



# REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO - ANÁLISE DO DESEMPENHO TÉRMICO

SÉRGIO PAULO DE PAIVA LIMA

outubro de 2021



# REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO - Análise do Desempenho Térmico

SÉRGIO PAULO DE PAIVA LIMA

Setembro de 2021



# **REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO**

## **ANÁLISE DO DESEMPENHO TÉRMICO**

SÉRGIO PAULO DE PAIVA LIMA

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de

**MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL – RAMO DE CONSTRUÇÕES**

Orientador: Eng.º Jaime António Pires Gabriel Silva

Co-Orientador: Eng.ª Teresa Isabel Moreira de Carvalho Amorim Neto Silva

**JULHO DE 2021**

Eu, Sérgio Paulo de Paiva Lima, estudante nº 1101355, do Mestrado em Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto, declaro que não fiz plágio nem auto-plágio, pelo que o trabalho intitulado “Reabilitação de Edifícios de Habitação – Análise do Desempenho Térmico” é original e da minha autoria, não tendo sido usado previamente para qualquer outro fim. Mais declaro que todas as fontes usadas estão citadas, no texto e na bibliografia final, segundo as regras de referência adotadas na instituição.

Porto e ISEP, 2021/07/03

A handwritten signature in blue ink, reading "Sérgio Paulo de Paiva Lima". The signature is written in a cursive style with a long horizontal stroke at the end.

# ÍNDICE GERAL

Índice Geral .....	v
Resumo.....	vii
Abstract .....	ix
Agradecimentos .....	xi
Índice de Texto .....	xiii
Índice de Figuras.....	xvii
Índice de Tabelas.....	xix
Glossário.....	xxi
Abreviaturas .....	xxv
CAPÍTULO 1    Introdução.....	1
CAPÍTULO 2    Estado da arte .....	7
CAPÍTULO 3    Estudo de caso – análise do desempenho térmico de um edifício de habitação reabilitado .....	31
CAPÍTULO 4    Estudo de caso – análise do desempenho térmico de um edifício de habitação reabilitado de acordo com o DL 101-D/2020 .....	63
CAPÍTULO 5    Considerações Finais.....	86
Referências Bibliográficas .....	89
Anexo I – ÁREAS E DIMENÇÕES.....	93
Anexo II – CARATERIZAÇÃO DAS SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS .....	96
Anexo III – RENOVAÇÃO DE AR .....	99
Anexo IV – FOLHAS DE CALCULO.....	102
Anexo V – FOLHA SCE (OPTIMIZAÇÃO   EDIFÍCIOS COM NECESSIDADES QUASE NULAS DE ENERGIA)....	127



## RESUMO

Nas últimas décadas, verifica-se uma preocupação cada vez mais exigente referente ao conforto das habitações. O edificado português encontrava-se desajustado face ao aumento das necessidades energéticas, que com o aumento do seu consumo, muitas das vezes de fontes de energia não renováveis, e conseqüentemente atingido pela escalada da inflação é refletido a nível monetário. Assim, conceitos como sustentabilidade, reutilização e fontes de energia renováveis vão ganhando muito mais relevância para aplicabilidade na construção/reabilitação nos nossos edifícios.

A presente dissertação baseia-se na análise do desempenho térmico de soluções construtivas na reabilitação de edifícios de habitação, respeitando todas as exigências da legislação em vigor, com o intuito de otimizar o seu desempenho, minimizar os seus consumos ou produzir através de sistemas de fontes de energia renováveis a energia suficiente para os seus consumos, pertencendo assim a edifícios com necessidades quase nulas de energias, NZEB. Numa primeira fase vai ser apresentado o referido conceito na reabilitação do edificado com particular relevância das soluções construtivas. À posteriori, é apresentada a legislação a estudar e comparação desta com a anterior, expondo o conceito de eficiência energética com uma abordagem aos edifícios com necessidades quase nulas de energia, conceito NZEB no nosso País.

