmicas totais	(Q1b)	2930,77	(kWh)

Ganhos Solares pela Envolvente Opaca exterior

POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL (inclui paredes e cobertura)

Orientação	PAR N	PAR S	PAR W	C. EST N	C. EST S	VIGA N	VIGA S	VIGA W	PILAR N	PILAR S	PILAR W	COB
Área, A (m ²)	11,27	4,26	30,72	1,84	1,58	1,62	1,48	3,28	0,72	0,48	8,64	24,18
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
U (W/m ² °C)	0,55	0,55	0,55	0,9	0,9	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,54
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Coefficiente de absorção, α	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
factor F - fachadas ventiladas ou cobertura	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,8
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m ²)	220	425	490	220	425	220	425	490	220	425	490	800
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Rse(m ² °C/W)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Factor de sombreamento - opcional	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior	2,18	1,59	13,25	0,58	0,97	0,50	0,89	2,26	0,22	0,29	5,96	133,71
TOTAL	2,18	1,59	13,25	0,58	0,97	0,50	0,89	2,26	0,22	0,29	5,96	162,40

total 28,69
paredes

Ganhos Solares pelos Envidraçados Exteriores

POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL

Orientação	Q - N	Sala - S	Coz - S	Coz - S
Área, A (m ²)	5,61	9,68	1,1	0,66	0		

X X X X X X X

Factor solar do vão envidraçado	0,624	0,258	0,462	0,482	0		
---------------------------------	-------	-------	-------	-------	---	--	--

X X X X X X X

Fracção envidraçada, Fg	0,7	0,7	0,7	0,7	0	0	
-------------------------	-----	-----	-----	-----	---	---	--

X X X X X X X

Factor de obstrução, Fs	0,9	0,65	0,63	0,63	0		
-------------------------	-----	------	------	------	---	--	--

X X X X X X X

Int. de rad. solar na estação de arrefec.(kWh/m ²)	220	425	425	425	0		
--	-----	-----	-----	-----	---	--	--

= = = = = = =

Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores	485,19	482,94	95,25	59,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	TOTAL	1123,00	(KWh)
---	--------	--------	-------	-------	------	------	------	------	------	-------	---------	-------

Ganhos Solares pelos Envidraçados Interiores

Orientação	Coz/lav
Área, A (m ²)	1,68	0	0	0

X X X X X X X

Factor solar do vão envidraçado =(gv) _{int.} (gv) _{enu}	0,783	0	0	0	0		
---	-------	---	---	---	---	--	--

X X X X X X X

Fracção envidraçada, Fg	0,7	0	0	0	0	0	
-------------------------	-----	---	---	---	---	---	--

X X X X X X X

Factor de obstrução, Fs	1	0	0	0	0		
-------------------------	---	---	---	---	---	--	--

X X X X X X X

Int. de rad. solar na estação de arrefec.(kWh/m ²)	425	0	0	0	0	0	
--	-----	---	---	---	---	---	--

= = = = = = =

Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores	391,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	TOTAL	391,34	(KWh)
---	--------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	--------	-------

Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores + envidraçados interiores = 1123,00 + 391,34 = 1514,35

Ganhos Internos

Ganhos Internos médios (W/m ²) (Quadro IV.3)	4	
	x	
Área Útil de Pavimento (m ²)	109,81	
	x	
	2,928	
	=	
Ganhos internos Totais	1286,09	(KWh)

Ganhos Totais na estação de arrefecimento (verão)

Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados	1514,35	(KWh)
	+	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior	162,40	(KWh)
	+	
Ganhos internos	1286,09	(KWh)
	=	
Ganhos Térmicos Totais	2962,84	(KWh)

Valor das Necessidades Nominais de Arrefecimento (Nvc)

Ganhos Térmicos Totais	2962,84	(kWh)
Perdas Térmicas Totais	2930,77	(kWh)
$g = \text{Ganhos/Perdas}$	1,011	
Inércia do edifício (In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)	FORTE	
$a =$	4,2	

$$\Delta q = (25 - q_{ext,v}) = 4,1$$

$$\Delta q > 1 \quad h_{ref} = 0,52 + 0,22 \cdot \ln(\Delta q) = 0,830$$

$$0 < \Delta q \leq 1 \quad h_{ref} = 0,450$$

$$\Delta q \leq 0 \quad h_{ref} = 0,300$$

Factor de utilização dos ganhos, η	1	-	0,803	=	0,197	x	2962,84	=	582,88	(kWh/ano)
Ganhos Térmicos Totais										
Necessidades Brutas de Arrefecimento										
Área Útil de Pavimento (m ²)										
Necessidades Nominais de Arrefecimento - Nvc										5,31 (kWh/m ² .ano)
Necessidades Nominais de Arref. Máximas - Nv										9,13 (kWh/m ² .ano)

Factor de utilização dos ganhos, η_{ref}	1	-	0,830	=	0,170	x	5913,49	=	1002,83	(kWh/ano)
Ganhos Térmicos Totais de ref ($q_{int} \times 2,928 + 0,43 \times 0,2 \times I_{sol,ref}$) x Ap										
Necessidades Brutas de Arrefecimento										
Área Útil de Pavimento (m ²)										
Necessidades Nominais de Arref. Máximas - Nv										9,13 (kWh/m ² .ano)

Verifica O.K.
Nvc/Nv (%) = 58,12

Cálculo das necessidades de energia para preparação de água quente sanitária

Nº de ocupantes (Quadro VI.1)	4	
Consumo médio diário de referência de AQS (M_{AQS}) (edifícios residenciais - 40 litros/ocupante)	160,00	
Aumento de temperatura necessário (ΔT) (considerar igual a 35°C)	35	
Número anual de dias de consumo (n_d) (Quadro VI.2)	365	
Energia despendida com sistemas convencionais (Q_a)	2377,29	(kW.h/ano)

Ntc

Nic=	29,11	Fpu=	2,5	n=	1,000
Nvc=	5,31	Fpu=	2,5	n=	2,800
Qa=	2377,29	Fpu=	1	n=	0,820
Wvm=	0	Fpu=	0	n=	1,000
Eren=	1693,20	Fpu=	1		

Nt

Ni=	44,52	Fpu=	2,50	n=	1,00
Nv=	9,13	Fpu=	2,50	n=	2,80
Qa=	2377,29	Fpu=	1,00	n=	0,86

Se	η	>	η_{ref}	$\delta =$	0
Se	η	\leq	η_{ref}	$\delta =$	1

$$0,80 > 0,83 \quad \delta = 1$$

$$\text{Ntc} = \text{Nic.Fpu/n} + \text{Nvc.Fpu/n} + \text{Qa/Ap.Fpu/n} + \text{Wvm/Ap*Fpu} - \text{Eren.Fpu/Ap}$$

$$\text{Ntc} = 72,78 + 4,74 + 26,40 + 0,00 - 15,42 = 88,50$$

$$\text{Nt} = \text{Ni.Fpu/n} + \text{Nv.Fpu/n} + \text{Qa/Ap.Fpu/n}$$

$$\text{Nt} = 111,30 + 8,15 + 25,17 = 144,62$$

$$R = \text{Ntc} / \text{Nt} = 0,61 = 61,2\%$$

Anexo E – Catálogos



CALDEIRAS MURAIS

CONVENCIONAIS
CONDENSAÇÃO



SOLUÇÕES DE ÁGUA QUENTE

Índice



Soluções inovadoras de aquecimento que elevam o grau de conforto da sua casa

Como sentir-se bem em casa	03
Inovação e Evolução tecnológica	04
Serviços de Apoio ao Cliente	04
Princípios de Funcionamento	05
Escolher uma Caldeira	06

Caldeiras murais convencionais

Gama Lifestar	08
Gama Aquastar	10
Gama Aquastar Acu Plus	12

Caldeiras murais de condensação

Tecnologia de Condensação	14
Gama Lifestar Green	16
Gama Aquastar Green	18

Exaustão

Formas de Exaustão	20
Tabela de Acessórios de Exaustão	21

Informação Técnica

Barra de Ligações	23
Dimensões e Atravancamentos	24
Esquemas Elétricos de Ligação a Controladores	26
Dados técnicos	27

CALDEIRAS MURAIIS. Soluções inovadoras de aquecimento que elevam o grau de conforto da sua casa.



Como sentir-se bem em casa

A Vulcano, sempre na vanguarda da tecnologia, oferece as mais inovadoras soluções de água quente, para consumo sanitário e aquecimento central.

Em casa, um sistema de aquecimento central possibilita um aumento da temperatura ambiente sem retirar as principais qualidades do ar que respiramos. É silencioso e permite que todo o espaço da casa seja aquecido, não se restringindo apenas a uma divisão. É, portanto, uma solução integral. Para que um sistema de aquecimento central funcione é necessário uma caldeira, mural ou de chão, que aqueça a água. Esta água quente percorre toda a rede de tubagem até chegar aos diversos elementos emissores de calor – radiadores e toalheiros – que compõem o sistema.

A circulação de água quente nos radiadores permite, então, o aumento da temperatura ambiente, de uma forma homogênea e natural. O funcionamento de um sistema de aquecimento central pode ser controlado e otimizado através dos indispensáveis sistemas de controlo, programadores e termóstatos, para que seja o mais eficiente possível. Aos utilizadores garante-se todo o conforto, com o controlo dos gastos de energia.

Na torneira, o conforto é ter água quente rapidamente, com estabilidade de temperatura e de caudal, mesmo havendo vários pontos de tiragem. Por isso, um sistema de aquecimento central pode também proporcionar, para além do conforto de uma temperatura ambiente agradável, a produção de águas quentes sanitárias.

A caldeira poderá fornecer águas sanitárias de duas formas distintas: através de um aquecimento instantâneo da água, ou através de um aquecimento por acumulação, utilizando-se para isso um depósito acoplado.

No seu conjunto, as opções fornecidas por um sistema de aquecimento central Vulcano tornam-no na melhor solução para obter um conforto integral. E as caldeiras murais da Vulcano são produtos inovadores que proporcionam o máximo conforto em segurança, existindo sempre um modelo adequado a cada situação.

Os sistemas de produção de A.Q.S. e de aquecimento são ainda **compatíveis com a instalação de painéis solares térmicos**.

Inovação e Evolução tecnológica



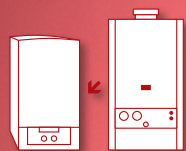
Conforto

Recorrendo sempre a inovadoras soluções tecnológicas, os diversos modelos da gama de caldeiras murais a gás Vulcano proporcionam sempre um **grau máximo de conforto**, qualquer que seja a utilização, com **potências disponíveis desde os 24 kW aos 35 kW**, conjugadas com várias versões de águas instantâneas (ZW) ou por acumulação (ZS).



Ecologia

As caldeiras murais da Vulcano são **amigas do ambiente**. Todas são **compatíveis com instalações solares**, algumas integram **tecnologia de condensação**, são empregues materiais recicláveis no seu fabrico e os seus dispositivos de segurança garantem não só a segurança de funcionamento, mas também a sua eficiência, através de níveis de emissão de CO₂ mais reduzidos.



Dimensões

A facilidade de instalação é assegurada por modelos com **diferentes dimensões que se adequam aos diversos locais de instalação**, desde os modelos compactos Lifestar até ao modelo Aquastar Acu Plus, com depósito de água incorporado na própria caldeira e ainda pelas distâncias entre ligações hidráulicas, idênticas em toda a gama.



Segurança

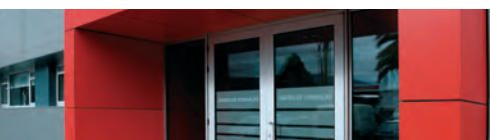
A segurança constituiu desde sempre uma das principais preocupações da Vulcano. O conforto, a economia ou a ecologia dos seus produtos só fazem sentido quando associados aos mais elevados índices de segurança do seu setor. Por isso, equipamos os nossos aparelhos com mecanismos como sondas limitadoras de temperatura, sondas de ionização, sondas de corte por deficientes condições de exaustão e válvulas de segurança (purga), para garantir não só a segurança do seu funcionamento como a sua eficiência. A gama de caldeiras murais Vulcano inclui ainda versões ventiladas e estanques para instalações com deficientes condições de exaustão.

Serviços de Apoio ao Cliente



Gabinete de Estudos e Dimensionamento

A Vulcano possui um Gabinete de Projetos e Aconselhamento Técnico que presta um serviço de atendimento personalizado.



Formação

O Centro de Formação da Vulcano aposta na componente prática. Em termos didáticos é possível analisar e simular várias soluções: energia solar, aquecimento de águas sanitárias, aquecimento central, exaustão forçada e natural, entre outras.

Pós-venda

A rede nacional de Postos de Assistência Técnica garante um elevado nível de serviço e transmite confiança aos utilizadores. As Extensões de Garantia e os Contratos de Manutenção Vulcano garantem ainda o perfeito funcionamento dos aparelhos poupando tempo e evitando preocupações. Saiba mais através do nosso serviço pós-venda.

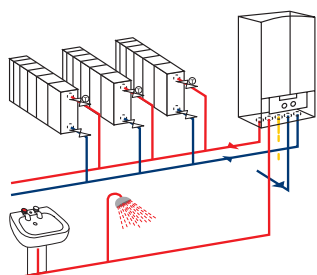


Princípios de Funcionamento

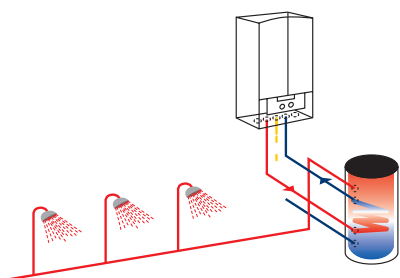
Uma gama muito versátil

A gama de caldeiras murais a gás Vulcano é muito versátil, pois inclui aparelhos com potências dos 24 kW aos 35 kW, com vários tipos de exaustão: atmosférica, ventilada ou estanque, e ainda diferentes tecnologias: ZW para águas quentes instantâneas ou ZS para águas quentes por acumulação. Seguindo vários princípios de funcionamento, todas estas opções permitem sempre adequar uma configuração a qualquer tipo de necessidade.

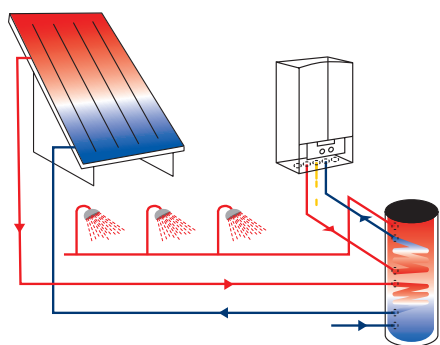
EXEMPLOS DE PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO



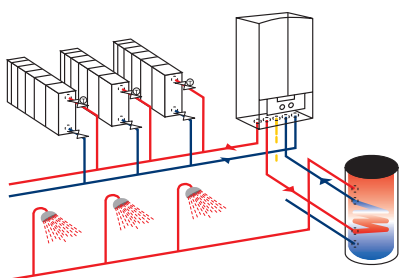
ZW... Aquecimento central e abastecimento de águas quentes instantâneas.



ZS... Só abastecimento de águas quentes para grandes necessidades através de um depósito de acumulação.






ZS... Só abastecimento de águas quentes para grandes necessidades através de um depósito de acumulação e painel solar.



ZS... Aquecimento central e abastecimento de águas quentes para grandes necessidades através de um depósito de acumulação.

— água fria
— água quente
— gás

Escolher uma Caldeira

MODELO	CONVENCIONAIS												
	LIFESTAR				AQUASTAR					AQUASTAR ACU PLUS			
Imagem													
Ideal para	Com o mais pequeno volume do mercado, é indicado para espaços reduzidos.				Com potência disponível até 35 kW estes modelos possuem um vasto campo de aplicações, entre as quais situações de maiores necessidades de água.					Maior conforto e estabilidade na distribuição de água quente, com recurso a um depósito no interior da caldeira.			
Inovação e conforto	<ul style="list-style-type: none"> Ajuste de potência independente para aquecimento e águas sanitárias Gestão electrónica de funcionamento Sistema de controlo do arranque, tornando-o mais estável e silencioso Display digital LCD 				<ul style="list-style-type: none"> Sistema de microacumulação Funcionamento muito silencioso Sistema Heatronic 3 Modo de Funcionamento COM e ECO Display digital LCD Possibilidade de retorno nas A.Q.S. 					<ul style="list-style-type: none"> Acumulador de 42 l em aço inox incorporado Simultaneidade de pontos de tiragem Estabilidade de temperatura de A.Q.S. Funcionamento muito silencioso Tecnologia de estratificação Sistema Heatronic 3 Display digital LCD 			
Economia e ecologia	<ul style="list-style-type: none"> Função pré-aviso Modulação linear da chama Compatibilidade com solar 				<ul style="list-style-type: none"> Função pré-aviso Modulação linear da chama Compatibilidade com solar 					<ul style="list-style-type: none"> Função pré-aviso Modulação linear da chama Compatibilidade com solar 			
Facilidade de instalação e manutenção	<ul style="list-style-type: none"> Ligações horizontais Display digital LCD com códigos de anomalia 				<ul style="list-style-type: none"> Controladores bi-direcionais FR 10 e FR 110 Display digital LCD com códigos de anomalia 					<ul style="list-style-type: none"> Controladores bi-direcionais FR 10 e FR 110 Display digital LCD com códigos de anomalia 			
Segurança	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de segurança contra sobrepessão e sobreaquecimento Versão Ventilada e Estanque 				<ul style="list-style-type: none"> Sistema de segurança contra sobrepessão e sobreaquecimento Versão Estanque 					<ul style="list-style-type: none"> Sistema de segurança contra sobrepessão e sobreaquecimento Versão Estanque 			
Versatilidade	Potência (kW) (AC/A.Q.S.)	24/24	24/28	24/30		24/24	24/28	28/28	30/30	35/35		28	35
Serviços	ZW	●	●	●	ZWC		●	●	●	●	ZWSE	●	●
	ZS	●			ZSC	●		●	●	●			
Exaustão	Natural	●	●		Natural	●	●	●			Natural	●	
	Ventilada	●			Estanque	●	●		●	●	Estanque		●
	Estanque	●		●									
Dimensões (mm)	A 700 x L 400 x P 298				24/24 kW: A 850 x L 400 x P 370 35/35 kW: A 850 x L 480 x P 370 24/28 kW; 28/28 kW; 30/30 kW: A 850 x L 440 x P 370					28 kW; 35 kW: A 890 x L 600 x P 482			
Gás	<ul style="list-style-type: none"> But/Prop Gás Natural (A versão 24/28 está disponível apenas em gás natural) 				<ul style="list-style-type: none"> But/Prop Gás Natural 					<ul style="list-style-type: none"> But/Prop Gás Natural 			
Compatibilidade com Controladores	<ul style="list-style-type: none"> Compatível com os controladores: EU 9D, TR 12, TRZ 12-2, TR 15-RF e TR 15-RFT (EU 9D, compatível mas não encastrável) 				<ul style="list-style-type: none"> Compatível com os controladores: MT 10, DT 10, DT 20, TR 12*, TR 21, FR 10, TRZ 12-2, FR 110, TR 15-RF e TR 15-RFT 					<ul style="list-style-type: none"> Compatível com os controladores: MT 10, DT 10, DT 20, TR 12*, TR 21, FR 10, TRZ 12-2, FR 110, TR 15-RF e TR 15-RFT 			

* Solicitar informação técnica.

CONDENSAÇÃO

LIFESTAR GREEN



Funcionar individualmente ou como apoio a sistemas solares, quer no aquecimento de águas instantâneas ou por acumulação, quer no aquecimento central a baixas temperaturas como o caso do piso radiante.

- Tecnologia de Condensação com elevado rendimento (107%)
- Queimador com sistema pré-mistura ar/gás
- Sistemas de microacumulação
- Sistema Heatronic 3
- Display digital LCD com multifunções

- Baixas emissões NOx (classe 5 de NOx) e reduzido nível de ruído (33 - 36 dBA)
- Compatibilidade com solar

- Display digital LCD com códigos de anomalia

- Sistema de segurança contra sobrepressão e sobreaquecimento
- Versão Estanque

AQUASTAR GREEN



Maximizar o aproveitamento da energia, reduzir ao mínimo a emissão de gases poluentes (CO₂ e NOx) e garantir o melhor nível de conforto possível.

- Tecnologia de Condensação com elevado rendimento (109%)
- Queimador com sistema pré-mistura ar/gás
- Sistemas de microacumulação
- Sistema Heatronic 3
- Display digital LCD com multifunções

- Baixas emissões NOx (classe 5 de NOx) e reduzido nível de ruído (≤ 44 dBA)
- Compatibilidade com solar

- Display digital LCD com códigos de anomalia
- Inclui relógio digital DT 20 para programação semanal de aquecimento e água quente

- Sistema de segurança contra sobrepressão e sobreaquecimento
- Versão Estanque

	22	22/28		30	30/32
ZWB		●	ZWBE		●
ZSB	●		ZSBE	●	
Estanque	●	●	Estanque	●	●

A 850 x L 400 x P 370

A 760 x L 440 x P 360

- Gás natural (é possível a transformação para gás butano)

- Gás natural e GPL

- Compatível com toda a gama de controladores da Vulcano (EU 9D compatível mas não encastrável)

- Compatível com toda a gama de controladores da Vulcano (EU 9D compatível mas não encastrável)

CONTROLADOR

EU 9D



MT 10



DT 10 / DT 20



TR 12



TR 21



FR 10



TRZ 12-2



FR 110



TR 15-RF / TR 15-RFT



GAMA LIFESTAR

Potente, compacta e fácil de instalar



As caldeiras murais a gás Lifestar disponibilizam uma potência entre 24 kW e 30 kW para garantir conforto no aquecimento e nas águas quentes sanitárias.

Conforto e versatilidade

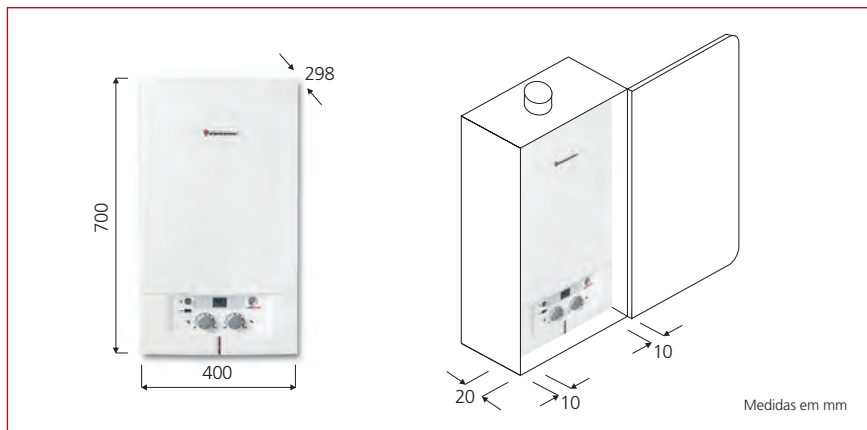
A Lifestar é uma caldeira potente que lhe dá controlo sobre o ambiente da casa e fornece elevados caudais de águas

quentes sanitárias, o que proporciona um inegável conforto. Esta caldeira está adaptada a todos os tipos de instalação e de utilização, inclusivamente em **soluções solares. Com o mais pequeno volume do mercado**, esta caldeira integra-se em qualquer lado, cabendo perfeitamente em armários, estando homologada para distâncias de 1 cm e 2 cm respetivamente aos painéis laterais e frontal, facilitando-se assim a integração nos armários de cozinha.

Economia

A Lifestar está equipada com uma **função de pré-aviso**. Basta o utilizador abrir a torneira de água quente durante cerca de 3 segundos para dar sinal à caldeira para pré-aquecer a água. Com esta funcionalidade, o fornecimento de água quente é muito mais rápido e é possível poupar uma importante quantidade de água.

A modulação eletrónica e linear da chama permite que esta caldeira ajuste automaticamente o seu funcionamento, em cada instante, às necessidades efetivas de utilização, reduzindo assim também o **consumo de gás**.



Design e funcionalidade

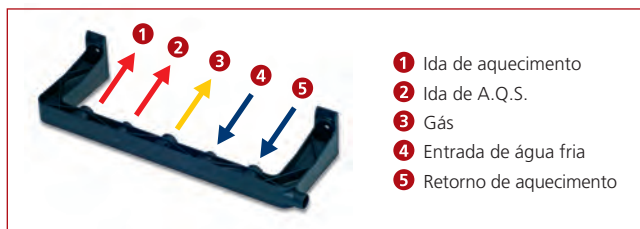
O design da caldeira caracteriza-se pela sua maior robustez e melhoria da estética, destacando-se o logótipo prateado tridimensional. O design ergonómico e inovador do painel de comando com **display digital LCD** facilita a regulação e visualização da temperatura. O utilizador pode facilmente, através dos manípulos do painel de comandos, seleccionar a temperatura do aquecimento central e das águas quentes sanitárias, adaptando-a às suas necessidades.



Facilidade de instalação e manutenção

A manutenção é extremamente simples: esta caldeira é compacta e robusta e permite um fácil acesso aos principais componentes. Através do display digital LCD é possível aceder ao **modo de diagnóstico**. Este modo permite visualizar 21 parâmetros sem necessidade de abrir a caldeira. Alguns são de **ajuste** (como por exemplo, ativar a função de pré-aviso), outros de **leitura** (como por exemplo, verificar a temperatura no sensor do circuito primário - aquecimento), e outros de **teste** (como por exemplo, comprovar o funcionamento da válvula de 3 vias, alternando a posição). Também os últimos 8 códigos de anomalias ficam memorizados, simplificando a manutenção. Esta gama possui ligações horizontais, que ficam ocultas pela própria caldeira, e melhoram a estética das instalações. Um acessório de pré-instalação permite fazer a ligação à parede e testar a estanquidade dos circuitos hidráulicos em carga, sem a caldeira.

ACESSÓRIO DE PRÉ-INSTALAÇÃO



EXEMPLO DE CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO DO DISPLAY DIGITAL

ECRÃ	PARÂMETRO	TIPO
01	Modo ECO / Função de pré-aviso	Ajuste
02	Modo solar	Ajuste
03	Últimas 8 anomalias	Leitura
04	Temperatura no sensor do circuito primário (aquecimento)	...
...
20	Teste à válvula de 3 vias	Teste

Aposta na segurança

Para além de estar disponível em versões adequadas a cada tipo de exaustão (natural, ventilada e estanque), a caldeira Lifestar, através do seu display digital, possui um modo de diagnóstico, sendo possível visualizar diversos códigos de ajuste, leitura e teste e ainda 14 códigos de anomalias. Mais, este aparelho é equipado com vários sistemas de segurança, por exemplo, contra a sobrepressão e o sobreaquecimento, e um sistema de controlo do arranque, que o torna mais suave e silencioso.



GAMA AQUASTAR


Máximo conforto com 35 kW e Microacumulação



A gama de caldeiras murais a gás **Aquastar** visa proporcionar o máximo de conforto nas águas quentes sanitárias e no aquecimento central. Com 24 kW até 35 kW de potência disponível, e mais de 20 l/min, estes modelos possuem um campo de aplicação mais vasto, pois permitem responder a situações de maiores necessidades de água quente. É a caldeira mais adequada para situações onde é necessária mais potência e um elevado conforto nas águas quentes sanitárias.

As novas exigências ambientais do mercado são satisfeitas através:

- Da compatibilização com solar
- Das baixas emissões de NOx (Classe 4 para aparelhos estanques)
- Do funcionamento muito silencioso (níveis de ruído 37 dBA)

VANTAGENS	DESCRIÇÃO
 Compatibilidade solar	É possível definir o atraso no arranque. Este tempo (entre 1 e 50 seg) permite à caldeira avaliar e analisar a temperatura da água proveniente do solar e verificar a necessidade de arranque.
★★★ Microacumulação	A microacumulação de água quente torna-se possível através do recurso a um permutador de calor para águas quentes sanitárias de maiores dimensões, o que, aliado a um sensor de caudal e a um sensor de temperatura, permite tempos de resposta muito reduzidos. Obtém-se assim a máxima estabilidade da água quente com o mínimo tempo de espera, como prova o resultado de ★★★ obtido nos rigorosos testes efetuados segundo a norma europeia EN 13203.
 Função ECO-COM	COM (Conforto) - Conjugada com a microacumulação de água, garante disponibilidade imediata de água quente. ECO (Economia) - Com recurso à função de pré-aviso, garante uma redução no consumo de água e do tempo de espera de água quente, bastando para isso o utilizador abrir a torneira cerca de 3 segundos antes de uma utilização efetiva.
 Compatibilidade com gama de controladores	A gama Aquastar é compatível com a gama de controladores de comunicação bi-direcional.
 Diagnóstico à distância	A indicação de anomalias à distância é possível quando instalado com um termóstato programável com o sistema Heatronic 3. Estão disponíveis 28 códigos de anomalia/bloqueio, permitindo uma rápida intervenção com fácil diagnóstico.
 Função anti-gelo	Evita a congelação da água na caldeira e no circuito de aquecimento (tubagem e radiadores)*.
Outras	<ul style="list-style-type: none">• Modulação linear da chama• Sistema bloqueio da chama• Ligação fácil a vários tipos de relógios encastráveis• Gestão do sensor de caudal e sonda NTC para uma melhor precisão da temperatura da A.Q.S.• Temperatura máxima de aquecimento (possível regular entre 35 a 88° C)

* Se a temperatura da água estiver entre 5 e 8° C, a bomba arranca provocando a circulação da água de instalação, e detém-se aos 9° C. Caso não seja suficiente para provocar o aumento de temperatura, e se a temperatura descer abaixo dos 5° C, a caldeira e a bomba entram em funcionamento até a temperatura chegar aos 12° C. A caldeira detém-se a esta temperatura e a bomba continua em funcionamento até se atingir os 9° C.

Design e funcionalidade

O **design da caldeira** acompanha a orientação estética dos equipamentos Vulcano. A robustez e melhoria da estética facilitam a interligação com o utilizador.

Através do painel de comandos frontal (display digital LCD), toda a tecnologia é posta ao dispor do utilizador, permitindo a regulação das inúmeras funcionalidades **do sistema**

Heatronic 3:

- Função de segurança (bloqueio de teclas) que quando acionada evita a utilização indesejável e desajustamentos na programação
- Temperatura selecionada
- Código de anomalias
- Relógio programador que permite a comutação entre as funções ECO/COM
- Modo ECO para poupança energética no serviço A.Q.S.



Facilidade de instalação e manutenção

A gama de caldeiras Aquastar tem um ventilador modulante. É um sistema de auto-ajuste que permite à caldeira adaptar-se automaticamente ao comprimento do tubo instalado, facilitando o trabalho de instalação.

O sistema eletrónico Heatronic 3 vem acentuar a facilidade de manutenção e acesso aos componentes. Através do display digital é possível aceder facilmente ao modo diagnóstico e aos códigos de anomalia.

Segurança

O modelo estanque da gama de caldeiras Aquastar garante o funcionamento em condições de difícil exaustão/admissão. A admissão é efetuada a partir do exterior com recurso a uma chaminé dupla concêntrica.

EXEMPLOS DE CÓDIGOS DE ANOMALIA DO DISPLAY DIGITAL

ECRÃ	PARÂMETRO
A2/C3	Saída de gases defeituosa
Ad	Não deteta a sonda NTC do depósito
EA	Tempo de produção da chama elevado
d4	Aumento rápido da temperatura
FA	Não deteta ionização



GAMA AQUASTAR ACU PLUS. Conforto completo e simultaneidade em vários pontos de consumo



A gama de caldeiras com depósito incorporado **Aquastar Acu Plus** possui a melhor relação conforto/espço ocupado.

Versões disponíveis:

- Na versão de exaustão natural, com potência útil de 28 kW, que corresponde a um funcionamento de água quente até 21,3 l/min
- Na versão de exaustão estanque, com potência útil de 35 kW, que corresponde a um fornecimento de água quente até 24 l/min

O depósito incorporado caracteriza-se por:

- Possuir uma capacidade de 42 litros
- Ser produzido em aço inoxidável
- Incorporar a tecnologia de estratificação

Benefícios

Estas características conduzem a um maior conforto, com uma **maior estabilidade na distribuição de água quente sanitária** pelos vários pontos de utilização. Sem recorrer a grandes volumes de acumulação, é agora possível a simultaneidade em mais do que um ponto de tiragem.

O utilizador pode assim usufruir de um **sistema completo**, capaz de aliar o conforto de aquecimento central às águas sanitárias por acumulação, tudo isto integrado numa caldeira mural que, para além de ser esteticamente mais agradável, permite ainda um ganho em termos de espaço.

Equipada com um queimador em aço inox, com um funcionamento extremamente silencioso, a caldeira Aquastar Acu Plus possui um sistema de modulação automático de chama, garantindo ganhos de consumo.

O conforto nas águas quentes é ainda garantido pela existência de **instantaneidade do aquecimento da água**, através de recurso a um segundo permutador que entrará em funcionamento sempre que a água existente no depósito terminar, como comprova a atribuição de **★★★** nos rigorosos testes efetuados segundo a norma europeia EN 13203.

Esta caldeira dispõe ainda de um sistema **Heatronic 3** para controlo eletrónico, o qual permite maximizar a versatilidade de funcionamento e segurança desta caldeira.

VANTAGENS	DESCRIÇÃO
	Compatibilidade solar
	Função ECO-COM
	Compatibilidade com gama de controladores
	Diagnóstico à distância
	Função anti-gelo

Nota: Consultar o quadro Vantagens da pág. 10.

Design e funcionalidade

O design da caldeira acompanha a orientação estética dos aparelhos Vulcano. A robustez e melhoria da estética facilita a interligação com o utilizador. Através do painel de comandos frontal (display LCD), toda a tecnologia é posta ao dispor do utilizador, permitindo a regulação das inúmeras funcionalidades do sistema Heatronic 3.

Facilidade de instalação e manutenção

O depósito desta caldeira é dividido em 3 pequenos cilindros permitindo:

- Otimizar o espaço disponível
- A construção e montagem independente dos dois módulos compactos
- Implementar a tecnologia de estratificação

As ligações hidráulicas e eletrónicas entre os dois módulos são também bastante simples, facilitando o trabalho de instalação.

Segurança

A gama de caldeiras Aquastar Acu Plus tem um **ventilador modulante**. É um sistema de auto-ajuste que permite à caldeira adaptar-se automaticamente ao comprimento do tubo instalado, facilitando o trabalho de instalação.

O sistema eletrónico Heatronic 3 vem acentuar a facilidade de manutenção e acesso aos componentes. Através do display digital é possível aceder facilmente ao modo diagnóstico e aos códigos de anomalia, semelhante à gama de caldeiras Aquastar.

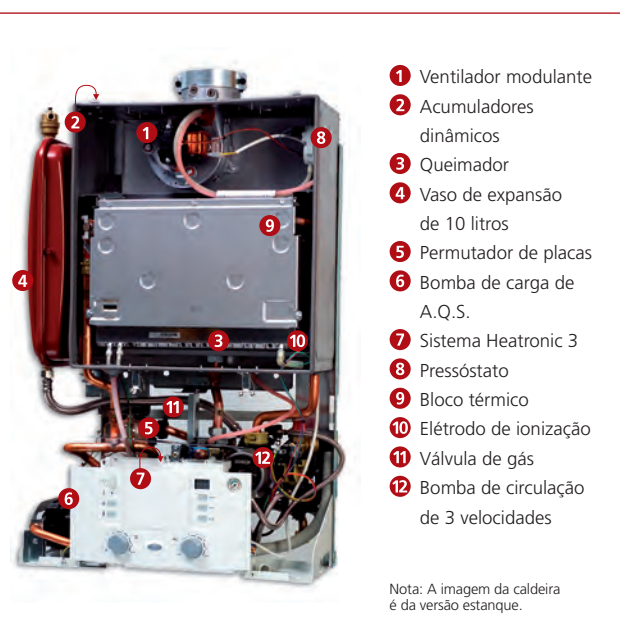
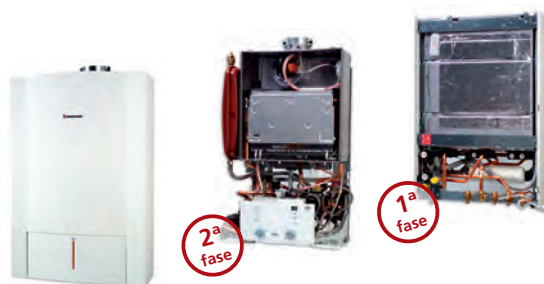
Consultar funcionalidade do sistema Heatronic 3 no ponto design e funcionalidade da Gama Aquastar da pág. 11.



ESQUEMA DE INSTALAÇÃO

Com estas características, a instalação desta caldeira torna-se bastante simples e deverá ser efetuada em duas fases, permitindo a diluição do peso total da caldeira:

- 1ª fase** Instalar o 1º módulo compacto relativo ao depósito (20 kg)
- 2ª fase** Instalar o 2º módulo compacto (38 kg)



CALDEIRAS MURAIS DE CONDENSAÇÃO

Tecnologia de Condensação



Ao longo dos anos, uma das constantes preocupações da Vulcano é oferecer sempre aparelhos amigos do ambiente. Nesse sentido, a Vulcano aposta na **tecnologia de condensação** para a gama de caldeiras Aquastar Green e Lifestar Green.

A **máxima eficiência destas caldeiras** é obtida essencialmente pelo

funcionamento a baixas temperaturas, em virtude da utilização da tecnologia de condensação, que permite a esta caldeira tornar-se uma das melhores soluções para aquecimento por piso radiante. Estas caldeiras foram concebidas para aproveitar ao máximo a energia, reduzir ao mínimo a emissão de gases poluentes (CO₂ e NO_x) e também garantir o melhor nível de conforto possível.

Estas caldeiras são ainda extremamente silenciosas - o nível de ruído em funcionamento é praticamente imperceptível.

A tecnologia de condensação permite às caldeiras da Vulcano atingir um **elevado nível de rendimento, na ordem dos 109%**, comparativamente ao rendimento de 94% de uma caldeira mural tradicional.

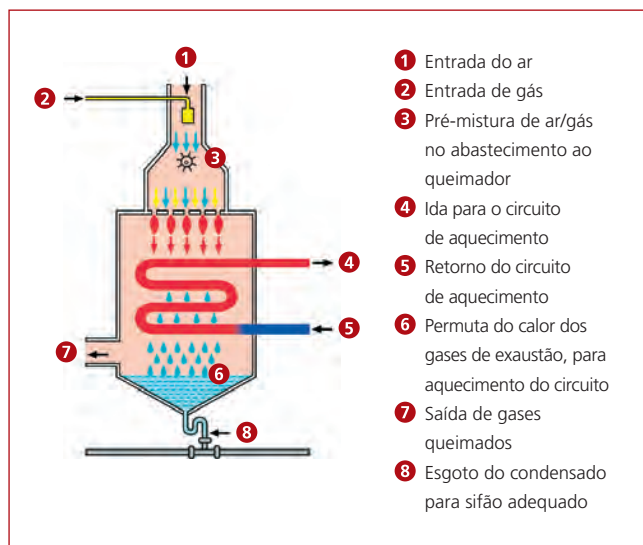


* PCI: poder calorífico inferior. PCS: poder calorífico superior.

Tecnologia de condensação

A tecnologia de condensação permite aproveitar a energia que se encontra nos gases de combustão: na passagem dos produtos de combustão, existe uma transmissão de calor para a água do circuito, ocorrendo o arrefecimento destes gases até ao ponto de condensação do vapor de água contido nos mesmos.

Assim, é possível recuperar energia e utilizá-la na caldeira para aquecimento adicional. Em caldeiras convencionais, o calor dos gases de combustão é libertado para a atmosfera. Esta tecnologia permite aumentar de maneira significativa o rendimento da instalação da caldeira e assim economizar energia.