É demonstrado com incidência num caso real, a correta aplicação da metodologia de cálculo da referida legislação, na totalidade de um edifício habitacional em reabilitação, podendo assim serem quantificadas as necessidades energéticas para as estações de aquecimento, arrefecimento e a energia primária. Será proposto soluções de melhoria face às soluções aplicadas em obra, com o respetivo apuramento de diferencial de custos, de forma a poder ser atingido os valores mínimos necessários de energia primária, refletindo um elevado desempenho térmico. Todos os cálculos, serão efetuados de forma manual com recurso ao Excel, sendo efetuado por último, uma análise económica das soluções construtivas propostas. O objetivo é de analisar as principais diferenças na aplicação a um caso de estudo das metodologias das duas legislações relativas ao desempenho térmico de edifícios de habitação, em que se procura sempre valorizar os benefícios de uma racional reabilitação térmica, onde é possível existir menores consumos energéticos, uma baixa probabilidade de ocorrência de condensações, beneficiar de uma menor dependência energética, obtendo assim uma melhoria substancial de qualidade de vida, com renovações da qualidade de ar interior mais controladas e menor impacto ambiental e visual da habitação reabilitada. O compromisso é a capacidade de formular projetos com todos estes tipos de tecnologia e metodologias para uma construção/reabilitação com foco no conforto higrotérmico e encargos aferidos durante toda a vida útil do edificado.

**Palavras-chave:** Construção Sustentável, Edifícios de Habitação, Reabilitação, Desempenho Energético, Soluções Construtivas, Eficiência energética, Edifícios NZEB.



## ABSTRACT

In the last decades, there has been an increased concern regarding housing comfort. Portuguese buildings found themselves out of step with the increase in energy needs, which with the increase in their consumption, often from non-renewable energy sources, and consequently affected by the escalation of inflation, is reflected in monetary terms. Thus, concepts such as sustainability, reuse and renewable energy sources are gaining much more relevance for applicability in the construction/rehabilitation of our buildings.

This dissertation is based on the analysis of the thermal performance of constructive solutions in the rehabilitation of residential buildings, respecting all the requirements of the current legislation, to optimize their performance, minimize their consumption or produce energy from renewable sources, enough for their consumption, thus belonging to buildings with almost zero energy needs, NZEB. In a first phase, the referred concept will be presented in the rehabilitation of the characteristic building of the Castelo de Paiva region, with an exposition of the constructive solutions. *A posteriori*, the legislation to be studied and its comparison with the previous one is presented, exposing the concept of energy efficiency with an approach to buildings with almost zero energy requirement, the NZEB concept in our country.

The correct application of the calculation methodology of the legislation is demonstrated, with an incidence on a real case, in the entirety of a residential building undergoing rehabilitation, thus allowing the quantification of the energy needs for heating, cooling stations and primary energy. Improvement solutions will be proposed in relation to the solutions applied on site, with the respective calculation of the cost differential, so that the minimum necessary values of primary energy can be reached, reflecting high thermal performance. All calculations will be performed manually using Excel and the PTNZEB calculation platform, and finally, a viable economic analysis of the proposed construction solutions.

The goal is to value the benefits of a rational thermal rehabilitation, where it is possible to have lower energy consumption, a low probability of condensation, a benefit from less energy dependence, thus obtaining a substantial improvement in quality of life, with quality renovations of more controlled indoor air and less environmental and visual impact of the rehabilitated housing. My commitment is the ability to formulate projects with all these types of technology and methodologies for a conscientious construction/rehabilitation with a focus on human comfort and cost measured throughout the timespan of the building.

Keywords: Sustainable Construction, Housing Buildings, Rehabilitation, Energy Performance, Constructive Solutions, Energy Efficiency, NZEB Buildings.



## **AGRADECIMENTOS**

No final deste meu percurso acadêmico, quero agradecer a todas as pessoas que diretamente ou indiretamente, estiveram envolvidos com todo o seu apoio e motivação no decurso do mesmo, em especial:

Ao Engenheiro Jaime Silva e à Engenheira Teresa Neto, pois aceitaram o desafio de serem os meus orientador e coorientadora que com toda a ajuda, disponibilidade, colaboração e passagem de vasto conhecimento na área, incentivaram-me na conclusão deste relatório.