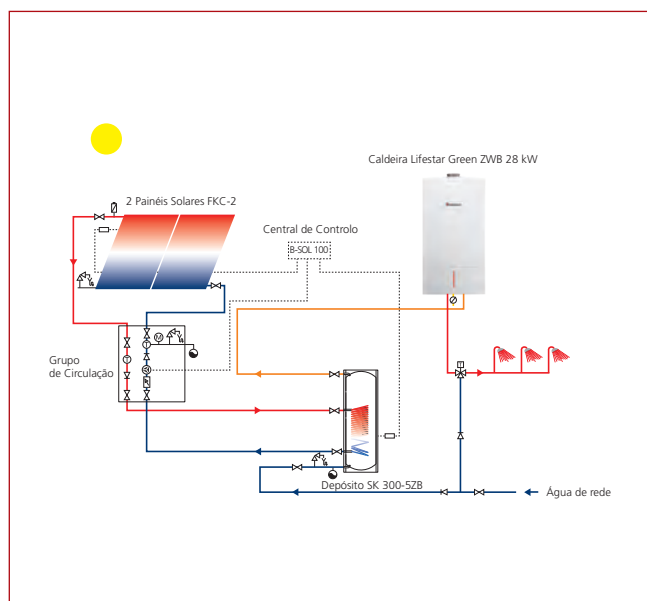
Compatibilidade solar

As principais aplicações da energia solar térmica podem ser agrupadas em função do tipo de utilização:

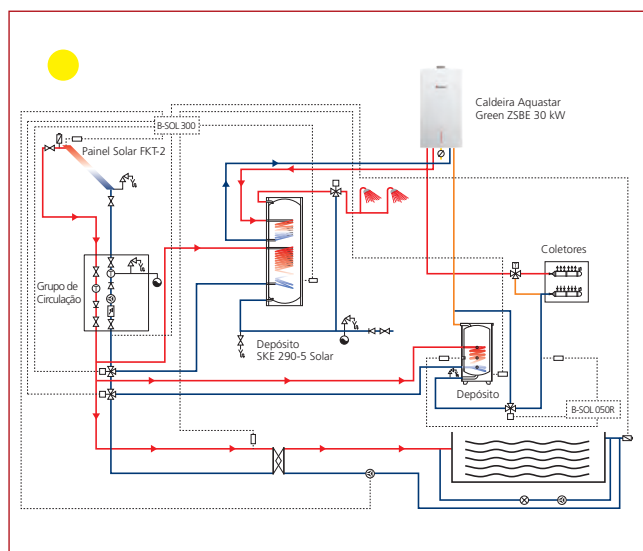
- Água quente sanitária instantânea
- Aquecimento central, radiadores de baixa temperatura e piso radiante

A compatibilidade desta caldeira com sistemas solares permite ser utilizada como equipamento de apoio, de modo a fornecer apenas a energia complementar necessária para fazer face às necessidades de conforto dos utilizadores.

APLICAÇÃO INDIVIDUAL DE A.Q.S. ATRAVÉS DE UM SISTEMA DE CIRCULAÇÃO FORÇADA COM DEPÓSITO DE UMA SERPENTINA



APLICAÇÃO INDIVIDUAL DE A.Q.S., AQUECIMENTO DE ÁGUA DE PISCINA E APOIO NO AQUECIMENTO DE PISO RADIANTE ATRAVÉS DA COMBINAÇÃO DE DEPÓSITO DE UMA E DE DUPLA SERPENTINA E ATRAVÉS DE UM PERMUTADOR DE PLACAS









GAMA LIFESTAR GREEN

Condensação: Versatilidade e Eficiência



A caldeira mural de condensação **Lifestar Green**, disponível na versão de **28 kW para águas quentes instantâneas e 22 kW no aquecimento (ZWB)** e na versão **22 kW para águas quentes por acumulação e 22 kW no aquecimento (ZSB)** é ideal para funcionar individualmente ou como apoio a sistemas solares, no aquecimento de águas e no aquecimento central a baixas temperaturas, como no caso do piso radiante. Dada a regulamentação térmica em vigor que tem como objetivo melhorar o isolamento térmico das novas construções, as necessidades de potência dos aparelhos de aquecimento são menores. Indo de encontro às necessidades do mercado, a **Vulcano desenvolveu uma caldeira de potência de aquecimento inferior a 25 kW**, a qual contribui para a eficiência energética no âmbito do RCCTE, dispensando o licenciamento e verificação pelo RSECE nas novas construções.

VANTAGENS	DESCRIÇÃO
 Condensação	A tecnologia de condensação permite à caldeira Vulcano Lifestar Green atingir um elevado nível de rendimento, na ordem dos 107%, comparativamente ao rendimento de 94% de uma caldeira mural convencional. A máxima eficiência desta caldeira é obtida essencialmente pelo funcionamento a baixa temperatura, em virtude da utilização da tecnologia de condensação que permite a esta caldeira tornar-se uma das melhores soluções para aquecimento por piso radiante.
 Compatibilidade solar	Esta caldeira está adaptada para funcionar em instalações solares, sendo possível definir o atraso no arranque. Este tempo (entre 1 e 50 seg) permite à caldeira analisar a temperatura da água proveniente do solar e assim verificar a necessidade de arranque.
★★★★ Microacumulação	Na versão ZWB, a microacumulação de água quente torna-se possível através do recurso a um permutador de calor para A.Q.S. de maiores dimensões, o que, aliado a um sensor de caudal e a um sensor de temperatura, permite tempos de resposta muito reduzidos. Obtém-se assim a máxima estabilidade da água quente com o mínimo tempo de espera, como prova o resultado de ★★★★★ obtido nos rigorosos testes efetuados segundo a norma europeia EN 13203.
 Função ECO-COM	COM (Conforto) - conjugada com a microacumulação de água, garante disponibilidade imediata de água quente. ECO (Economia) - com recurso à função de pré-aviso, garante uma redução no consumo de água e do tempo de espera de água quente, bastando para isso o utilizador abrir a torneira cerca de 3 segundos antes de uma utilização efetiva.
 Compatibilidade com gama de controladores	A gama Lifestar Green é compatível com toda a gama de controladores da Vulcano (EU 9D compatível mas não encastrável).
 Diagnóstico à distância	A indicação de anomalias à distância é possível quando instalado com um termóstato programável com o sistema Heatronic 3 (FR 10 e FR 110). Estão disponíveis 28 códigos de anomalia/bloqueio, permitindo uma rápida intervenção com fácil diagnóstico.
 Função anti-gelo	Evita a congelação da água na caldeira e no circuito de aquecimento (tubagem e radiadores)*.
Outras	<ul style="list-style-type: none"> • Máximo aproveitamento da energia • Mínima emissão de gases poluentes (CO₂ e NOx) • Funcionamento muito silencioso (≤ 36 dBA) • Função de bloqueio de teclas

* Se a temperatura da água estiver entre 5 e 8° C, a bomba arranca provocando a circulação da água de instalação, e detém-se aos 9° C. Caso não seja suficiente para provocar o aumento de temperatura, e se a temperatura descer abaixo dos 5° C, a caldeira e a bomba entram em funcionamento até a temperatura chegar aos 12° C. A caldeira detém-se a esta temperatura e a bomba continua em funcionamento até se atingir os 9° C.

Display e funcionalidade

Para aproveitar ao máximo a energia e oferecer o melhor conforto, a Lifestar Green adapta o seu funcionamento às condições climatéricas.

O relógio programador DT 20 permite definir os horários de funcionamento da caldeira, bem como aceder a todas as informações necessárias para as operações de manutenção. A visualização da temperatura de avanço para o aquecimento, e os diversos códigos de anomalia permitem ainda um fácil e rápido diagnóstico.

Segurança e instalação

Esta caldeira possui, para além de dimensões compactas, uma barra de instalação, a qual permite fazer a ligação à parede e testar a estanquidade dos circuitos hidráulicos em carga, sem a caldeira. Estas características facilitam o respetivo processo de instalação.

Fiel aos valores da marca em termos de segurança, a caldeira Lifestar Green da Vulcano possui diversos dispositivos que garantem o máximo conforto com os mais elevados índices de segurança.

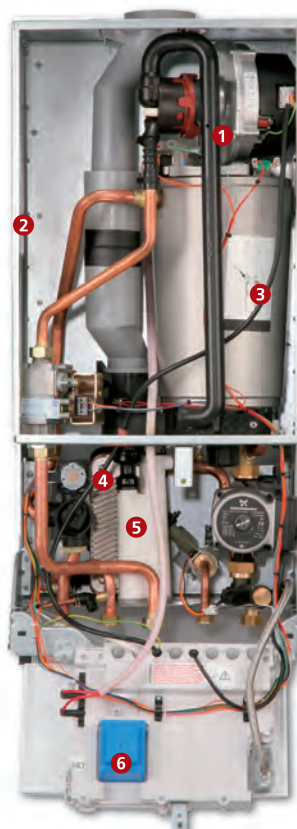
Limitadores de temperatura, manómetro, válvula de segurança, purgador automático, conduta de admissão/exaustão, são apenas alguns exemplos de como, com a Lifestar Green, se obtém conforto com toda a tranquilidade.

Caldeira Lifestar Green (ZWB)



- | | |
|---|--|
| 1 Interruptor principal | 8 Indicador de acendimento e anomalias |
| 2 Relógio programador DT 20 * | 9 Seletor de temperatura de aquecimento (35 a 90° C) |
| 3 Display digital | 10 Botão de potência |
| 4 Manómetro | 11 Botão de serviço |
| 5 Botão ECO | 12 Indicador de chama |
| 6 Botão de férias | |
| 7 Seletor de temperatura de A.Q.S. (40 a 60° C) | * não incluído |

Caldeira Lifestar Green (ZWB)



- 1 Ventilador modulante para melhor rendimento
- 2 Vaso de expansão de 10 litros incorporado
- 3 Queimador multigás de liga Al-Si de 28 kW, com uma grande superfície de troca de calor que melhora a eficiência
- 4 Permutador de placas de 35 kW para melhorar o rendimento mediante um controlo preciso da temperatura
- 5 Sifão de recolha de condensados
- 6 Sistema Heatronic 3, proporciona códigos de anomalias e módulos de programação

Nota: Caldeira em modo de serviço.

GAMA AQUASTAR GREEN

Condensação: Conforto e Eficiência



A caldeira mural de condensação **Aquastar Green** visa proporcionar o máximo conforto nas águas quentes sanitárias e aquecimento central.

Com potência de 30 kW no aquecimento e versões de 32 kW para águas quentes instantâneas e de 30 kW para águas quentes por acumulação, esta caldeira possui um campo de aplicação vasto, desde o aquecimento de águas e **aquecimento central a baixas temperaturas, como é o caso do piso radiante, até ao funcionamento enquanto equipamento de apoio a sistemas solares.**

Estas necessidades são satisfeitas com maior eficiência e consequentemente proteção ambiental.

VANTAGENS	DESCRIÇÃO
	Condensação
	Compatibilidade solar
	Microacumulação
	Função ECO-COM
	Compatibilidade com gama de controladores
	Diagnóstico à distância
	Função anti-gelo
	Outras

Nota: Consultar o quadro Vantagens da página 16.

Display e funcionalidade

Para aproveitar ao máximo a energia e oferecer o melhor conforto, a Aquastar Green adapta o seu funcionamento às condições climáticas.

O relógio programador DT 20 incorporado, permite definir os horários de funcionamento da caldeira, bem como aceder a todas as informações necessárias para as operações de manutenção. A visualização da temperatura de avanço para o aquecimento, e os diversos códigos de anomalia permitem ainda um fácil e rápido diagnóstico.



- | | |
|---|--|
| 1 Interruptor principal | 8 Indicador de acendimento e anomalias |
| 2 Relógio programador DT 20 | 9 Seletor de temperatura de aquecimento (35 a 90° C) |
| 3 Display digital | 10 Botão de potência |
| 4 Manómetro | 11 Botão de serviço |
| 5 Botão ECO | 12 Indicador de chama |
| 6 Botão de férias | |
| 7 Seletor de temperatura de A.Q.S. (40 a 60° C) | |

Segurança e instalação

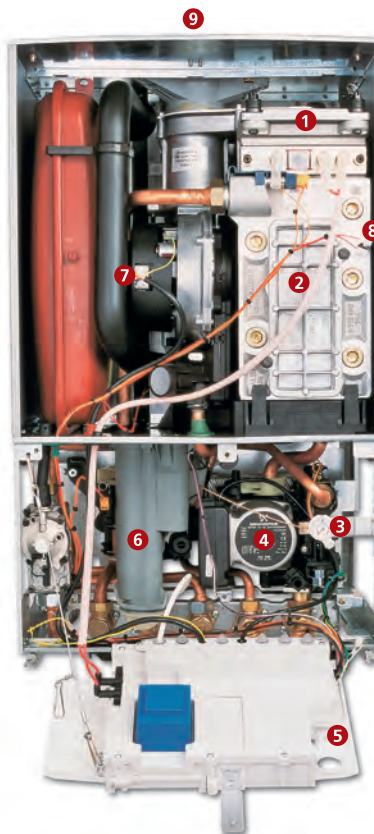
Esta caldeira possui, para além de dimensões compactas, um acessório de pré-instalação o qual permite fazer a ligação à parede e testar a estanquidade dos circuitos hidráulicos em carga, sem a caldeira. Estas características facilitam o respetivo processo de instalação.

Fiel aos valores da marca em termos de segurança, a caldeira Aquastar Green da Vulcano possui diversos dispositivos que garantem o máximo conforto com os mais elevados índices de segurança.

Limitadores de temperatura, manómetro, válvula de segurança, purgador automático, pressóstato, conduta de admissão/exaustão, são apenas alguns exemplos de como, com a Aquastar Green, se obtém conforto com toda a tranquilidade.

A Aquastar Green está disponível em dois modelos:

- Para águas quentes por acumulação (ZSBE)
- Aquecimento central e águas quentes instantâneas (ZWBE)



- | |
|---|
| 1 Queimador invertido de baixo NOx |
| 2 Câmara de combustão de alumínio-silício |
| 3 Manómetro |
| 4 Bomba de circulação |
| 5 Sistema Heatronic 3, com programador DT 20 integrado |
| 6 Sifão de recolha de condensados |
| 7 Ventilador modulante em posição lateral para maior simplicidade na instalação e melhor rendimento |
| 8 Limitador de temperatura do permutador de calor |
| 9 Tubo de exaustão/admissão |

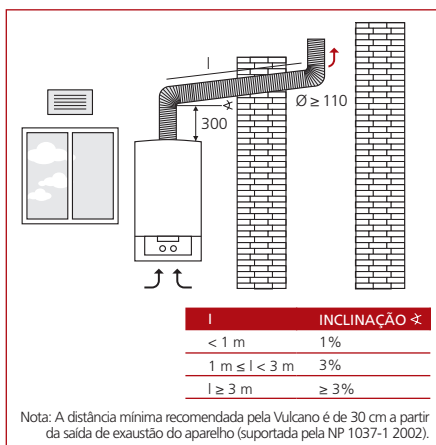
EXAUSTÃO

Formas de Exaustão

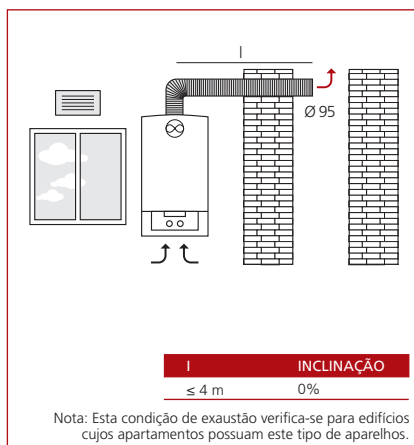
As instalações possuem requisitos que implicam diferentes formas de exaustão e/ou admissão de ar, por forma a garantir um funcionamento com os mais elevados índices de segurança. Assim, a Vulcano disponibiliza uma vasta gama de caldeiras murais Convencionais de exaustão natural, ventiladas, estanques e de caldeiras murais de Condensação.

CALDEIRAS MURASIS CONVENCIONAIS

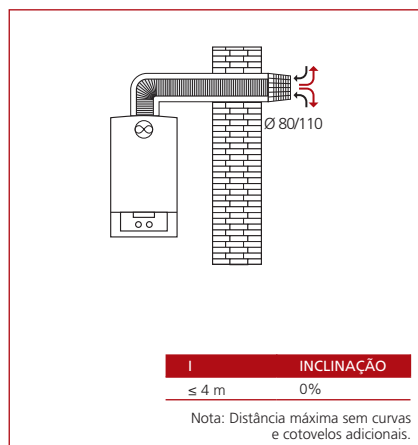
CALDEIRA COM EXAUSTÃO NATURAL



CALDEIRA COM EXAUSTÃO FORÇADA



CALDEIRA ESTANQUE

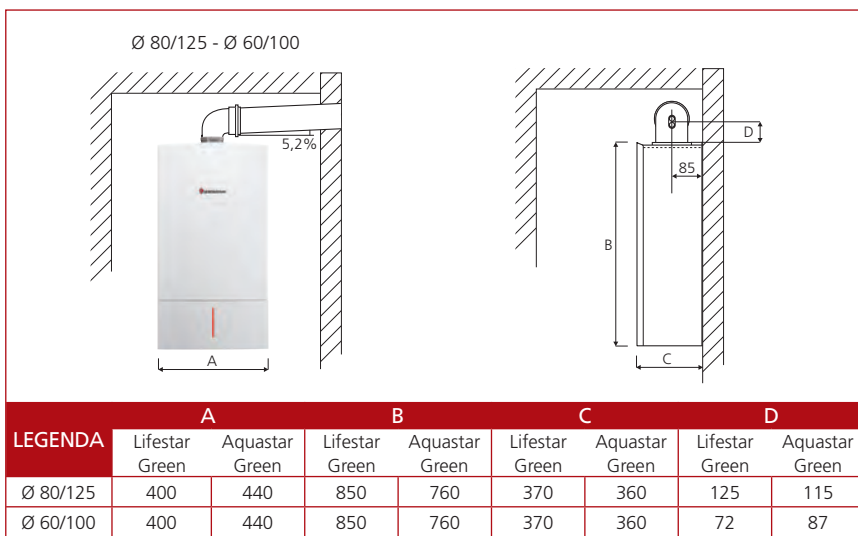


CALDEIRAS MURASIS DE CONDENSÇÃO

A instalação correta de um sistema de aquecimento de águas e aquecimento central inclui a seleção adequada dos acessórios de exaustão. As caldeiras de condensação Lifestar Green e Aquastar Green possuem uma conexão rápida de diâmetro 80/125 mm e são compatíveis com os acessórios de exaustão de diâmetro 60/100, 80/125 e 80/80 mm. Para uma ligação de exaustão horizontal, rápida e acessível recomenda-se a utilização de acessórios de diâmetro 60/100 mm.

Nota: Para conhecer os acessórios de exaustão disponíveis consulte a tabela de preços de caldeiras.

DIÂMETRO DE EVACUAÇÃO DE GASES



	DIÂMETRO DE EVACUAÇÃO Ø 60/100				DIÂMETRO DE EVACUAÇÃO Ø 80/125			
	HORIZONTAL		VERTICAL		HORIZONTAL		VERTICAL	
	Nº de curvas de 90º	Distância máxima	Nº de curvas de 90º	Distância máxima	Nº de curvas de 90º	Distância máxima	Nº de curvas de 90º	Distância máxima
LIFESTAR GREEN	1	4 m	0	6 m	1	15 m	0	15 m
	2	2 m	2	2 m	2	13 m	2	11 m
	-	-	-	-	3	11 m	3	7 m
AQUASTAR GREEN	1	7 m	0	8 m	1	16 m	0	16 m
	2	5 m	2	4 m	2	14 m	2	12 m
	3	3 m	-	-	3	12 m	4	8 m

Nota: Para consultar os acessórios de exaustão disponíveis consultar a tabela de preços de caldeiras.

Tabela de Acessórios de Exaustão

MODELO	ESQUEMA	DESIGNAÇÃO
ACESSÓRIOS DE EXAUSTÃO/ADMISSÃO P/ CALDEIRAS DE EXAUSTÃO NATURAL		
TUB 50130		Troço reto 500 mm (Ø 130 mm) ligação macho/fêmea
TUB 100130		Troço reto 1000 mm (Ø 130 mm) ligação macho/fêmea
TUB 150130		Troço reto 1500 mm (Ø 130 mm) ligação macho/fêmea
TUB 200130		Troço reto 2000 mm (Ø 130 mm) ligação macho/fêmea
CRV 45130		Curva 45° (Ø 130 mm) ligação macho/fêmea
CRV 87130		Curva 87° (Ø 130 mm) ligação macho/fêmea
DEF 130AL		Defletor (Ø 130 mm)
GREL 130AL		Grelha (Ø 130 mm)
UNI 130E		União entre tubos (Ø 130 mm)
ADAP 20130		Troço reto com adaptador 200 mm (Ø 130 mm) ligação macho/fêmea
ADAP 50130		Troço reto com adaptador 500 mm (Ø 130 mm) ligação macho/fêmea
EEXT 130E		Espelho de acabamento exterior (Ø 130 mm)
ABA 130		Abraçadeira (Ø 130 mm)
LIG 50130		Ligação 500 mm (Ø 130 mm)
LIG 100130		Ligação 1000 mm (Ø 130 mm)

ACESSÓRIOS DE EXAUSTÃO RÍGIDOS P/ CALDEIRAS ESTANQUES, VENTILADAS E DE CONDENSAÇÃO

Acessórios de exaustão rígidos para caldeiras estanques

AZ 277		Acessório de exaustão/admissão por condutas independentes (Ø 80/80 mm)
AZ 284		Acessório de exaustão/admissão por condutas independentes com recolha de condensados (Ø 80/80 mm)

Acessórios de exaustão rígidos para caldeiras estanques e ventiladas

AZ 283		Troço reto de 1000 mm + 2 espelhos + grelha
AZ 305		Anel de chaminé (Ø 80 mm)
AZ 219/1		Curva + troço de 750 mm + grelha (Ø 80 mm)
AZ 224/1		União (Ø 80 mm)
EINT 80E		Espelho (Ø 80 mm)
DEF 80AL		Defletor (Ø 80 mm)
GREL 80AL		Grelha (Ø 80 mm)






























MODELO	ESQUEMA	DESIGNAÇÃO
ACESSÓRIOS DE EXAUSTÃO/ADMISSÃO P/ CALDEIRAS ESTANQUES		
AZ 186		Conjunto para saída vertical (Ø 80/110 mm)
AZ 228		Curva a 90° + troço de 750 mm + grelha (Ø 80/110 mm)
AZ 229		Curva a 90° (Ø 80/110 mm)
AZ 230		Curva a 45° (Ø 80/110 mm)
AZ 231		Troço reto de 500 mm (Ø 80/110 mm)
AZ 232		Troço reto de 750 mm (Ø 80/110 mm)
AZ 264		Troço reto de 1500 mm (Ø 80/110 mm)
AZ 233		União entre tubos (Ø 80/110 mm)
AZ 266/1		Curva + troço de 750 mm + grelha (Ø 80/110 mm)*
AZ 298		Adaptador para troços independentes (Ø 80/80 mm)
AZ 299		Adaptador para troços independentes com recolha de condensados (Ø 80/80 mm)
EEXT 110E		Espelho de acabamento exterior (Ø 110 mm)
EINT 110E		Espelho de acabamento interior (Ø 110 mm)
GREL 80110		Grelha (Ø 80 mm) ligação 110 mm

ACESSÓRIOS DE EXAUSTÃO/ADMISSÃO RÍGIDOS P/ CALDEIRAS ESTANQUES

AZ 186		Conjunto para saída vertical (Ø 80/110 mm)
AZ 228		Curva a 90° + troço de 750 mm + grelha (Ø 80/110 mm)
AZ 229		Curva a 90° (Ø 80/110 mm)
AZ 230		Curva a 45° (Ø 80/110 mm)
AZ 231		Troço reto de 500 mm (Ø 80/110 mm)
AZ 232		Troço reto de 750 mm (Ø 80/110 mm)
AZ 264		Troço reto de 1500 mm (Ø 80/110 mm)
AZ 233		União entre tubos (Ø 80/110 mm)
AZ 266/1		Curva + troço de 750 mm + grelha (Ø 80/110 mm)*
AZ 277		Acessório de exaustão/admissão por condutas independentes (Ø 80/80 mm)
AZ 284		Acessório de exaustão/admissão por condutas independentes com recolha de condensados (Ø 80/80 mm)
AZ 298		Adaptador para troços independentes (Ø 80/80 mm)
AZ 299		Adaptador para troços independentes com recolha de condensados (Ø 80/80 mm)
EEXT 110E		Espelho de acabamento exterior (Ø 110 mm)
EINT 110E		Espelho de acabamento interior (Ø 110 mm)
GREL 80110		Grelha (Ø 80 mm) ligação 110 mm

*Chaminé recomendada para utilização com a gama Aquastar.

Tabela de Acessórios de Exaustão

MODELO	ESQUEMA	DESIGNAÇÃO
ACESSÓRIOS DE EXAUSTÃO RÍGIDOS PARA CALDEIRAS ESTANQUES, VENTILADAS E DE CONDENSAÇÃO		
Acessórios de exaustão rígidos para caldeiras estanques, ventiladas e de condensação		
AZB 922		Adaptador com tomas para análise de combustão (Ø 80/125 mm)
AZ 381		Curva a 90° (Ø 80 mm)
AZ 382		Curva a 45° (Ø 80 mm)
AZ 383		Troço reto de 500 mm (Ø 80 mm)
AZ 384		Troço reto de 1000 mm (Ø 80 mm)
AZ 385		Troço reto de 2000 mm (Ø 80 mm)
Acessórios de exaustão/admissão rígidos para caldeiras de condensação		
AZB 604/1		Troço reto de 500 mm (Ø 80/125 mm)
AZB 605/1		Troço reto de 1000 mm (Ø 80/125 mm)
AZB 606/1		Troço reto de 2000 mm (Ø 80/125 mm)
AZB 607/1		Curva a 90° (Ø 80/125 mm)
AZB 608/1		2 Curvas de 45° (Ø 80/125 mm)
AZB 931		Saída vertical c/ medição dos valores de combustão
AZB 918		Kit saída horizontal (telescópica) (Ø 80/125 mm) comp. mín/máx: 445/640 mm
AZB 919		Conjunto p/ saída vertical de 1393 mm com medição (Ø 80/125 mm) comp. máx: 1393 mm
AZB 925		Telha de suporte negra (Ø 125 mm)
AZB 916		Kit saída horizontal (telescópica) (Ø 60/100 mm) comp. mín/máx: 530/750 mm
AZB 917		Kit saída vertical + Saída de telhado negro (Ø 60/100 mm) comp. máx: 1285 mm
AZB 908		Troço reto de 1000 mm (Ø 60/100 mm)
AZB 909		Troço reto de 500 mm (Ø 60/100 mm)
AZB 910		Curva de 90° (Ø 60/100 mm)
AZB 911		Curva de 45° (Ø 60/100 mm)
AZB 1093		Adaptação a 60/100 com toma de análise (Ø 60/100 mm)
Acessórios de exaustão em PVC para caldeiras de condensação		
AZB 610		Troço reto de 500 mm (Ø 80)
AZB 611		Troço reto de 1000 mm (Ø 80)
AZB 612		Troço reto de 2000 mm (Ø 80)
AZB 661		Curva de 15° (Ø 80)
AZB 662		Curva de 30° (Ø 80)
AZB 620		Curva de 45° (Ø 80)
AZB 619		Curva de 90° (Ø 80)

NOTAS:

1: Os acessórios AZ 277 e AZ 284 são recomendados apenas para caldeiras estanques.

2: Os acessórios AZ 305, AZ 219 e AZ 224 são recomendados para utilização com aparelhos ventilados.

3: Os acessórios AZB 600/2, AZB 823, AZB 601/1 e AZB 603 são recomendados para caldeiras de condensação.

INFORMAÇÃO TÉCNICA

Barra de Ligações (medidas em mm)

GAMA LIFESTAR E AQUASTAR ACU PLUS

vista traseira da caldeira

- 1 Circuito de aquecimento - ida (R3/4")
- 2 Circuito de aquecimento - retorno (R3/4")
- 3 Saída R1/2" para água quente sanitária (ZW 24, ZW 28/30 e ZWSE)
Ligação R1/2" para ida do circuito primário de aquecimento do acumulador (ZS 24)
- 4 Entrada R1/2" para água fria sanitária (ZW 24, ZW 28/30 e ZWSE)
Ligação R1/2" para retorno do circuito primário de aquecimento do acumulador (ZS 24)
- 5 Ligação do gás (R3/4")

GAMA AQUASTAR, LIFESTAR GREEN E AQUASTAR GREEN

- 1 Circuito de aquecimento - ida (R3/4")
- 2 Circuito de aquecimento - retorno (R3/4")
- 3 Saída R1/2" para água quente sanitária (ZWC)
Ligação R1/2" para ida do circuito primário de aquecimento do acumulador (ZSC)
- 4 Entrada R1/2" para água fria sanitária (ZWC)
Ligação R1/2" para retorno do circuito primário de aquecimento do acumulador (ZSC)
- 5 Ligação do gás (R3/4")
- 6 Ligação flexível para lavagem e teste da instalação

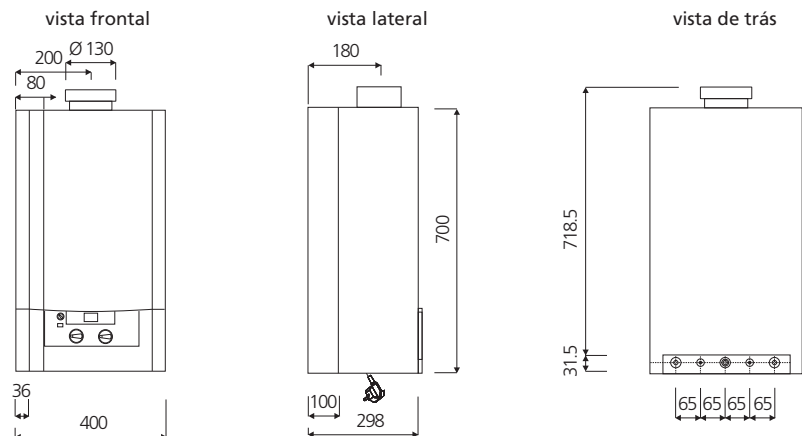
* 158 mm na gama Aquastar Green.
** 120 mm na gama Aquastar Green.

Dimensões e Atravancamentos

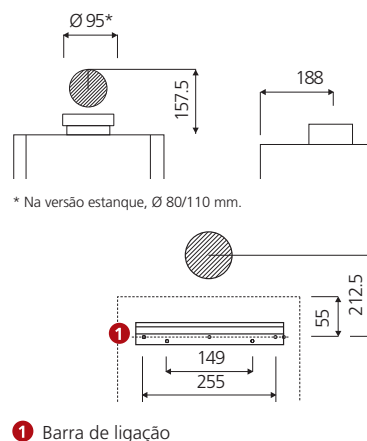
Caldeiras Murais Convencionais (medidas em mm)

GAMA LIFESTAR

Versão exaustão natural

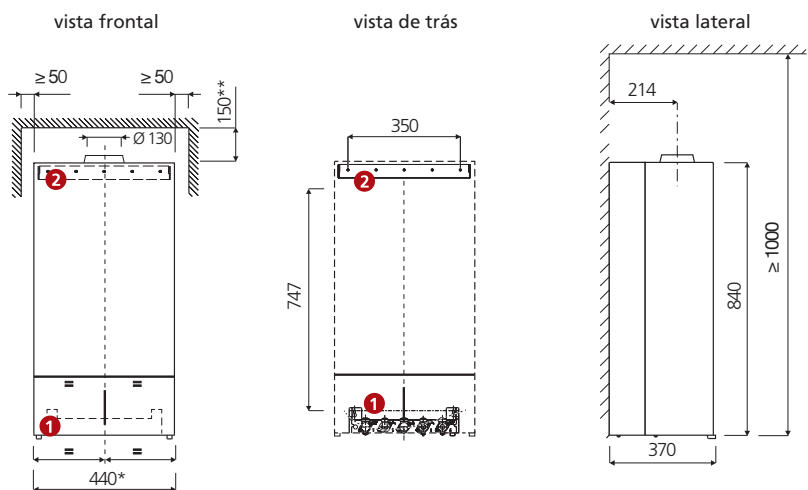


Versão ventilada e estanque



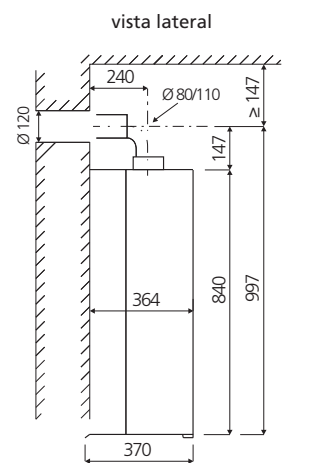
GAMA AQUASTAR

Versão exaustão natural



* Na versão 24/28, 28 e 30 kW; 400 mm na versão 24 kW, 480 mm versão 35 kW. ** Com conduta de exaustão vertical.

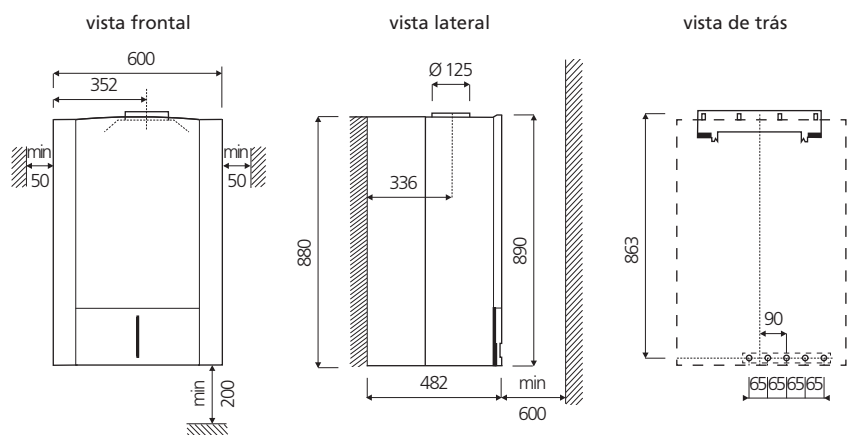
Versão estanque



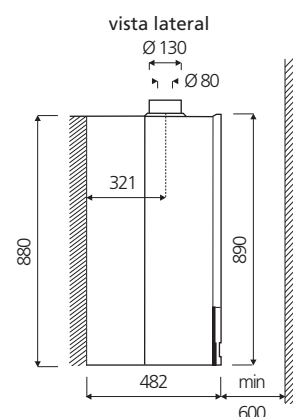
1 Barra de ligação 2 Placa de fixação

GAMA AQUASTAR ACU PLUS

Versão exaustão natural

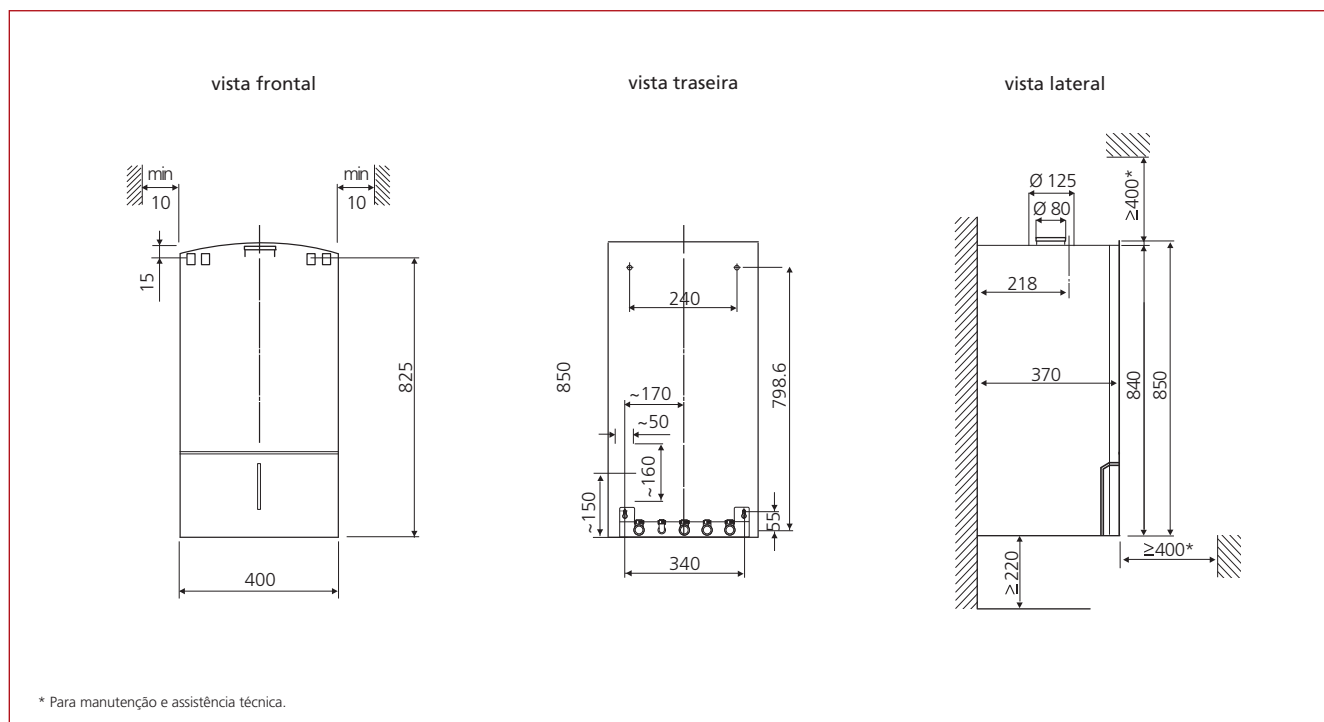


Versão estanque

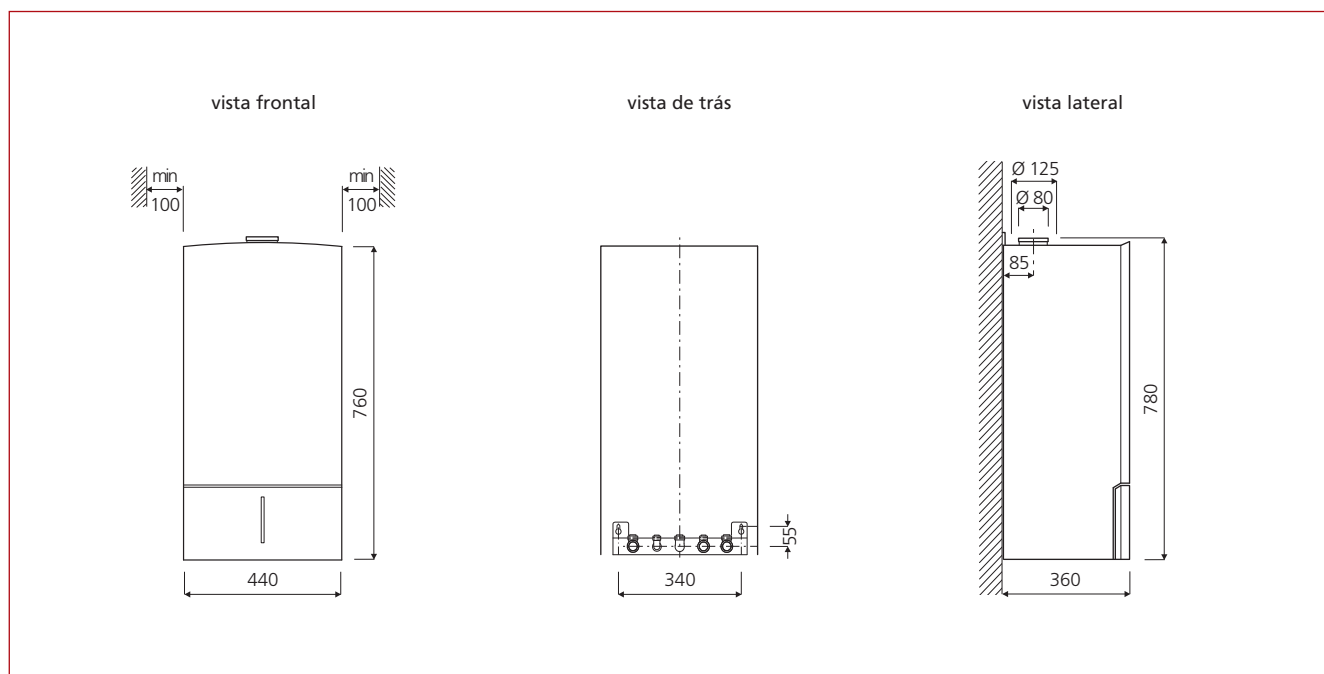


Caldeiras Murais de Condensação (medidas em mm)

GAMA LIFESTAR GREEN



GAMA AQUASTAR GREEN



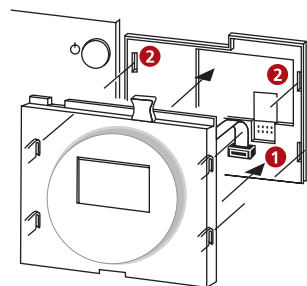
Nota: Para mais informações deve consultar as normas de instalação.