À minha esposa, filhos e pais pela motivação, apoio, incentivo contínuo de estudo para que fosse possível chegar a esta fase e a paciência na privação de tempo de lazer enquanto tinha que estudar, durante muitas noites e os fins de semana.

Finalmente, um grande agradecimento a todos os professores que lecionam este mestrado pela partilha de conhecimento e atenção a que se dispuseram durante esta terrível pandemia em todo tempo letivo.



# ÍNDICE DE TEXTO

CAPÍTULO 1	Introdução .....	1
1.1	Considerações Iniciais .....	1
1.2	Objetivos .....	2
1.3	Estrutura da dissertação .....	2
1.4	Considerações gerais .....	3
CAPÍTULO 2	Estado da arte.....	7
2.1	Reabilitação.....	7
2.2	Estudo da legislação e sua apresentação .....	8
CAPÍTULO 3	Estudo do caso - Análise do desempenho térmico de um edifício de habitação reabilitado.....	33
3.1	Dados Climáticos.....	33
3.2	Definição e delimitação da envolvente .....	35
3.3	Soluções construtivas – verificação regulamentar .....	37
3.3.1	Envolvente opaca .....	37
3.3.2	Envidraçados.....	42
3.4	Parâmetros térmicos .....	47
3.4.1	Inércia térmica.....	47
3.4.2	Pontes térmica lineares .....	53
3.4.3	Ventilação.....	53
3.5	Perdas pela envolvente.....	54
3.6	Perdas pela ventilação .....	55
3.7	Ganhos solares.....	56

3.7.1	Estação de aquecimento.....	56
3.7.2	Estação de arrefecimento.....	57
3.8	Equipamentos .....	60
3.8.1	Equipamentos de climatização .....	60
3.8.2	Equipamentos de AQS .....	60
3.8.3	Energia renovável .....	61
3.9	Necessidades de Energia – Verificação Regular.....	61
CAPÍTULO 4 Estudo do caso - Análise do desempenho térmico de um edifício de habitação reabilitado de acordo com o DL 101-D/2020 .....		
4.1	Dados Climáticos.....	63
4.2	Definição e delimitação da envolvente.....	63
4.3	Soluções construtivas – verificação regulamentar .....	65
4.3.1	Envolvente opaca.....	65
4.3.2	Envidraçados.....	69
4.4	Parâmetros térmicos.....	73
4.4.1	Inércia térmica.....	73
4.4.2	Pontes térmica lineares .....	74
4.4.3	Ventilação .....	75
4.5	Perdas pela envolvente.....	75
4.6	Perdas pela ventilação .....	76
4.7	Ganhos de energia .....	77
4.7.1	Estação de aquecimento.....	77
4.7.2	Estação de arrefecimento.....	79
4.8	Equipamentos .....	79
4.8.1	Equipamentos de climatização .....	79
4.8.2	Equipamentos de AQS .....	80
4.8.3	Energia renovável .....	81

4.9	Necessidades de Energia – Verificação Regular .....	82
4.10	Análise comparativa das duas soluções adotadas.....	83
4.10.1	Desempenho térmico .....	83
4.10.2	Desempenho energético .....	84
4.11	análise económica.....	84
CAPÍTULO 5	Considerações finais .....	86
5.1	Conclusões .....	86
5.2	Desenvolvimentos Futuros .....	87