Esquemas Elétricos de Ligação a Controladores

RELÓGIOS ENCASTRÁVEIS

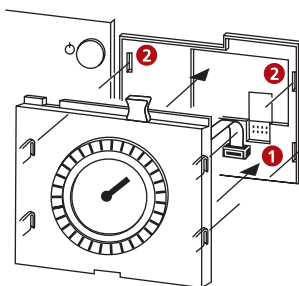
Ligação do DT 10 e DT 20

(compatível com as caldeiras da gama Aquastar e Aquastar Acu Plus, Lifestar Green e Aquastar Green)



Ligação do MT 10

(compatível com as caldeiras da gama Aquastar e Aquastar Acu Plus, Lifestar Green e Aquastar Green)

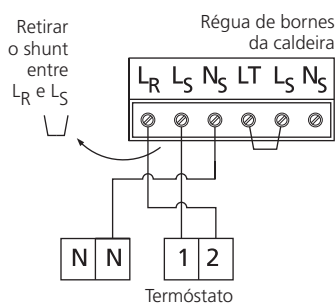


- 1 Ficha de ligação ao controlador
- 2 Encaixe do controlador na caldeira

TERMÓSTATOS

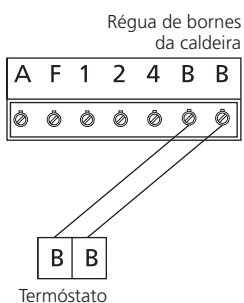
Ligação do termóstato ambiente TR 12

(compatível com as caldeiras da gama Lifestar)



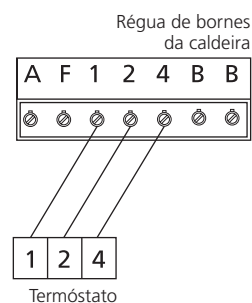
Ligação do termóstato FR 10

(compatível com as caldeiras da gama Aquastar e Aquastar Acu Plus, Lifestar Green e Aquastar Green)



Ligação do termóstato TR 21 (24V DC)

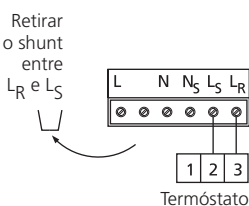
(compatível com as caldeiras da gama Aquastar e Aquastar Acu Plus, Lifestar Green e Aquastar Green)



TERMÓSTATOS PROGRAMÁVEIS

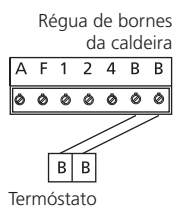
Ligação do TRZ 12-2

(compatível com as caldeiras da gama Lifestar, Aquastar e Aquastar Acu Plus, Lifestar Green e Aquastar Green)



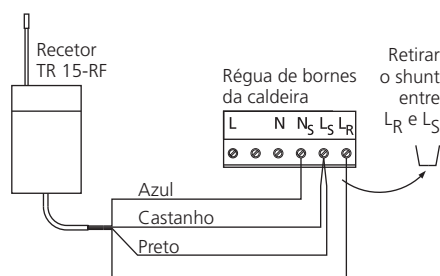
Ligação do FR 110

(compatível com as caldeiras da gama Aquastar e Aquastar Acu Plus, Lifestar Green e Aquastar Green)



Ligação do termóstato ambiente programável sem fios TR 15-RF e TR 15-RFT (230V AC)

(compatível com todas as caldeiras murais da gama Vulcano)



Dados técnicos

Caldeiras Murais de Condensação

MODELO		ZWB 28-3C	ZSB 22-3C	ZWBE 30/32-2A	ZSBE 30-2A
GAMA LIFESTAR GREEN			GAMA AQUASTAR GREEN		
Potência Útil					
Água quente	kW	7.3-27.4	7.3-27.4	7.7-32	7.7-30
Aquecimento central	kW	7.3-21.8	7.3-21.8	7.7-30	7.7-30
Rendimento térmico a 100% de carga nominal	%	97.5	97.5	98	98
Rendimento térmico a 30% de carga nominal	%	107	107	109	109
Consumo					
Gás but/prop	kg/h	2.1	2.1	2.5	2.4
Gás natural	m³/h	1.5	2.8	3.4	3.2
Dimensões					
Altura x Largura x Profundidade	mm	850 x 400 x 370	850 x 400 x 370	760 x 440 x 360	760 x 440 x 360
Peso	kg	44	41	48.5	46.5
Aquecimento Central					
Potência térmica útil (P mín./máx.) 40/30° C	kW	8.1 / 21.8	8.1 / 21.8	8.6 / 32.1	8.6 / 32.1
Potência térmica útil (P mín./máx.) 50/30° C	kW	8.0 / 21.6	8.0 / 21.6	8.6 / 31.8	8.6 / 31.8
Potência térmica útil (P mín./máx.) 80/60° C	kW	7.3 / 20.3	7.3 / 20.3	7.7 / 30.0	7.7 / 30.0
Temperatura de ida (mín./máx.)	° C	35-90	35-90	40-88	40-88
Pressão máxima de serviço	bar	3	3	3	3
Rendimento (diretiva 92/42 CEE)		★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
Produção de A.Q.S.					
Intervalo de reg. de temperatura		40-60	-	40-60	40-60
Pressão máxima de serviço	bar	10	-	10	10
Pressão mínima de água	bar	0.3	-	0.2	-
Caudal conforme EN 625	l/min	13.0	-	14.5	-
Conforto EN 13.203		★★★	-	★★★	★★★
Outros					
Nível de ruído	≤ dBA	36	36	44	43
NOx - Classe		5	5	5	5
Tensão Elétrica	AC...V	230	230	230	230
Frequência	Hz	50	50	50	50
Potência máxima absorvida	W	125	125	150	150
Diâmetro de evacuação de gases/acessório básico		Ø 60/100 AZB 916	Ø 60/100 AZB 916	Ø 60/100 AZB 916	Ø 60/100 AZB 916

Nota: Os valores apresentados são para gás natural.

Dados técnicos

Caldeiras Murais Convencionais

MODELO	ZW/ZS 24 KE	ZW 24/28 KE	ZW/ZS 24 VENT	ZW/ZS 24 AE	ZW 24/30 VENT	ZW 24/30 AE
GAMA LIFESTAR						

Potência Útil

Água quente	kW	7-23.6	10-27.6	7-24	7-24	10-29.6	10-29.6
Aquecimento central	kW	8-23.6	10-24.0	10-24	10-24	10-24.0	10-24.0
Rend. térm. a 100% carga nom.	%	89.3	91.9	92.5	92.5	91.6	91.6
Rend. térm. a 30% carga nom.	%	86.7	89.4	89.4	89.4	88.3	88.3

Consumo

Gás but/prop	kg/h	2.1	2.4	2.1	2.1	2.6	2.6
Gás natural	m³/h	2.8	3.2	2.8	2.8	3.4	3.4

Dimensões

Altura x Largura x Profundidade	mm	700 x 400 x 298	700 x 400 x 298	700 x 400 x 298	700 x 400 x 298	700 x 400 x 298	700 x 400 x 298
Peso	kg	27.5	27.5	33	33	33	33

Aquecimento Central

Temperatura de ida (mín./máx.)	° C	45-88	45-88	45-88	45-88	45-88	45-88
Pressão máxima de serviço	bar	3	3	3	3	3	3
Rendimento*		★★	★★	★★	★★	★★	★★

Produção de A.Q.S.

Temperatura (mín./máx.)	° C	40-60	40-60	40-60	40-60	40-60	40-60
Pressão máxima de serviço	bar	10	10	10	10	10	10
Caudal específico $\Delta T=30K^{**}$		11.8	12.7	11.8	11.8	14.3	14.3
Conforto EN 13.203		★★	★★	★★	★★	★★	★★

Outros

Diâmetro de evacuação de gases/acessório básico		Ø 130	Ø 130	Ø 80/110 AZ 228	Ø 80/110 AZ 228	Ø 80/110 AZ 228	Ø 80/110 AZ 228
---	--	-------	-------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

MODELO	ZWC 24/28 MFK	ZWC 28/28 MFK	ZWC 24/28 MFA	ZWC 30/30 MFA	ZWC 35/35 MFA
GAMA AQUASTAR ZWC					

Potência Útil

Água quente	kW	7.3-28	8.6-28	8.6-28	9-30	10.6-35
Aquecimento central	kW	7.3-24	8.6-28	7.3-24	9-30	10.6-35
Rend. térm. a 100% carga nom.	%	90.6	90.6	93.4	93.6	93.7
Rend. térm. a 30% carga nom.	%	88.3	88.3	91.1	92.6	92.7

Consumo

Gás but/prop	kg/h	2.0-2.3	2.3	2.3	2.5	2.9
Gás natural	m³/h	2.8-3.2	3.2	2.7	3.4	3.9

Dimensões

Altura x Largura x Profundidade	mm	850 x 440 x 370	850 x 440 x 370	850 x 440 x 370	850 x 440 x 370	850 x 480 x 370
Peso	kg	38.8	36.8	43	43	46.2

Aquecimento Central

Temperatura de ida (mín./máx.)	° C	40-88	40-88	40-88	40-88	40-88
Pressão máxima de serviço	bar	3	3	3	3	3
Rendimento*		★★	★★	★★★	★★★	★★★

Produção de A.Q.S.

Intervalo de reg. de temperatura		40-60	40-60	40-60	40-60	40-60
Pressão máxima de serviço	bar	10	10	10	10	10
Caudal específico $\Delta T=30K^{**}$		11.1	11.1	13.4	14.3	15.9
Conforto EN 13.203		★★★	★★★	★★★	★★★	★★★

Outros

Diâmetro de evacuação de gases/acessório básico		Ø 130	Ø 130	Ø 80/110 AZ 266	Ø 80/110 AZ 266	Ø 80/110 AZ 266
---	--	-------	-------	-----------------	-----------------	-----------------

MODELO		ZSC 24 MFK	ZSC 28 MFK	ZSC 24 MFA	ZSC 30 MFA	ZSC 35 MFA
GAMA AQUASTAR ZSC						
Potência Útil						
Água quente	kW	-	-	-	-	-
Aquecimento central	kW	7.3-24	8.6-28	7.3-24	9-30	10.6-35
Rendimento térmico a 100% de carga nominal	%	90.6	90.6	93.6	93.6	93.7
Rendimento térmico a 30% de carga nominal	%	88.3	88.3	92.6	92.6	92.7
Consumo						
Gás but/prop	kg/h	2	2.3	1.9	2.5	2.9
Gás natural	m³/h	2.8	3.2	2.7	3.4	3.9
Dimensões						
Altura x Largura x Profundidade	mm	850 x 400 x 370	850 x 440 x 370	850 x 400 x 370	850 x 440 x 370	850 x 480 x 370
Peso	kg	35.1	37.3	41.4	43	46.2
Aquecimento Central						
Temperatura de ida (mín./máx.)	° C	40-88	40-88	40-88	40-88	40-88
Pressão máxima de serviço	bar	3	3	3	3	3
Rendimento*		★★	★★	★★★	★★★	★★★
Produção de A.Q.S.						
Intervalo de reg. de temperatura		10-70	10-70	10-70	10-70	10-70
Outros						
Diâmetro de evacuação de gases/acessório básico		Ø 130	Ø 130	Ø 80/110 AZ 266	Ø 80/110 AZ 266	Ø 80/110 AZ 266

MODELO		ZWSE 28 KE	ZWSE 35 AE
GAMA AQUASTAR ACU PLUS			
Potência Útil			
Água quente	kW	8.6-28.1	10.6-34.4
Aquecimento central	kW	8.6-28.1	10.6-34.4
Rendimento térmico a 100% de carga nominal	%	90.6	93.7
Rendimento térmico a 30% de carga nominal	%	88.3	92.7
Consumo			
Gás but/prop	kg/h	2.4	-
Gás natural	m³/h	3.2	3.9
Dimensões			
Altura x Largura x Profundidade	mm	890 x 600 x 482	890 x 600 x 482
Peso	kg	64.8	64.8
Aquecimento Central			
Temperatura de ida (mín./máx.)	° C	45-90	45-90
Pressão máxima de serviço	bar	3	3
Rendimento*		★★	★★★
Produção de A.Q.S.			
Tempo de aquec. acumul. ΔT=25° C		9	9
Intervalo de reg. de temperatura		15-70	15-70
Temperatura (mín./máx.)	° C	-	-
Pressão máxima de serviço	bar	10	10
Conforto EN 13.203		★★★	★★★
Outros			
Diâmetro de evacuação de gases/acessório básico		Ø 125	Ø 80/110 AZ 266

**VULCANO**

Departamento Comercial
 Av. Infante D. Henrique, lotes 2E e 3E
 1800-220 Lisboa
 tel. 218 500 300 fax 218 500 301
 info.vulcano@pt.bosch.com

Bosch Termotecnologia SA
 Sede
 E.N. 16 - Km 3,7 Aveiro
 3800-533 Cacia



Serviço Pós-venda

211 540 721**808 275 325**

Chamada local

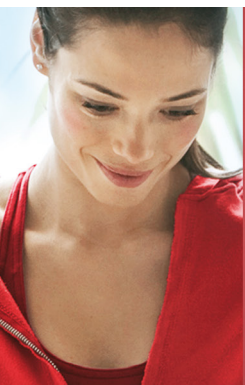
setembro 2013. A informação constante deste catálogo pode ser alterada sem aviso prévio.

www.vulcano.pt



 **Vulcano**

SOLUÇÕES DE ÁGUA QUENTE



AR CONDICIONADO



Índice



Ar Condicionado

A temperatura perfeita, com frio ou calor 03

Benefícios 04

Serviços de Apoio ao Cliente 05

Princípio de Funcionamento 06

Modos de Funcionamento e Funções 07

Norma Europeia de Etiquetagem Energética 08

Escolher um Ar Condicionado 10

Dados técnicos

Mono-split Prime Inverter E 12

Mono-split Easy Inverter E 13

Multi-split - Unidades Exteriores 14

Multi-split - Unidades Interiores 15

Multi-split - Combinações 17

AR CONDICIONADO

Soluções integrais para arrefecimento e aquecimento



A temperatura perfeita, com frio ou calor.

A Vulcano coloca à disposição dos seus clientes uma gama diversificada de unidades de ar condicionado, em função das suas necessidades distintas, e apropriados a cada especificidade de utilização:

- Arrefecimento e/ou aquecimento
- Quantidade de divisões e especificidade das mesmas (loja, escritório, quarto, sala, etc.)
- Locais de instalação das Unidades Interiores (teto falso, parede, etc.)
- Clima do local de instalação

A aposta da Vulcano centra-se, principalmente, em oferecer aparelhos com características e funcionalidades que contribuam para uma atmosfera confortável, com a temperatura e humidade desejadas.

A nova gama de unidades de Ar Condicionado Vulcano dispõe de uma variedade de equipamentos que inclui: Mono-split com unidades 1x1 de 2,6 kW a 6,5 kW, e Multi-split com Unidades Exteriores de 2x1 até 5x1 e capacidades que vão desde os 5,3 kW até aos 12,4 kW. A gama Multi-split conta ainda com Unidades Interiores do tipo Mural, Chão-Teto, Cassete e Conduatas.

Benefícios



Classificação Energética A++ (Alta Eficiência)

O Ar Condicionado Vulcano é um equipamento de Classe A até A++, cotando-se como extremamente eficiente a nível energético, contribuindo para reduzir o consumo de energia e o impacto ambiental.



Tecnologia Inverter DC e Eficiência Energética

Graças à tecnologia Inverter DC obtém-se uma elevada eficiência energética e de climatização, que vai permitir a adaptação às necessidades específicas de cada cliente. Inverter DC refere-se exatamente à modulação, e aplica-se aos equipamentos que possuem um inversor eletrónico da velocidade dos compressores e ventiladores, adaptando o aparelho, e a sua capacidade para produzir frio ou calor, às necessidades da habitação. Assim, o Ar Condicionado Vulcano efetua menos arranques e paragens de compressor, garantindo uma saída de ar constante e uniforme. Esta tecnologia assegura a mais alta eficiência, maximizando a poupança energética.



Versatilidade frio/calor

Através de um só equipamento, estes aparelhos são ideais para providenciar conforto durante o ano inteiro e a combinação perfeita entre tecnologia e qualidade, com a garantia de uma marca líder como a Vulcano.



Filtro Silver Ion (filtro de iões de prata)

A gama de Mono-split e Multi-split murais Prime E Inverter possuem um novo filtro de esterilização. O ião de prata é um elemento incolor e sem sabor, sem quaisquer efeitos secundários como a contaminação ou irritação, e que atrai as bactérias e microrganismos que passem através da sua membrana celular, impossibilitando assim a sua reprodução e proporcionando um grau elevado de esterilização, combatendo cerca de 99% das bactérias.



Filtro anti-pó

O filtro anti-pó retém as partículas, assegurando um ar mais limpo, mantendo o ambiente agradável.



Gás Refrigerante Ecológico R410a

Mais eficaz, sendo também ecológico (não prejudica a camada de ozono), é não inflamável e não tóxico.



Compactos e Silenciosos

Graças ao funcionamento silencioso e à estética atraente, estes equipamentos proporcionam um ambiente agradável e confortável. Com um design moderno e compacto, garantem a distribuição uniforme do ar pelo espaço. São ainda de fácil limpeza, graças aos seus painéis planos e aparência moderna.



Fácil de instalar e usar

Devido à inclusão da barra de montagem para a Unidade Interior, a instalação é muito simples. Existem ainda diferentes funções integradas nos próprios aparelhos e a opção de controlo remoto.



5 Modos de funcionamento

Automático, frio, calor, ventilação e desumidificação.



Funções inteligentes

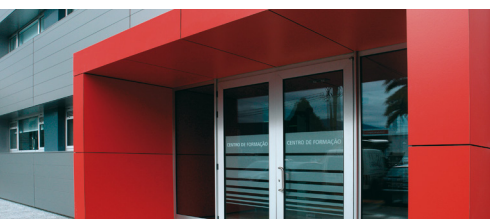
As inovações de última geração vão além do simples controlo da temperatura, incluindo vantagens como: o aumento da qualidade do ar, o controlo de humidade, os ambientes livres de agentes patogénicos, o design funcional e os consumos reduzidos de energia. Com intervalos de temperatura interior de 16° C a 30° C e autonivelção de ambientes, os aparelhos regulam a temperatura e suas flutuações na habitação, racionalizando o uso de energia. Exemplo: autolimpeza, swing, sleep, diagnóstico de anomalias, turbo e variação da capacidade do compressor.