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Distribuição de consumo energético por sector, 2019 e 2020.(Observatório da energia - DGEG).....	3
Figura 1.2 - Distribuição de consumo energético por sector, 2010 e 2021.(Observatório da energia - DGEG).....	4
Figura 3.1 – Fachadas Principais do edifício.....	31
Figura 3.2 – Plantas do edifício .....	32
Figura 3.3 – Corte longitudinal do edifício .....	33
Figura 3.4 – Marcação da Envolvente do edifício (Piso 0, Piso 1 e corte).....	36
Figura 3.5 – Quadro de $U_{máx}$ para elementos da envolvente (Portaria 297/2019, 9 de setembro) .....	37
Figura 3.6 – Esquema de parede exterior em pedra.....	38
Figura 3.7 – Esquema de parede em betão armado .....	39
Figura 3.8 – Esquema de parede em bloco térmico.....	39
Figura 3.9 – Esquema da cobertura.....	40
Figura 3.10 – Esquema de pavimento .....	41
Figura 3.11 – Quadro de valores máximos admitidos para fator solar. ....	44
Figura 3.12 – Sombreamento por elementos verticais dos envidraçados ve002 e ve007 .....	46
Figura 3.13 – Elementos de determinação da massa superficial .....	50
Figura 3.14 – Ganhos úteis na estação de aquecimento (inverno).....	57
Figura 3.15 – Ganhos solares pela envolvente opaca exterior .....	58
Figura 3.16 – Ganhos solares pelos envidraçados .....	59
Figura 4.1 - Marcação da Envolvente do edifício (Piso 0, Piso 1 e corte).....	64
Figura 4.2 – Quadro de $U_{máx}$ para elementos da envolvente opaca (Portaria 138-I/2021, 1 de julho) .....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.3 – Gráficos comparativos de $U_{m\acute{a}x}$ em elementos delimitação exterior.....	66
Figura 4.4 – Esquema de parede exterior em pedra .....	66
Figura 4.5 – Proposta de alteração da parede exterior.....	67
Figura 4.6 – Esquema de parede em betão armado .....	67
Figura 4.7 – Esquema de parede em bloco térmico.....	68
Figura 4.8 – Esquema da cobertura.....	68
Figura 4.9 – Esquema de pavimento .....	69
Figura 4.10 - Quadro de $U_{w,m\acute{a}x}$ para elementos da envolvente envidraçada (Portaria 138-I/2021, 1 de julho) .....	70
Figura 4.11 – Gráfico comparativo do $U_{m\acute{a}x}$ dos elementos da envolvente envidraçada .....	70
Figura 4.12 – Quadro de valores máximos admitidos para fator solar. ....	71
Figura 4.13 – Quadro comparativo da solução construída com a solução proposta .....	85

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Relação de requisitos a observar por Projeto de especialidade.....	15
Tabela 2.2 – Valor limite imposto para conforto térmico.....	17
Tabela 2.3 – Valor limite imposto de desempenho energético.....	17
Tabela 2.4 – Novos artigos no DL 101-D/2020.....	29
Tabela 3.1 – Relação entre os envidraçados e área do compartimento da divisão.....	45
Tabela 3.2 – Sombreamentos verticais na estação de arrefecimento.....	46
Tabela 3.3 – Classes de inércia térmica, $I_t$ .....	48
Tabela 3.4 – Elementos EL1 – $M_{si}$ .....	48
Tabela 3.5 – Elementos EL2 – $M_{si}$ .....	49
Tabela 3.6 – Elementos EL1 e EL2 – Fator de redução de massa superficial.....	51
Tabela 3.7 – Elementos EL3 – Fator de redução de massa superficial.....	51
Tabela 3.8 – Inércia térmica do edifício em estudo.....	52
Tabela 3.9 – Pontes lineares térmicas.....	53
Tabela 3.10 – Resumo das necessidades energéticas.....	61
Tabela 4.1 – Tabela de calculo de nova inércia.....	74
Tabela 4.2 – Pontes lineares térmicas.....	75
Tabela 4.3 – Tabela de referência do $\alpha_{it}$ .....	78
Tabela 4.4 – Resumo das necessidades energéticas.....	82
Tabela 4.5 – Quadro comparativo de necessidades nas estações de aquecimento e arrefecimento.....	84
Tabela 4.6 – Quadro comparativo de EREN, $N_{tc}$ e $N_t$ .....	84



## GLOSSÁRIO

**Água quente sanitária ou «AQS»**, a água potável aquecida em dispositivo próprio, com energia convencional ou renovável, até uma temperatura superior a 45°C, destinada a banhos, limpezas, cozinha ou fins análogos;

**Área útil de pavimento**, o somatório das áreas de pavimento, medidas em planta pelo perímetro interior, de todos os espaços interiores úteis pertencentes ao edifício, com ocupação atual ou prevista e com necessidades de energia atuais ou previstas associadas ao aquecimento ou arrefecimento ambiente para conforto humano;