Serviços de Apoio ao Cliente



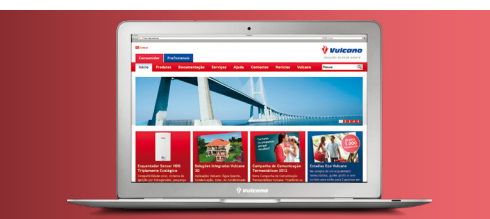
Estudos e Dimensionamento

O Gabinete de Estudos e Dimensionamento tem por função dimensionar os sistemas de ar condicionado mais adequados, em função do levantamento das necessidades térmicas existentes, quer de calor como de frio, de acordo com a melhor integração do sistema a climatizar. Adicionalmente, este gabinete também dimensiona sistemas de aquecimento destinado a águas quentes sanitárias, em especial com recursos a soluções solares, aquecimento central e aquecimento de piscinas. Oferece uma resposta rápida e de confiança ao instalador, construtor e projetista, no aconselhamento, na preparação e na concretização de soluções.



Formação

Os centros de formação da Vulcano, em Lisboa e Aveiro, desenvolvem diferentes níveis de formação relacionados com ar condicionado: desde os princípios básicos da refrigeração, características dos fluidos frigorigéneos e circuitos frigoríficos, à apresentação da gama de produto, instalação, carga e descarga de gás e à análise de componentes e condições de funcionamento dos aparelhos. Didaticamente, abordam-se e simulam-se várias soluções em ações interativas para comerciais, instaladores, projetistas e postos de assistência técnica.



Internet e Acesso Profissional

Em www.vulcano.pt encontram-se todas as informações e ferramentas úteis para os nossos consumidores e parceiros: os **produtos** com características e dados técnicos respetivos; **documentação** e catálogos, normas de instalação, tabela de peças e preços; **consulta** de pontos e requisição de prémios **Club V**; **calendário de formação** e formulário de inscrição; **campanhas** de comunicação, material de ponto de venda e muito mais.



Documentação

A comunicação ao mercado de novos produtos passa, entre outros aspetos, pelo **desenvolvimento e produção de informação técnico-comercial de apoio**, de forma a comunicar e dotar os nossos clientes de conhecimento e a esclarecer as suas dúvidas sobre toda a gama de produtos Vulcano.

Assistência Pós-venda

A Vulcano coloca à disposição dos clientes uma assistência técnica especializada, através dos números de telefone 808 275 325 ou 211 540 721. A mais vasta rede de postos de assistência técnica, com cobertura em todo o País, permite um elevado nível de serviço com tempo resposta médio entre 24 h e 48 h (1 a 2 dias úteis), transmitindo toda a confiança aos utilizadores.



Princípio de Funcionamento

Ciclos de refrigeração e aquecimento

O princípio básico de funcionamento do **sistema de refrigeração** assenta na transferência de calor de um lugar para o outro.

O processo efetua-se através da circulação de fluido refrigerante, cuja função é reduzir ou manter a temperatura de um determinado ambiente. Para isso, deve extrair-se calor do lugar que queremos climatizar e transferi-lo para outra unidade com temperatura superior, passando pelos estados de expansão, evaporação, compressão e condensação.

Este processo requer uma Unidade Interior, uma Unidade Exterior, tubos de cobre que ligam ambas e uma conduta para drenagem de condensados, sendo que o refrigerante circula entre as unidades através destes tubos, absorvendo a energia de uma e libertando-a na outra.

Para o **ciclo de aquecimento**, o funcionamento é o oposto do da refrigeração. O calor é extraído do exterior passando pelos mesmos estados e processos, sendo posteriormente libertado no interior.



Processo de arrefecimento

1. Unidade Interior

O ar quente do interior é forçado a passar por uma serpentina (evaporador), através da qual circula um agente refrigerante. Este, por sua vez, arrefece o ar ao absorver o seu calor, que será posteriormente transferido para a Unidade Exterior.

2. Tubos

O refrigerante passa pelas unidades e tubos de cobre, transportando o calor da Unidade Interior para a Unidade Exterior.

3. Unidade Exterior

O refrigerante é aquecido através da compressão para aumentar o seu ponto de saturação. Na Unidade Exterior, o calor obtido é libertado através da ventoinha, após a passagem pelo permutador de calor (condensador). No condensador, o refrigerante passa do estado gasoso ao estado líquido (condensação) seguindo o circuito para a Unidade Interior.

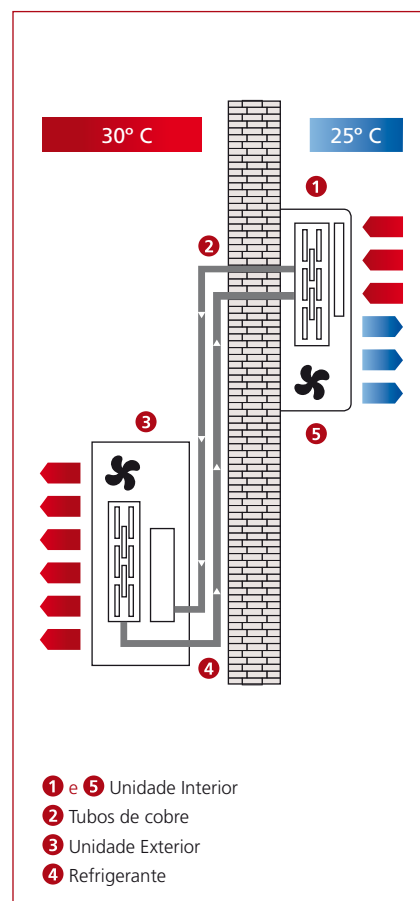
4. Refrigerante

O refrigerante líquido circula novamente para a Unidade Interior. O refrigerante depois de passar por um dispositivo de expansão (tubo capilar), circula novamente para a Unidade Interior. Para este efeito é utilizado o R410a, que ferve a cerca de -50°C , quando é sujeito a pressão atmosférica.

5. Unidade Interior

Na Unidade Interior dá-se a evaporação do refrigerante, concretizando-se assim o processo de extração de calor do ar.

PROCESSO DE ARREFECIMENTO



Modos de Funcionamento e Funções



5 modos de funcionamento

Em função das necessidades dos clientes, e para um maior conforto e eficiência, todos os equipamentos possuem **5 modos de funcionamento**.

▲ Modo Automático

Se a temperatura ambiente é superior ou inferior à temperatura pré-definida, o sistema alterna automaticamente entre os vários modos de frio e calor.

☀️ Modos de Frio e Calor

Permite selecionar a temperatura ambiente desejada e a velocidade do ventilador.

🌀 Modo Ventilador

Permite selecionar a velocidade do ventilador sem ligar a Unidade Exterior.

💧 Modo Desumidificação

Se a temperatura ambiente é superior à temperatura pré-definida, o equipamento funcionará em modo frio com o ventilador a baixa temperatura. Caso a temperatura ambiente seja inferior à temperatura pré-definida, o período de arranque e paragem do compressor e do ventilador assumirá um ciclo de repetição fixo, em função da diferença entre a temperatura ambiente e a temperatura pré-definida.

EXEMPLOS DE MODOS DE FUNCIONAMENTO



- Refrigeração
- Desumidificação
- Ventilação
- Aquecimento
- Automático
- Noturno
- AUTO** Ventilação Automática
- Velocidade de Ventilação



Funções Inteligentes

Os equipamentos de ar condicionado Mono-split e Multi-split da Vulcano oferecem diversas funções para um melhor aproveitamento do equipamento e consequente poupança de energia.

Proteção Anti-gelo inteligente

Aproveita o funcionamento do equipamento em modo calor, melhorando-o e obtendo uma poupança considerável.

Proteção de Rearme automático e Anti-congelação

Se ocorrer um corte de energia elétrica, o equipamento memoriza as definições atuais para voltarem a ser utilizadas quando a energia elétrica for restabelecida.

Função Sleep

Controla a temperatura ambiente, durante a noite, aumentando ou diminuindo 1 grau na primeira hora e 2 graus na segunda hora de funcionamento, consoante esteja em modo de arrefecimento ou aquecimento, respetivamente.

Função Autolimpeza

Permite o funcionamento contínuo do aparelho durante 3 minutos após desligar, evitando a formação de bolores e outros fungos. Esta função funciona no modo frio e desumidificação e deve estar ativada.

Função Swing

Permite uma melhor distribuição do ar, movimentando o defletor automaticamente.

Função Diagnóstico de anomalias

Indica o código de erro em caso de anomalia.

Modo Turbo

Permite alcançar a temperatura desejada mais rapidamente, através de uma velocidade de ventilação mais elevada.

NOVA NORMATIVA EUROPEIA DE ETIQUETAGEM ENERGÉTICA

Enquadramento

Com o objetivo de melhorar a eficiência energética na União Europeia, foram fixadas algumas metas ambiciosas pela Comissão Europeia até 2020: os chamados objetivos 20-20-20 têm como meta a redução de 20% nas emissões de CO₂, o acréscimo de 20% em energias renováveis e a redução de 20% no uso de energia primária.

Até 2020



- 20%

Emissões CO₂

vs. 1990



+ 20%

Energias Renováveis



- 20%

Energia primária usada

vs. Energia habitualmente utilizada

Para chegar a esse objetivo, foi emitida pela União Europeia uma diretiva de Ecodesign com o intuito de fixar requerimentos mínimos para produtos relativos à energia. A forma de medição dessa performance para aparelhos de Ar Condicionado (potência abaixo dos 12 kW) foi alterada para melhor refletir as condições de vida diária. Daí resultou uma nova etiqueta energética para a União Europeia: a partir de 2013, os produtos que não correspondam aos requerimentos mínimos de eficiência energética, perdem a marca CE e deixam de poder ser comercializados na Europa.

A nova legislação

Desde 1 de janeiro de 2013, os equipamentos de ar condicionado de potência igual ou inferior a 12 kW que entrem no mercado comunitário têm que cumprir os requisitos de ecodesign e de etiquetagem estabelecidos nos seguintes regulamentos europeus: Regulamento 206/2012 de 6 de março de 2012, através do qual se desenvolve a Diretiva 2009/125/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, respeitante aos requisitos de design ecológico aplicados aos aparelhos de ar condicionado e aos ventiladores (ECODESIGN), e o Regulamento Delegado 626/2011, a 4 de março de 2011, pelo que se complementa a Diretiva 2010/30/EU do Parlamento Europeu e do Conselho respeitante à etiquetagem energética de aparelhos de ar condicionado (ETIQUETAGEM).

Como novidade há a destacar que o cálculo da eficiência energética destes equipamentos, à exceção de conduta única e de conduta dupla, deve realizar-se tendo em conta o rendimento sazonal.

O regulamento 206/2012 de Ecodesign tem como objetivo estabelecer os requisitos de design ecológico aplicáveis à introdução no mercado de aparelhos de ar condicionado com ligação à rede elétrica com uma potência nominal ≤ 12 kW para refrigeração, ou aquecimento, se o produto não tiver a função de refrigeração, e os ventiladores utilizem uma potência elétrica ≤ 125 W. Não se aplica aos aparelhos que utilizam fontes de energia não elétrica nem aos aparelhos de ar condicionado que não utilizam o ar como meio de transmissão de calor.

Um aspeto chave deste regulamento é que estabelece os requisitos mínimos de eficiência energética, para refrigeração (SEER) e para o aquecimento (SCOP), que devem cumprir, desde 1 de janeiro de 2013, os aparelhos de ar condicionado, para poderem entrar no mercado comunitário.

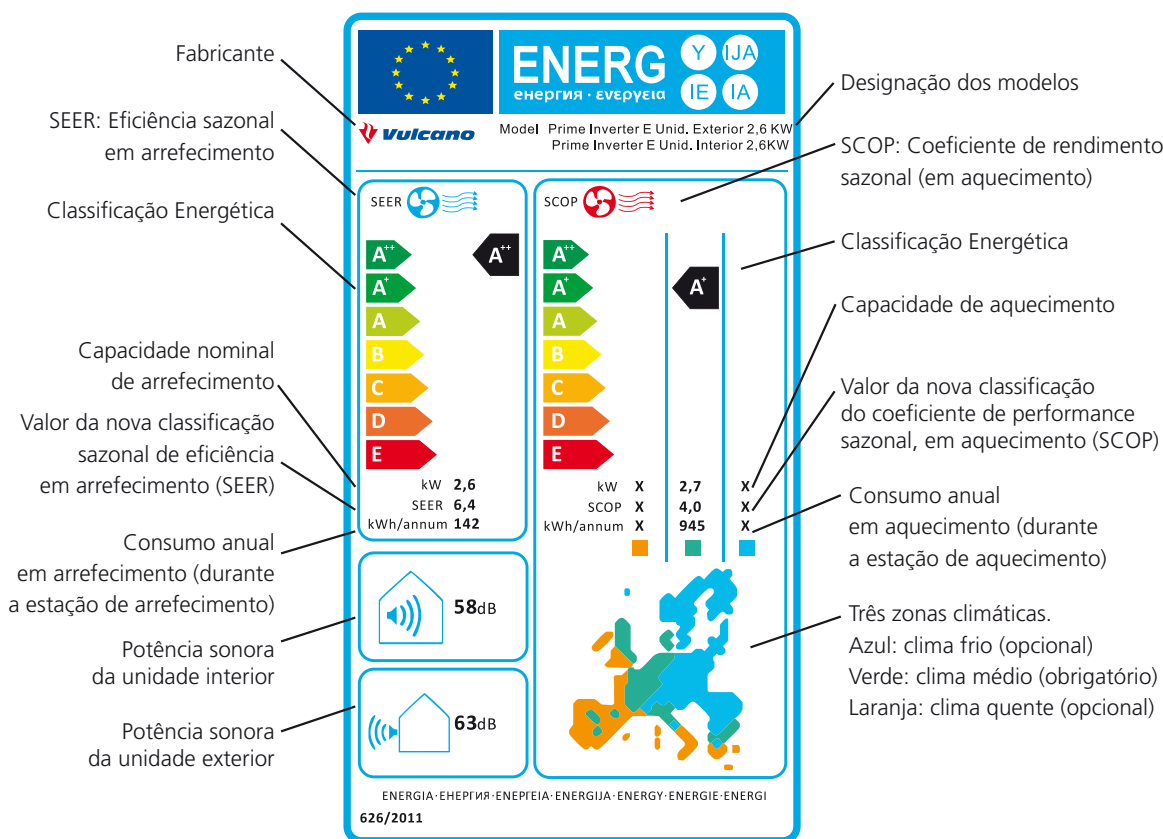
Porquê a nova etiqueta?

A nova etiqueta foi introduzida na Europa para que os consumidores possam fazer escolhas mais inteligentes / eficientes. Para que isso seja possível é fundamental que possam comparar a eficiência energética dos equipamentos segundo critérios uniformes. Esta nova etiqueta permite aos utilizadores que as decisões sejam melhor informadas do que nunca, uma vez que a eficiência sazonal reflete o comportamento de um aparelho de ar condicionado em distintas condições de funcionamento.

Vulcano: Um passo à frente na eficiência energética

A nova Gama de ar condicionado da Vulcano apresenta elevados padrões de qualidade. A Vulcano antecipa o estabelecido nos regulamentos europeus e introduz uma nova gama de aparelhos com classificações de eficiência energética até A++.

A nova etiqueta reflete as classificações de eficiência energética através de um código cromático que vai do verde-escuro – o maior nível de eficiência energética – ao vermelho – o nível menos eficiente. As informações que constam desta nova etiqueta abrangem as novas classificações energéticas para aquecimento (SCOP) e arrefecimento (SEER) e também os consumos anuais e potência sonora.



FASES DE INTRODUÇÃO DAS NOVAS ESCALAS DE CLASSES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

1 de janeiro de 2013	1 de janeiro de 2015	1 de janeiro de 2017	1 de janeiro de 2019
A, B, C, D, E, F e G	A+, A, B, C, D, E e F	A++, A+, A, B, C, D e E	A+++, A++, A+, A, B, C e D

SEER "Fator de eficiência energética sazonal": fator de eficiência energética global da unidade, representativo de toda a temporada de arrefecimento, calculado como a necessidade anual de arrefecimento de referência dividida pelo consumo anual de eletricidade para arrefecimento.

SCOP "Coeficiente de rendimento sazonal": coeficiente global de rendimento da unidade, representativo de toda a temporada de aquecimento designada (o valor do SCOP corresponde a uma temporada de aquecimento determinada), calculada dividindo a necessidade anual de aquecimento de referência pelo consumo anual de eletricidade para aquecimento.

ESCOLHER UM AR CONDICIONADO

A Vulcano tem uma gama diversificada de unidades de ar condicionado à sua disposição.

Para escolher o tipo de unidade mais adequado às suas necessidades deverá ter em consideração a utilização pretendida:

Conforto

Verifique a utilização que pretende deste sistema: arrefecimento e/ou ventilação e/ou aquecimento.

Área

Defina se pretende utilizar este sistema apenas em uma divisão ou mais. É sempre possível ligar uma Unidade Exterior a várias Unidades Interiores.

Ocupação

A utilização da divisão (loja, escritório, sala, quarto, entre outras) também poderá influenciar o equipamento de ar condicionado a selecionar.

Localização

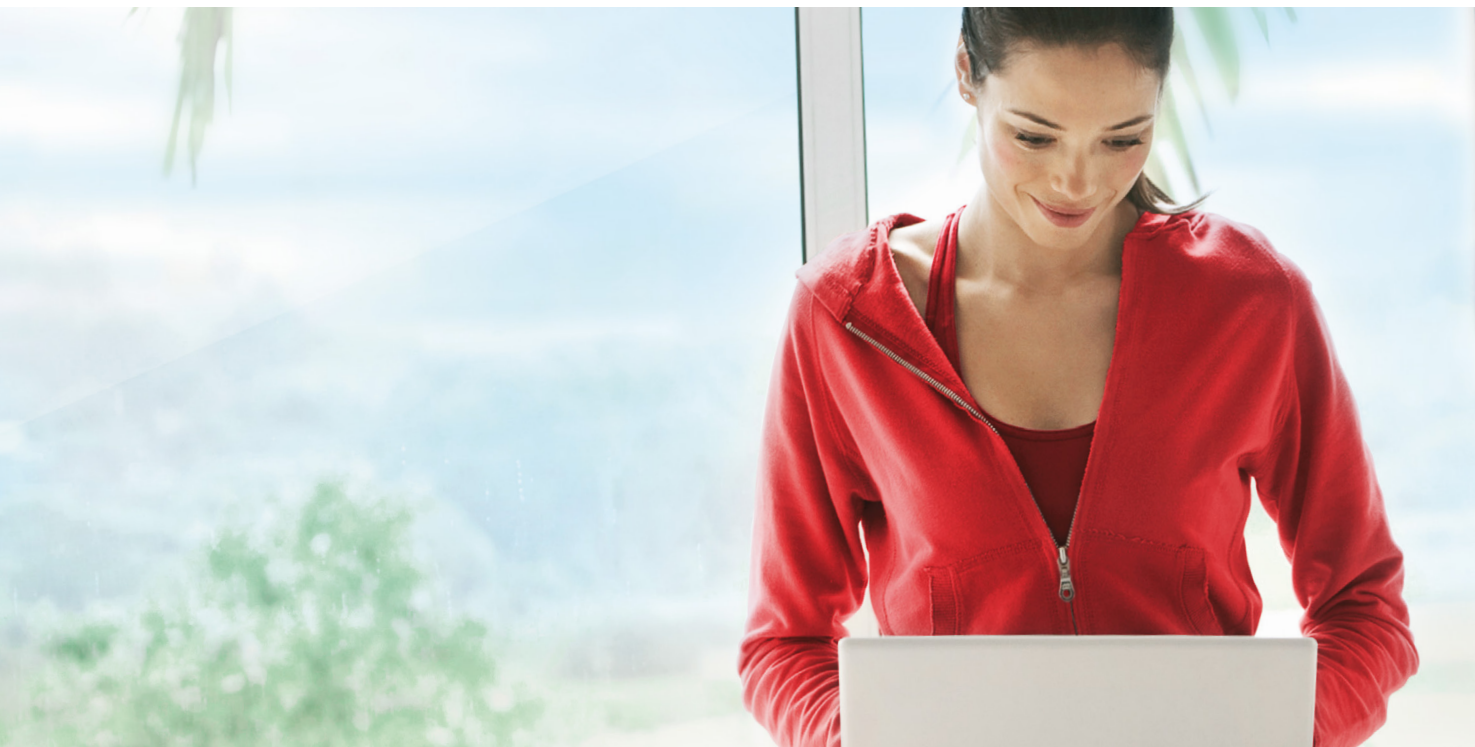
A determinação do modelo de ar condicionado pode influenciar a localização da Unidade Interior. Por exemplo: uma Unidade Mural necessita de espaço na parede, enquanto que uma Unidade Cassete necessita de um teto falso.

Multi-split – Unidades Exteriores e Interiores

A gama Multi-split da Vulcano dispõe de Unidades Exteriores de 2x1, 3x1, 4x1 e 5x1, que podem ser combinadas com qualquer uma das Unidades Interiores Multi-split da Vulcano, para oferecer múltiplas soluções de ar condicionado para todas as necessidades de conforto. Para mais informações, consultar a pág. 14 e 15.

SPLITS		MONO-SPLIT		MULTI-SPLIT				
		INTERIOR		EXTERIOR				
MODELO		MURAL PRIME E / EASY E		2x1	3x1	4x1	4x1	5x1
Tipo Unidade		Interior (1x1)						
Potência	KW	2,6 / 3,5 / 5,3 / 6,5		5,3	7	8,2	10,6	12,4
	BTU	9.000 / 12.000 / 18.000 / 22.000		18.000	24.000	28.000	36.000	42.000
Tecnologia		Inverter DC		Inverter DC	Inverter DC	Inverter DC	Inverter DC	Inverter DC
Eficiência Energética	Arrefec	Prime	A++, A++, A+, A+	A+	A	A	A	-
		Easy	A+, A++, A+, A	A	A	A	-	
	Aquec	Prime	A+, A, A, A	A	A	A	-	
		Easy	A, A+, A, A	-	-	-	-	
Programação		Diária		-	-	-	-	-
Modos de Funcionamento		Auto, Frio, Calor, Ventilação e Desumidificação		-	-	-	-	-
Refrigerante		R410a		R410a	R410a	R410a	R410a	R410a
Filtros		Silver Ion e anti-pó		-	-	-	-	-
Compactos e Silenciosos		Sim		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Comando (mão/parede)		Sim* / Não		-	-	-	-	-

* Função "I FEEL" disponível nos modelos Prime Inverter Esta função permite regular a unidade interior em função da temperatura lida pelo comando.



MULTI-SPLIT

INTERIOR

MURAL PRIME E / EASY E

CHÃO-TETO PRIME E

CASSETE PRIME E

CONDUTA PRIME E



Interior

Interior

Interior

Interior

2 / 2,6 / 3,5 / 5,3

2,6 / 3,5 / 5,3 / 6,5

3,5 / 5,3 / 6,5

2,6 / 3,5 / 5,3 / 6,5

7.000 / 9.000 / 12.000 / 18.000

9.000 / 12.000 / 18.000 / 22.000

12.000 / 18.000 / 22.000

9.000 / 12.000 / 18.000 / 22.000

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

Diária

-

-

-

Auto, Frio, Calor,
Ventilação e Desumidificação

Auto, Frio, Calor,
Ventilação e Desumidificação

Auto, Frio, Calor,
Ventilação e Desumidificação

Auto, Frio, Calor,
Ventilação e Desumidificação

R410a

R410a

R410a

R410a

Silver Ion e anti-pó

Anti-pó

Anti-pó

Anti-pó

Sim

Sim

Sim

Sim

Sim / Não

Sim / Não

Sim / Não

Sim / Sim

DADOS TÉCNICOS

Mono-split Prime Inverter E

Unidades Interior e Exterior Mono-split Prime Inverter E



- 1 Display digital LCD
- 2 On/Off
- 3 Seleção de temperatura
- 4 Seleção de modo de funcionamento
- 5 Velocidade do ventilador
- 6 Seleção ângulo de oscilação
- 7 Ligar/Desligar função "I Feel"
- 8 Modo Noite
- 9 Turbo

GAMA PRIME INVERTER E		2,6 KW	3,5 kW	5,3 kW	6,5 kW
Potência	kW (BTU)	2,6 (9.000)	3,5 (12.000)	5,3 (18.000)	6,5 (22.000)
Voltagem	V/Ph/Hz	220-240 / 1 / 50	220-240 / 1 / 50	220-240 / 1 / 50	220-240 / 1 / 50
Ligação elétrica	-	Unidade interior	Unidade interior	Unidade interior	Unidade interior
Consumo (mín./nom./máx.)	❄ Arrefecimento	kW 0,10 / 0,72 / 1,10	0,10 / 1,10 / 1,30	- / 1,62 / -	0,45 / 1,94 / 3,05
	☀ Aquecimento	kW 0,15 / 0,72 / 1,50	0,15 / 1,10 / 1,55	- / 1,60 / -	0,40 / 1,91 / 3,40
Capacidade (mín./nom./máx.)	❄ Arrefecimento	kW 0,80 / 2,60 / 3,20	0,90 / 3,50 / 4,00	- / 5,28 / -	2,20 / 6,45 / 7,00
	☀ Aquecimento	kW 0,90 / 2,75 / 3,40	0,90 / 3,65 / 4,20	- / 5,28 / -	2,30 / 6,45 / 8,50
Intensidade de corrente (nom.)	❄ Arrefecimento	A 3,13	4,78	7,20	8,50
	☀ Aquecimento	A 3,13	4,78	7,10	8,50
Intensidade máxima	A	6,52	6,74	10,87	10,85
SEER/SCOP	-	6,40 / 4,00	6,40 / 3,80	5,60 / 3,80	5,80 / 3,80
Eficiência Energética Arrefecimento/Aquecimento	Classe	A++ / A+	A++ / A	A+ / A	A+ / A
Temperatura de operação Interior	°C	16 ~ 30	16 ~ 30	16 ~ 30	16 ~ 30
Temperatura de operação Exterior	❄ Arrefecimento	°C 18 ~ 43	18 ~ 43	18 ~ 43	18 ~ 43
	☀ Aquecimento	°C -7 ~ 24	-7 ~ 24	-7 ~ 24	-7 ~ 24
Diâmetro das tubagens	Gás	Polegadas (mm) 3/8" (9,52)	3/8" (9,52)	1/2" (12)	5/8" (16)
	Líquido	Polegadas (mm) 1/4" (6)	1/4" (6)	1/4" (6)	1/4" (6)
UNIDADE INTERIOR					
Potência sonora (mín./méd./máx./turbo)	dB (A)	37 / 46 / 51 / 58	37 / 46 / 51 / 58	44 / 48 / 53 / 57	51 / 54 / 58 / 63
Pressão sonora (mín./méd./máx./turbo)	dB (A)	23 / 30 / 35 / 41	24 / 31 / 36 / 42	33 / 37 / 46 / 48	36 / 39 / 45 / 50
Caudal de ar (mín./méd./máx./turbo)	m ³ /h	300 / 400 / 500 / 600	300 / 400 / 500 / 600	300 / 740 / 780 / 850	600 / 700 / 800 / 950
Capacidade de desumidificação	l/h	0,80	1,40	1,80	2,50
Peso líq./bruto	Kg	10 / 13	10 / 13	13 / 17	15,5 / 20,5
Dimensões (A x L x P)	mm	275 x 845 x 180	275 x 845 x 180	298 x 945 x 208	315 x 1018 x 223
UNIDADE EXTERIOR					
Potência sonora	dB (A)	63	63	65	66 / 70
Pressão sonora	dB (A)	50	55	56	50 / 58
Compressor	-	Inverter DC Rotativo	Inverter DC Rotativo	Inverter DC Rotativo	Inverter DC Rotativo
Carga de refrigerante R410a	Kg	0,90	1,15	1,30	2,00
Distância máxima para carga de fábrica	m	5	5	5	5
Distância máxima	m	20	20	25	25
Altura máxima entre unidades	m	10	10	10	10
Carga adicional	gr/m	50	50	20	50
Peso líq./bruto	Kg	30 / 32	33 / 35	46 / 51	62,5 / 67
Dimensões (A x L x P)	mm	540 x 776 x 320	540 x 848 x 320	700 x 955 x 396	790 x 980 x 427

DADOS TÉCNICOS

Mono-split Easy Inverter E

Unidades Interior e Exterior Mono-split Easy Inverter E



- 1 Display digital LCD
- 2 On/Off
- 3 Velocidade do ventilador
- 4 Relógio
- 5 Modo Noite
- 6 Seleção de modo de funcionamento
- 7 Seleção de temperatura
- 8 Posição Defletor/Varrimento automático

GAMA EASY INVERTER E		2,6 kW	3,5 kW	5,3 kW	6,5 kW	
Potência	kW (BTU)	2,6 (9.000)	3,5 (12.000)	5,3 (18.000)	6,5 (22.000)	
Voltagem	V/Ph/Hz	220-240 / 1 / 50	220-240 / 1 / 50	220-240 / 1 / 50	220-240 / 1 / 50	
Ligação elétrica		Unidade interior	Unidade interior	Unidade interior	Unidade interior	
Consumo (mín./nom./máx.)	* Arrefecimento	kW	0,19 / 0,87 / 1,30	0,19 / 1,17 / 1,40	0,38 / 1,63 / 2,65	0,6 / 2,18 / 2,65
	* Aquecimento	kW	0,22 / 0,90 / 1,40	0,25 / 1,20 / 1,55	0,35 / 1,76 / 2,65	0,6 / 2,22 / 2,8
Capacidade (mín./nom./máx.)	* Arrefecimento	kW	0,60 / 2,70 / 3,20	0,60 / 3,50 / 3,90	1,26 / 5,28 / 6,60	2,53 / 6,45 / 6,55
	* Aquecimento	kW	0,80 / 2,80 / 3,60	0,80 / 4,00 / 4,40	1,12 / 5,80 / 6,80	2,53 / 7 / 7,6
Intensidade de corrente (nom.)	* Arrefecimento	A	3,80	5,20	7,20	9,7
	* Aquecimento	A	3,92	5,30	7,80	9,8
Intensidade máxima	A	6,00	6,00	11,80	12,4	
SEER/SCOP		5,60 / 3,80	6,10 / 4,00	5,60 / 3,80	5,1 / 3,80	
Eficiência Energética Arrefecimento e Aquecimento	Classe	A+ / A	A++ / A+	A+ / A	A / A	
Temperatura de operação Interior	° C	16 ~ 30	16 ~ 30	16 ~ 30	16 ~ 30	
Temperatura de operação Exterior	* Arrefecimento	° C	18 ~ 43	18 ~ 43	18 ~ 43	18 ~ 43
	* Aquecimento	° C	-7 ~ 24	-7 ~ 24	-7 ~ 24	-7 ~ 24
Diâmetro das tubagens	Gás	polegadas (mm)	3/8" (9,52)	3/8" (9,52)	1/2" (12)	5/8" (16)
	Líquido	polegadas (mm)	1/4" (6)	1/4" (6)	1/4" (6)	1/4" (6)
UNIDADE INTERIOR						
Potência sonora (mín./méd./máx./turbo)	dB	40 / 45 / 50 / 54	42 / 45 / 51 / 54	45 / 50 / 53 / 58	39 / 42 / 47 / 51	
Pressão sonora (mín./méd./máx./turbo)	dB	28 / 34 / 39 / 41	30 / 35 / 40 / 42	35 / 40 / 43 / 48	49 / 52 / 57 / 63	
Caudal de ar (mín./méd./máx./turbo)	m³/h	300 / 400 / 500 / 600	300 / 400 / 500 / 580	550 / 650 / 780 / 850	550 / 700 / 800 / 1000	
Capacidade de desumidificação	l/h	0,80	1,40	1,80	2,0	
Peso líq./bruto	kg	9 / 12	9 / 12	13 / 17	14 / 17,5	
Dimensões (A x L x P)	mm	275 x 845 x 180	275 x 845 x 180	298 x 940 x 200	315 x 1007 x 219	
UNIDADE EXTERIOR						
Potência sonora	dB	63	63	63	58	
Pressão sonora	dB	51	53	56	68	
Compressor		Inverter DC Rotativo	Inverter DC Rotativo	Inverter DC Rotativo	Inverter DC Rotativo	
Carga de refrigerante R410a	kg	0,70	0,85	1,35	1,8	
Distância máxima para carga de fábrica	m	5	5	5	5	
Distância máxima	m	15	15	25	25	
Altura máxima entre unidades	m	10	10	10	10	
Carga adicional	gr/m	20	20	20	50	
Peso líq./bruto	kg	28 / 32	29 / 33	45 / 50	60 / 65	
Dimensões (A x L x P)	mm	540 x 776 x 320	540 x 776 x 320	700 x 955 x 396	790 x 980 x 427	

DADOS TÉCNICOS

Multi-split – Unidades Exteriores

Unidade Exterior
5,3 kW (2x1)



Unidade Exterior
7 kW (3x1)



Unidade Exterior
8,2 kW (4x1)



Unidade Exterior
10,6 kW (4x1)



Unidade Exterior
12,4 kW (5x1)



2X1, 3X1, 4X1, 4X1 E 5X1 UNIDADES EXTERIORES

5,3 kW

7 kW

8,2 kW

10,6 kW

12,4 kW

Potência	kW (BTU)	5,3 (18.000)	7 (24.000)	8,2 (28.000)	10,6 (36.000)	12,4 (42.000)
Voltagem	V/Ph/Hz	220-240 / 1 / 50	220-240 / 1 / 50	220-240 / 1 / 50	220-240 / 1 / 50	220-240 / 1 / 50
Ligação elétrica	-	Unidade exterior	Unidade exterior	Unidade exterior	Unidade exterior	Unidade exterior
Consumo (mín./nom./máx.)	❄ Arrefecimento kW	0,50 / 1,55 / 2,55	0,65 / 2,40 / 4,55	0,65 / 2,49 / 4,55	- / 3,75 / 4,88	- / 3,59 / 5,30
	🔥 Aquecimento kW	0,58 / 1,55 / 2,55	0,98 / 2,35 / 4,55	0,98 / 2,58 / 3,95	- / 3,80 / 4,88	- / 3,55 / 5,30
Capacidade (mín./nom./máx.)	❄ Arrefecimento	2,05 / 5,00 / 6,20	2,20 / 7,10 / 10,00	2,20 / 8,00 / 10,00	2,10 / 10,00 / 11,00	2,10 / 12,10 / 13,60
	🔥 Aquecimento	2,50 / 5,60 / 6,65	3,60 / 8,50 / 11,00	2,80 / 9,30 / 11,00	2,60 / 11,00 / 12,00	2,60 / 13,00 / 14,00
Intensidade de corrente (nom.)	❄ Arrefecimento A	6,88	9,98	11,05	16,30	16,43
	🔥 Aquecimento A	6,88	10,43	11,45	16,52	16,22
Intensidade máxima	A	11,98	20,19	20,19	21,22	23,00
SEER / SCOP	-	5,60 / 3,80	5,10 / 3,80	5,10 / 3,80	5,10 / 3,80	3,37 / 3,67*
Eficiência Energética Arrefecimento/Aquecimento	Classe	A+ / A	A / A	A / A	A / A	/
Temperatura de operação Exterior	❄ Arrefecimento °C	-15 ~ 48	-15 ~ 48	-15 ~ 48	-5 ~ 48	-5 ~ 48
	🔥 Aquecimento °C	-15 ~ 24	-15 ~ 24	-15 ~ 24	-15 ~ 27	-15 ~ 27
Potência sonora (mín./med./máx.)	dB (A)	63	68	68	70	64
Pressão sonora (mín./med./máx.)	dB (A)	56	58	58	60	54
Peso líquido / bruto	Kg	50 / 55	64 / 70	65 / 71	102 / 112	102 / 112
Unidade Interior (mín./ máx.)	-	1 / 2	2 / 3	2 / 4	2 / 4	2 / 5
Compressor		DC Inverter Rotativo	DC Inverter Rotativo	DC Inverter Rotativo	DC Inverter Rotativo	DC Inverter Rotativo
Carga de refrigerante R410a	Kg	1,40	2,20	2,20	4,30	4,80
Distância máxima para carga de fábrica	m	10	30	40	40	50
Distância máxima	m	20	70	70	70	80
Distância máxima para cada unidade	m	10	20	20	20	25
Altura máxima entre unidades	m	10	10	10	15	15
Carga adicional	gr/m	15	15	15	22	22
Diâmetro de tubagens Gás 1	Pol.** (mm)	3/8" (9,52)	3/8" (9,52)	3/8" (9,52)	3/8" (9,52)	3/8" (9,52)
Diâmetro de tubagens Gás 2	Pol.** (mm)	3/8" (9,52)	3/8" (9,52)	3/8" (9,52)	3/8" (9,52)	3/8" (9,52)
Diâmetro de tubagens Gás 3	Pol.** (mm)	/	3/8" (9,52)	3/8" (9,52)	1/2" (12)	1/2" (12)
Diâmetro de tubagens Gás 4	Pol.** (mm)	/	/	3/8" (9,52)	5/8" (16)	1/2" (12)
Diâmetro de tubagens Gás 5	Pol.** (mm)	/	/	/	/	5/8" (16)
Diâmetro de tubagens Líquido 1	Pol.** (mm)	1/4" (6)	1/4" (6)	1/4" (6)	1/4" (6)	1/4" (6)
Diâmetro de tubagens Líquido 2	Pol.** (mm)	1/4" (6)	1/4" (6)	1/4" (6)	1/4" (6)	1/4" (6)
Diâmetro de tubagens Líquido 3	Pol.** (mm)	/	1/4" (6)	1/4" (6)	1/4" (6)	1/4" (6)
Diâmetro de tubagens Líquido 4	Pol.** (mm)	/	/	1/4" (6)	3/8" (9,52)	1/4" (6)
Diâmetro de tubagens Líquido 5	Pol.** (mm)	/	/	/	/	3/8" (9,52)
Dimensões (A x L x P)	mm	700 x 955 x 396	790 x 980 x 427	790 x 980 x 427	1103 x 1015 x 440	1103 x 1015 x 440

* Valores de EER/COP. Regulamento 206/2012: apenas inclui modelos de ar condicionado com potência igual ou inferior a 12 kW.