**Coefficiente de transmissão térmica**, a quantidade de calor por unidade de tempo que atravessa uma superfície de área unitária desse elemento da envolvente por unidade de diferença de temperatura entre os ambientes que o elemento separa;

**Coefficiente de transmissão térmica médio dia noite de um vão envidraçado**, a média dos coeficientes de transmissão térmica de um vão envidraçado com a proteção aberta (posição típica durante o dia) e fechada (posição típica durante a noite) e que se toma como valor de base para o cálculo das perdas térmicas pelos vãos envidraçados de um edifício em que haja ocupação noturna importante, designadamente em habitações, estabelecimentos hoteleiros e similares ou zonas de internamento em hospitais;

**Consumo de energia em condições nominais**, o consumo derivado da satisfação das necessidades de energia afetas a determinados usos nos edifícios, com vista à otimização dos níveis de saúde, conforto térmico e qualidade do ar interior dos seus ocupantes;

**Edifício**, a construção coberta, com paredes e pavimentos, destinada à utilização humana e com vista a propiciar condições de conforto térmico que, para efeitos do presente decreto-lei e sempre que aplicável, abrange as frações autónomas e as frações suscetíveis de utilização independente;

**Edifício adjacente**, um edifício que confine com o edifício em estudo e não partilhe espaços comuns com este, tais como zonas de circulação ou de garagem;

**Edifício existente**, aquele que não seja edifício novo;

**Edifício com necessidades quase nulas de energia**, um edifício com um desempenho energético muito elevado, determinado através da metodologia mencionada no artigo seguinte, e no qual as necessidades de energia quase nulas ou muito pequenas são cobertas, em grande medida, por energia proveniente de fontes renováveis preferencialmente locais ou com origem nas proximidades do edifício, quando aquela não seja suficiente;

**Edifício de comércio e serviços**, o edifício, ou parte, licenciado ou que seja previsto licenciar para utilização em atividades de comércio, serviços ou similares;

**Edifício de utilização mista**, o edifício utilizado, em partes distintas, como edifício de habitação e edifício de comércio e serviços;

**Edifício em ruínas**, o edifício existente cujo nível de degradação da sua envolvente prejudica a utilização a que se destina, tal como comprovado por declaração da respetiva câmara municipal ou da Direção - Geral do Tesouro e Finanças, no âmbito das respetivas atribuições, ou, no âmbito exclusivo da certificação energética, por declaração provisória do SCE emitida pelo PQ nos termos da alínea c) do n.º 2 do artigo 20.º;

**Edifício em tosco**, o edifício sem revestimentos interiores nem sistemas técnicos instalados e de que se desconhecem ainda os detalhes de uso efetivo;

**Edifício novo**, o edifício cujo primeiro processo de licenciamento ou autorização de edificação tenha data de entrada do projeto de arquitetura junto das entidades competentes posterior à data de entrada em vigor do presente decreto-lei ou, no caso de isenção de controlo prévio, cujo primeiro projeto de arquitetura tenha data de elaboração posterior à data de entrada em vigor do presente decreto-lei;

**Edifício renovado**, o edifício existente que foi sujeito a obra de construção, reconstrução, alteração, ampliação, instalação ou modificação de um ou mais componentes;

**Edifício sujeito a intervenção**, o edifício sujeito a obra de construção, reconstrução, alteração, instalação ou modificação de um ou mais componentes com influência no seu desempenho energético, calculado nos termos e parâmetros do presente diploma;

**Energia primária**, a energia proveniente de fontes renováveis ou não renováveis, não transformada ou convertida;

**Energias renováveis**, a energia proveniente de fontes não fósseis renováveis, designadamente energia eólica, solar (térmica e fotovoltaica) e geotérmica, das marés, das ondas e outras formas de energia oceânica, hídrica, de biomassa, de gases dos aterros, de gases das instalações de tratamento de águas residuais, e biogás;

**Entidade anunciadora**, a entidade gestora de plataformas eletrónicas ou de sítios da Internet que disponibilizem espaço para a publicação de anúncios com vista à realização dos negócios jurídicos de transação de edifícios mencionados na alínea e) do n.º 1 do artigo 18.º, designadamente sítios na Internet de empresas de mediação imobiliária ou outras plataformas eletrónicas de pesquisa de edifícios;

**Envolvente**, o conjunto de elementos de construção do edifício ou fração, compreendendo as paredes, pavimentos, coberturas e vãos, que separam o espaço interior útil do ambiente exterior, dos edifícios ou frações adjacentes, dos espaços não úteis e do solo;

**Envolvente do edifício**, o conjunto dos elementos de um edifício que separam o seu espaço interior útil, dos espaços não úteis do exterior, do solo e de outros edifícios;

**Exposição solar adequada**, a exposição à luz solar de edifício que disponha de cobertura em terraço ou de cobertura inclinada com água, cuja normal esteja orientada numa gama de azimutes de 90° entre sudeste e sudoeste, não sombreada por obstáculos significativos no período que se inicia diariamente duas horas depois do nascer do Sol e termina duas horas antes do pôr do sol;

**Espaço interior útil**, o espaço com condições de referência, que, para efeito de cálculo das necessidades energéticas, se pressupõe aquecido ou arrefecido de forma a manter uma temperatura interior de referência de conforto térmico, incluindo os espaços que, não sendo usualmente climatizados, tais como arrumos interiores, despensas, vestíbulos ou instalações sanitárias, devam ser considerados espaços com condições de referência;

**Espaço interior não útil**, o espaço sem ocupação humana permanente atual ou prevista, e sem consumo de energia atual ou previsto associado ao aquecimento ou arrefecimento ambiente para conforto térmico, com exceção do espaço interior útil nos termos da alínea anterior;

**Fator solar de um vão envidraçado**, o valor da relação entre a energia solar transmitida para o interior através do vão envidraçado e a radiação solar nele incidente;

**Fração**, a unidade mínima de um edifício, com saída própria para uma parte de uso comum ou para a via pública, independentemente da constituição de propriedade horizontal;

**Grande Edifício de Comércio e Serviços ou GES**, o edifício de comércio e serviços cuja área útil de pavimento, não considerando os espaços interiores não úteis, iguala ou ultrapassa 1000 m<sup>2</sup>, ou 500 m<sup>2</sup> no caso de conjuntos comerciais, hipermercados, supermercados e piscinas cobertas;

**Grande renovação**, a renovação em edifício em que se verifique que a estimativa do custo total da obra, compreendendo a totalidade das frações renovadas, nos casos aplicáveis, relacionada com os componentes, seja superior a 25 % do valor da totalidade do edifício, devendo ser considerado para o efeito o valor médio de construção, por metro quadrado, para efeitos dos artigos 39.º e 62.º do Código de Imposto Municipal sobre Imóveis;

**Limiar de proteção**, o valor de concentração de um poluente no ar interior que não pode ser ultrapassado, fixado com a finalidade de evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos na saúde humana;

**Pequeno Edifício de Comércio e Serviços ou PES**, o edifício de comércio e serviços que não seja um GES;

**Perito qualificado ou PQ**, o técnico com título profissional para o exercício da atividade de certificação energética, nos termos da Lei n.º 58/2013, de 20 de agosto, na sua redação atual;

**Portal SCE**, a zona de um ou mais sítios agregados na Internet disponibilizado(s) e gerido(s) pela ADENE — Agência para a Energia (ADENE), contendo informação relativa ao SCE e ao registo e interação com os seus utilizadores, incluindo, pelo menos, um acesso ao público em geral disponibilizando serviços de pesquisa, designadamente de certificados energéticos e de técnicos do SCE, e um acesso reservado para elaboração e registo de documentos por utilizadores credenciados do SCE;

**Potência nominal**, a potência térmica máxima que um equipamento pode fornecer para efeitos de aquecimento ou arrefecimento do ambiente, em condições de ensaio normalizadas;