** Polegadas (mm)

DADOS TÉCNICOS

Multi-split – Unidades Interiores

Unidade mural Prime E e Easy E e Unidade Chão-Teto



- 
- 1 Display digital LCD
 - 2 On/Off
 - 3 Velocidade do ventilador
 - 4 Relógio
 - 5 Modo Noite
 - 6 Seleção de temperatura
 - 7 Seleção de modo de funcionamento
 - 8 Posição Defletor/Varrimento automático

MURAL PRIME E - UNIDADE INTERIOR		U.I. 2 kW	U.I. 2,6 kW	U.I. 3,5 kW	U.I. 5,3 kW
Potência	kW (BTU)	2 (7.000)	2,6 (9.000)	3,5 (12.000)	5,3 (18.000)
Voltagem	V/Ph/Hz	220-240 / 1 / 50	220-240 / 1 / 50	220-240 / 1 / 50	220-240 / 1 / 50
Ligação elétrica		Unidade exterior	Unidade exterior	Unidade exterior	Unidade exterior
Capacidade Arrefec./Aquec. (nominal)	kW	2,10 / 2,60	2,60 / 2,80	3,50 / 3,80	5,30 / 5,80
Potência sonora	dB (A)	47 / 50 / 52 / 55	47 / 50 / 52 / 55	48 / 51 / 54 / 57	48 / 52 / 57 / 60
Pressão sonora	dB (A)	32 / 35 / 37 / 40	32 / 35 / 37 / 40	33 / 36 / 39 / 42	33 / 37 / 42 / 45
Caudal de ar	m ³ /h	400	400	430	650
Diâmetro de tubagens Gás	Polegadas (mm)	3/8" (9,52)	3/8" (9,52)	3/8" (9,52)	1/2" (12)
Diâmetro de tubagens Líquido	Polegadas (mm)	1/4" (6)	1/4" (6)	1/4" (6)	1/4" (6)
Peso líquido / bruto	Kg	9 / 11,5	9 / 11,5	10 / 12,5	13 / 16
Dimensões (A x L x P)	mm	265 x 794 x 186	265 x 794 x 186	274 x 848 x 189	298 x 945 x 208

MURAL EASY E - UNIDADE INTERIOR		U.I. 2 kW	U.I. 2,6 kW	U.I. 3,5 kW	U.I. 5,3 kW
Potência	kW (BTU)	2 (7.000)	2,6 (9.000)	3,5 (12.000)	5,3 (18.000)
Voltagem	V/Ph/Hz	220-240 / 1 / 50	220-240 / 1 / 50	220-240 / 1 / 50	220-240 / 1 / 50
Ligação elétrica		Unidade exterior	Unidade exterior	Unidade exterior	Unidade exterior
Capacidade Arrefec./Aquec. (nominal)	kW	2,10 / 2,60	2,60 / 2,80	3,50 / 3,80	5,30 / 5,80
Potência sonora (mín./méd./máx./turbo)	dB (A)	43 / 46 / 49 / 51	43 / 46 / 49 / 52	45 / 47 / 49 / 53	51 / 55 / 58 / 61
Pressão sonora (mín./méd./máx./turbo)	dB (A)	28 / 31 / 34 / 36	28 / 31 / 34 / 37	30 / 32 / 34 / 38	36 / 40 / 43 / 46
Caudal de ar	m ³ /h	380	380	420	650
Diâmetro de tubagens Gás	Polegadas (mm)	3/8" (9,52)	3/8" (9,52)	3/8" (9,52)	1/2" (12)
Diâmetro de tubagens Líquido	Polegadas (mm)	1/4" (6)	1/4" (6)	1/4" (6)	1/4" (6)
Peso líquido / bruto	Kg	9 / 11	9 / 11	10 / 12,5	13 / 16
Dimensões (A x L x P)	mm	265 x 790 x 170	265 x 790 x 170	275 x 845 x 180	298 x 940 x 200

CHÃO-TETO PRIME E - UNIDADE INTERIOR		U.I. 2,6 kW	U.I. 3,5 kW	U.I. 5,3 kW	U.I. 6,5 kW
Potência	kW (BTU)	2,6 (9.000)	3,5 (12.000)	5,3 (18.000)	6,5 (22.000)
Voltagem	V/Ph/Hz	220-240 / 1 / 50	220-240 / 1 / 50	220-240 / 1 / 50	220-240 / 1 / 50
Ligação elétrica		Unidade exterior	Unidade exterior	Unidade exterior	Unidade exterior
Capacidade Arrefec./Aquec. (nominal)	kW	2,50 / 2,80	3,50 / 3,85	5,00 / 5,50	7,10 / 8,00
Potência sonora (mín./máx.)	dB (A)	46 / 50	46 / 50	50 / 55	54 / 58
Pressão sonora (mín./máx.)	dB (A)	36 / 40	36 / 40	40 / 45	44 / 48
Caudal de ar	m ³ /h	650	650	950	1250
Diâmetro de tubagens Gás	Polegadas (mm)	3/8" (9,52)	3/8" (9,52)	1/2" (12)	5/8" (16)
Diâmetro de tubagens Líquido	Polegadas (mm)	1/4" (6)	1/4" (6)	1/4" (6)	3/8" (9,52)
Peso líquido / bruto	Kg	40 / 50	40 / 50	40 / 50	45 / 54
Dimensões (A x L x P)	mm	700 x 1220 x 225	700 x 1220 x 225	700 x 1220 x 225	700 x 1220 x 225

DADOS TÉCNICOS

Multi-split – Unidades Interiores

Unidade Cassete e Unidade Conduta



- 1 Display digital LCD
- 2 On/Off
- 3 Velocidade do ventilador
- 4 Relógio
- 5 Modo Noite
- 6 Seleção de temperatura
- 7 Seleção de modo de funcionamento
- 8 Posição Defletor/Varrimento automático
- 9 Ligar/Desligar função leitura de temperatura no comando

Nota: comando utilizado tanto para a Unidade Cassete como para a Unidade Conduta.



- 1 OK / Cancelar
- 2 Função
- 3 Velocidade do ventilador
- 4 Temporizador
- 5 Seleção do modo de funcionamento
- 6 On/Off

Nota: comando utilizado apenas para a Unidade Conduta.

CASSETE PRIME E - UNIDADE INTERIOR

3,5 kW

5,3 kW

6,5 kW

Potência	kW (BTU)	3,5 (12.000)	5,3 (18.000)	6,5 (22.000)	
Voltagem	V/Ph/Hz	220-240 / 1 / 50	220-240 / 1 / 50	220-240 / 1 / 50	
Ligação elétrica		Unidade exterior	Unidade exterior	Unidade exterior	
Capacidade Arrefecimento/Aquecimento (nom.)	kW	3,50 / 4,00	4,50 / 5,00	7,10 / 8,00	
Potência sonora (mín./máx.)	dB (A)	52 / 56	52 / 56	45 / 49	
Pressão sonora (mín./máx.)	dB (A)	42 / 46	42 / 46	35 / 39	
Caudal de ar	m ³ /h	600	600	1180	
Diâmetro de tubagens Gás	Polegadas (mm)	3/8" (9,52)	1/2" (12)	5/8" (16)	
Diâmetro de tubagens Líquido	Polegadas (mm)	1/4" (6)	1/4" (6)	3/8" (9,52)	
Peso líq./bruto	Corpo	Kg	18 / 23	18 / 23	30 / 38
	Painel	Kg	2,5 / 3,5	2,5 / 3,5	6,5 / 10
Dimensões (A x L x P)	Corpo	mm	230 x 570 x 570	230 x 570 x 570	240 x 840 x 840
	Painel	mm	50 x 650 x 650	50 x 650 x 650	60 x 950 x 950

CONDUTA PRIME E - UNIDADE INTERIOR

2,6 kW

3,5 kW

5,3 kW

6,5 kW

Potência	kW (BTU)	2,6 (9.000)	3,5 (12.000)	5,3 (18.000)	6,5 (22.000)	
Voltagem	V/Ph/Hz	220-240 / 1 / 50	220-240 / 1 / 50	220-240 / 1 / 50	220-240 / 1 / 50	
Ligação elétrica		Unidade exterior	Unidade exterior	Unidade exterior	Unidade exterior	
Capacidade Arrefecimento/Aquecimento (nom.)	kW	2,50 / 2,80	3,50 / 3,85	5,00 / 5,50	7,10 / 8,00	
Potência sonora (mín./máx.)	dB (A)	41 / 47	42 / 49	43 / 50	44 / 52	
Pressão sonora (mín./máx.)	dB (A)	31 / 37	32 / 39	33 / 41	34 / 42	
Caudal de ar	m ³ /h	450	500	700	1000	
Pressão disponível	Pa	62	75	100	-	
Diâmetro de tubagens Gás	Polegadas (mm)	3/8" (9,52)	3/8" (9,52)	1/2" (12)	5/8" (16)	
Diâmetro de tubagens Líquido	Polegadas (mm)	1/4" (6)	1/4" (6)	1/4" (6)	3/8" (9,52)	
Peso líquido / bruto	Kg	22 / 27	23 / 29	27 / 36	31 / 41	
Dimensões	Unidade Interior (A x L x P)	mm	200 x 700 x 615	200 x 700 x 615	200 x 900 x 615	200 x 1100 x 615
	Saída de ar (A x L)	mm	156 x 620	156 x 620	156 x 820	156 x 1020
	Entrada de ar (A x L)	mm	162 x 662	162 x 662	162 x 862	162 x 1062

DADOS TÉCNICOS

Multi-split - Combinações

A gama Multi-split da Vulcano dispõe de Unidades Exteriores de 2x1, 3x1, 4x1 e 5x1, que podem ser combinadas com qualquer uma das Unidades Interiores Multi-split da Vulcano, para oferecer múltiplas soluções de ar condicionado para todas as necessidades de conforto.

Unidades de Ar Condicionado



2x1 (18.000 mil BTU/h) U.E. DE 5,3 kW	
1 U.I. (mil BTU/h)	2 U.I. (mil BTU/h)
COMBINAÇÃO	COMBINAÇÃO
7	7 + 7
9	7 + 12
12	9 + 12
	7 + 9
	9 + 9

3x1 (24.000 mil BTU/h) U.E. DE 7 kW	
2 U.I. (mil BTU/h)	3 U.I. (mil BTU/h)
COMBINAÇÃO	COMBINAÇÃO
7 + 7	7 + 7 + 7
7 + 12	7 + 7 + 18
9 + 9	7 + 9 + 18
9 + 18	9 + 9 + 12
12 + 18	12 + 12 + 12
7 + 9	7 + 7 + 9
7 + 18	7 + 9 + 9
7 + 12	7 + 12 + 12
12 + 12	9 + 9 + 18
18 + 18	7 + 7 + 12
	7 + 9 + 12
	9 + 9 + 9
	9 + 12 + 12

□ Combinações possíveis das unidades interiores, sem que se ultrapasse a capacidade nominal da unidade exterior.

■ Com todas as unidades interiores a funcionarem em simultâneo é superada a potência nominal da unidade exterior, no entanto não é ultrapassada a potência máxima da unidade exterior.

■ Com todas as unidades interiores a funcionarem em simultâneo a potência total das mesmas fica limitada à potência máxima da unidade exterior. Assim, estas combinações não são aconselhadas para o funcionamento em simultâneo de todas as unidades interiores, pois em alguns casos a temperatura desejada poderá não ser alcançada.

DADOS TÉCNICOS

Multi-split - Combinações

4x1 (28.000 mil BTU/h) U.E. DE 8,2 kW		
2 U.I. (mil BTU/h)	3 U.I. (mil BTU/h)	4 U.I. (mil BTU/h)
COMBINAÇÃO	COMBINAÇÃO	COMBINAÇÃO
7+7	7+7+7	7+7+7+7
7+12	7+7+18	7+7+7+18
9+9	7+9+18	7+7+9+18
9+18	9+9+9	7+9+9+12
12+18	9+12+12	9+9+12+12
7+9	12+12+18	7+7+7+9
7+18	7+7+9	7+7+9+9
9+12	7+9+9	7+7+12+12
12+12	7+12+12	9+9+9+9
18+18	9+9+12	7+7+7+12
	9+12+18	7+7+9+12
	7+7+12	7+9+9+9
	7+9+12	9+9+9+12
	7+12+18	
	9+9+18	
	12+12+12	

4x1 (36.000 mil BTU/h) U.E. DE 10,6 kW		
2 U.I. (mil BTU/h)	3 U.I. (mil BTU/h)	4 U.I. (mil BTU/h)
COMBINAÇÃO	COMBINAÇÃO	COMBINAÇÃO
7+12	7+7+7	7+7+7+7
7+18	7+7+9	7+7+7+9
7+22	7+7+12	7+7+7+12
9+9	7+7+18	7+7+7+18
9+12	7+7+22	7+7+7+22
9+18	7+9+9	7+7+9+9
9+22	7+9+12	7+7+9+12
12+12	7+9+18	7+7+9+18
12+18	7+9+22	7+7+9+22
12+22	7+12+12	7+7+12+12
18+18	7+12+18	7+7+12+18
18+22	7+12+22	7+7+12+22
22+22	7+18+18	7+7+18+18
	7+18+22	7+9+9+9
	7+22+22	7+9+9+12
	9+9+9	7+9+9+18
	9+9+12	7+9+9+22
	9+9+18	7+9+12+12
	9+9+22	7+9+12+18
	9+12+12	7+9+12+22
	9+12+18	7+9+18+18
	9+12+22	7+12+12+18
	9+18+18	7+12+12+18
	9+18+22	9+9+9+9
	9+22+22	9+9+9+12
	12+12+12	9+9+9+18
	12+12+18	9+9+9+22
	12+12+22	9+9+12+12
	12+18+18	9+9+12+18
	12+18+22	9+9+12+22
	18+18+18	9+9+18+18
		9+12+12+12
		9+12+12+18
		12+12+12+12

□ Combinações possíveis das unidades interiores, sem que se ultrapasse a capacidade nominal da unidade exterior.

■ Com todas as unidades interiores a funcionarem em simultâneo é superada a potência nominal da unidade exterior, no entanto não é ultrapassada a potência máxima da unidade exterior.

■ Com todas as unidades interiores a funcionarem em simultâneo a potência total das mesmas fica limitada à potência máxima da unidade exterior. Assim, estas combinações não são aconselhadas para o funcionamento em simultâneo de todas as unidades interiores, pois em alguns casos a temperatura desejada poderá não ser alcançada.

DADOS TÉCNICOS

Multi-split - Combinações

5x1 (42.000 mil BTU/h) U.E. DE 12,4 kW			
2 U.I. (mil BTU/h)	3 U.I. (mil BTU/h)	4 U.I. (mil BTU/h)	5 U.I. (mil BTU/h)
COMBINAÇÃO	COMBINAÇÃO	COMBINAÇÃO	COMBINAÇÃO
7 + 18	7 + 7 + 7	7 + 7 + 7 + 7	7 + 7 + 7 + 7 + 7
7 + 22	7 + 7 + 9	7 + 7 + 7 + 9	7 + 7 + 7 + 7 + 9
9 + 12	7 + 7 + 12	7 + 7 + 7 + 12	7 + 7 + 7 + 7 + 12
9 + 18	7 + 7 + 18	7 + 7 + 7 + 18	7 + 7 + 7 + 7 + 18
9 + 22	7 + 7 + 22	7 + 7 + 7 + 22	7 + 7 + 7 + 7 + 22
12 + 12	7 + 9 + 9	7 + 7 + 9 + 9	7 + 7 + 7 + 9 + 9
12 + 18	7 + 9 + 12	7 + 7 + 9 + 12	7 + 7 + 7 + 9 + 12
12 + 22	7 + 9 + 18	7 + 7 + 9 + 18	7 + 7 + 7 + 9 + 18
18 + 18	7 + 9 + 22	7 + 7 + 9 + 22	7 + 7 + 7 + 9 + 22
18 + 22	7 + 12 + 12	7 + 7 + 12 + 12	7 + 7 + 7 + 12 + 12
22 + 22	7 + 12 + 18	7 + 7 + 12 + 18	7 + 7 + 7 + 12 + 18
	7 + 12 + 22	7 + 7 + 12 + 22	7 + 7 + 7 + 12 + 22
	7 + 18 + 18	7 + 7 + 18 + 18	7 + 7 + 7 + 18 + 18
	7 + 18 + 22	7 + 7 + 18 + 22	7 + 7 + 7 + 18 + 22
	7 + 22 + 22	7 + 7 + 22 + 22	7 + 7 + 9 + 9 + 9
	9 + 9 + 9	7 + 9 + 9 + 9	7 + 7 + 9 + 9 + 12
	9 + 9 + 12	7 + 9 + 9 + 12	7 + 7 + 9 + 9 + 18
	9 + 9 + 18	7 + 9 + 9 + 18	7 + 7 + 9 + 9 + 22
	9 + 9 + 22	7 + 9 + 9 + 22	7 + 7 + 9 + 12 + 12
	9 + 12 + 12	7 + 9 + 12 + 12	7 + 7 + 9 + 12 + 18
	9 + 12 + 18	7 + 9 + 12 + 18	7 + 7 + 9 + 12 + 22
	9 + 12 + 22	7 + 9 + 12 + 22	7 + 7 + 9 + 18 + 18
	9 + 18 + 18	7 + 9 + 18 + 18	7 + 7 + 9 + 18 + 22
	9 + 18 + 22	7 + 9 + 18 + 22	7 + 7 + 12 + 12 + 12
	9 + 22 + 22	7 + 9 + 22 + 22	7 + 7 + 12 + 12 + 18
	12 + 12 + 12	7 + 12 + 12 + 12	7 + 7 + 12 + 12 + 22
	12 + 12 + 18	7 + 12 + 12 + 18	7 + 7 + 12 + 18 + 18
	12 + 12 + 22	7 + 12 + 12 + 22	7 + 9 + 9 + 9 + 9
	12 + 18 + 18	7 + 12 + 18 + 18	7 + 9 + 9 + 9 + 12
	12 + 18 + 22	7 + 12 + 18 + 22	7 + 9 + 9 + 9 + 18
	12 + 22 + 22	7 + 12 + 22 + 22	7 + 9 + 9 + 9 + 22
	18 + 18 + 18	7 + 18 + 18 + 18	7 + 9 + 9 + 12 + 12
	18 + 18 + 22	9 + 9 + 9 + 9	7 + 9 + 9 + 12 + 18
	18 + 22 + 22	9 + 9 + 9 + 12	7 + 9 + 9 + 12 + 22
	22 + 22 + 22	9 + 9 + 9 + 18	7 + 9 + 9 + 18 + 18
		9 + 9 + 9 + 22	7 + 9 + 12 + 12 + 12
		9 + 9 + 12 + 12	7 + 9 + 12 + 12 + 18
		9 + 9 + 12 + 18	7 + 9 + 12 + 12 + 22
		9 + 9 + 12 + 22	7 + 12 + 12 + 12 + 12
		9 + 9 + 18 + 18	7 + 12 + 12 + 12 + 18
		9 + 9 + 18 + 22	9 + 9 + 9 + 9 + 9
		9 + 9 + 22 + 22	9 + 9 + 9 + 9 + 12
		9 + 12 + 12 + 12	9 + 9 + 9 + 9 + 18
		9 + 12 + 12 + 18	9 + 9 + 9 + 9 + 22
		9 + 12 + 12 + 22	9 + 9 + 9 + 12 + 12
		9 + 12 + 18 + 18	9 + 9 + 9 + 12 + 18
		9 + 12 + 18 + 22	9 + 9 + 9 + 12 + 22
		9 + 12 + 22 + 22	9 + 9 + 9 + 18 + 18
		9 + 18 + 18 + 18	9 + 9 + 12 + 12 + 12
		12 + 12 + 12 + 12	9 + 9 + 12 + 12 + 18
		12 + 12 + 12 + 18	9 + 9 + 12 + 12 + 22
		12 + 12 + 12 + 22	9 + 12 + 12 + 12 + 12
		12 + 12 + 18 + 18	9 + 12 + 12 + 12 + 18
		12 + 12 + 18 + 22	12 + 12 + 12 + 12 + 12

☐ Combinações possíveis das unidades interiores, sem que se ultrapasse a capacidade nominal da unidade exterior.

■ Com todas as unidades interiores a funcionarem em simultâneo é superada a potência nominal da unidade exterior, no entanto não é ultrapassada a potência máxima da unidade exterior.

■ Com todas as unidades interiores a funcionarem em simultâneo a potência total das mesmas fica limitada à potência máxima da unidade exterior. Assim, estas combinações não são aconselhadas para o funcionamento em simultâneo de todas as unidades interiores, pois em alguns casos a temperatura desejada poderá não ser alcançada.

VULCANO

Departamento Comercial
Av. Infante D. Henrique, lotes 2E e 3E
1800-220 Lisboa
tel. 218 500 300 fax 218 500 301
info.vulcano@pt.bosch.com

Bosch Termotecnologia SA
Sede
E.N. 16 - Km 3,7 Aveiro
3800-533 Cacia



Serviço Pós-venda

211 540 721**808 275 325**

Chamada local

abril 2013. A informação constante deste catálogo pode ser alterada sem aviso prévio.

www.vulcano.pt