**Potência nominal global**, a potência correspondente ao somatório da potência nominal dos equipamentos instalados no edifício;

**Proprietário**, o titular do direito de propriedade, abrangendo -se ainda neste conceito o titular de outro direito de gozo sobre um edifício desde que este, no caso dos edifícios de comércio e serviços, detenha o controlo dos sistemas de climatização, e respetivos consumos, e seja o credor contratual do fornecimento de energia, salvo verificando-se nova venda, dação em cumprimento, locação ou trespasse pelo titular do direito de propriedade;

**Reabilitação**, as intervenções que têm como objetivo a sua recuperação e beneficiação, tornando-o apto para o uso pretendido e dotando-os de condições de segurança, funcionalidade e conforto respeitando a sua arquitetura, tipologia e sistema construtivo;

**Sistema de climatização**, o conjunto de equipamentos coerentemente combinados com vista a satisfazer objetivos da climatização, designadamente, ventilação, aquecimento, arrefecimento, humedificação, desumidificação e filtragem do ar;

**Sistema passivo**, o sistema construtivo concebido especificamente para reduzir as necessidades energéticas dos edifícios, sem comprometer o conforto térmico dos ocupantes, através do aumento dos ganhos solares, designadamente ganhos solares diretos, paredes de trombe ou estufas, na estação de aquecimento ou através do aumento das perdas térmicas, designadamente ventilação, arrefecimento evaporativo, radiativo ou pelo solo, na estação de arrefecimento;

**Sistema solar térmico**, o sistema composto por um coletor capaz de captar a radiação solar e transferir a energia a um fluido interligado a um sistema de acumulação, permitindo a elevação da temperatura da água neste armazenada;

**Sistema técnico**, o equipamento técnico para a climatização de espaços, a ventilação, a água quente sanitária, a instalação fixa de iluminação, a automatização e o controlo do edifício, a produção de energia térmica ou elétrica no local e, quando aplicável, o seu armazenamento, as instalações de elevação, as infraestruturas de carregamento de veículos elétricos, ou a combinação destes, incluindo os que utilizem energia proveniente de fontes renováveis, de um edifício;

**Ventilação mecânica**, aquela que não seja ventilação natural;

**Ventilação natural**, a ventilação ao longo de trajetos de fugas e de aberturas no edifício, em consequência das diferenças de pressão, sem auxílio de componentes motorizados de movimentação do ar.

O glossário apresentado está de acordo com os Decretos-Lei 28/2016, de 23 de junho e Decreto-Lei 101-D/2020.

## ABREVIATURAS

$\theta_{ext, v}$	Temperatura exterior média, [°C];
$\Delta R$	Resistência térmica adicional desse dispositivo [(m <sup>2</sup> .°C) /W];
$\Delta T$	Aumento da temperatura necessário à preparação da AQS [°C], ( $\Delta T=35^{\circ}\text{C}$ );
$A_{env}$	Soma das áreas dos envidraçados do compartimento, [m <sup>2</sup> ];
$A_f$	Área do caixilho [m <sup>2</sup> ];
$A_g$	Área do vidro, [m <sup>2</sup> ];
$A_i$	Somatório das áreas dos elementos que separam o espaço interior útil do não útil, [m <sup>2</sup> ];
$A_{op}$	Área do elemento da envolvente opaca exterior, [m <sup>2</sup> ];
$A_p$	Área interior útil de pavimento, medida pelo interior, [m <sup>2</sup> ];
$A_{pav}$	Área de pavimento do compartimento servido pelos vãos, [m <sup>2</sup> ];
AQS	Águas quentes sanitárias;
$A_{s,i}$	Área efetiva coletora de radiação solar do vão envidraçado com orientação j, [m <sup>2</sup> ].
$A_{s,v}$	Área efetiva coletora de radiação solar da superfície, [m <sup>2</sup> ].
$A_u$	Somatório das áreas dos elementos que separam o espaço não útil do ambiente exterior, [m <sup>2</sup> ];
$A_w$	Área total do vão envidraçado, incluindo o vidro e o caixilho [m <sup>2</sup> ];
$B'$	Dimensão característica do pavimento;
btr	Fator de redução de temperatura de espaços não aquecidos;
$b_{ztu}$	Fator de redução de perdas, representa a transferência de calor de um elemento construtivo com condição fronteira interior;
COV	Compostos orgânicos voláteis;
D	Largura ou profundidade do Isolamento, respetivamente no caso do isolamento perimetral horizontal ou vertical, neste caso o pavimento térreo não apresenta isolamento térmico;
e	Espessura [m];
$e_j$	Espessura da camada j, [m];
ENU	Espaço não útil;
EPBD	Diretiva do Desempenho Energético dos Edifícios (Energy Performance in Buildings Directive);

## ABREVIATURAS

$f$	Espaço não útil que tem todas as ligações entre elementos bem vedadas, sem aberturas de ventilação permanentemente abertas, ou seja, trata-se de um espaço estanque;
$F$	Espaço não útil permeável ao ar devido à presença de ligações e aberturas de ventilação permanentemente abertas, ou seja, trata-se de um espaço ventilado;
$F0$	Fator de sombreamento por elementos horizontais sobrejacentes ao vão;
$feh$	Fator de eficiência hídrica aplicável a chuveiros com certificação e rotulagem de eficiência hídrica da responsabilidade de uma entidade independente reconhecida ( $feh=1$ );
$Ff$	Fator de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao vão;
$Fg$	Fração envidraçada do vão envidraçado, obtida de acordo com a tabela 20 do despacho 15793-K/2013;
$Fh$	Fator de sombreamento horizonte, representa a redução na radiação solar que incide no vão envidraçado devido ao sombreamento de obstruções longínquas exteriores ao edifício ou de edifícios vizinhos;
$Fm,v$	Fração de tempo em que os dispositivos de proteção móvel se encontram totalmente ativados;
$Fpu$	Fatores de conversão para primária, de acordo com fonte de energia do sistema de referência [kWhEP/kWh]
$Fs,i$	Fator de Obstrução do vão envidraçado com orientação $j$ na estação de aquecimento;
$Fs,v$	Fator de obstrução;
$FW,i$	Fator de seletividade angular;
$FW,v$	Fator de correção da seletividade angular dos envidraçados;
$GD$	Número de graus dias, na base dos 18 °C. [°C. Dia];
$GEE$	Gases de efeito de estufa;
$gi$	Fator solar de inverno;
$Gsul$	Energia solar média mensal durante a estação, recebida numa superfície vertical orientada a sul [KWh/(m <sup>2</sup> .mês)];
$gT$	Fator solar do vão envidraçado com todos os dispositivos de proteção ativados;
$gT$	Fator solar global com todos os dispositivos de proteção solar ativados;
$gTmax$	Fator solar máximo;
$g_{tot}$	Fator solar do vão envidraçado com os dispositivos de proteção solar totalmente ativos;
$g_{tot,ref}$	Fator solar do vão envidraçado de referência;
$g_{tot,p}$	Fator solar do vão envidraçado com os dispositivos de proteção solar permanentes totalmente ativados;

$g_{tot,vc}$	Fator solar do vão envidraçado com vidro corrente e um dispositivo de proteção solar totalmente ativado;
$g_{tot,vc,op}$	Fator solar do vão envidraçado com um vidro corrente e com o primeiro dispositivo de proteção solar opaco totalmente ativado;
$gTp$	Fator solar apenas com os dispositivos de proteção solar permanentes;
$gTvc$	Fator solar do vidro com proteção;
$g\perp vi,$	Fator solar do vidro para uma incidência solar normal;
$I1, I2 e I3$	Zonas climática de inverno;
$lg$	Perímetro de ligação entre o caixilho e o vidro [m];
$lr$	Intensidade da radiação solar na estação de arrefecimento [ $kWh/m^2$ ];
$Isol$	Energia Solar acumulada durante a estação, recebida na horizontal (inclinação $0^\circ$ ) e em superfícies verticais (Inclinação $90^\circ$ ) para os quatro pontos cardeais e os quatro colaterais [ $KWh/m^2$ ];
$It$	<i>Inércia térmica;</i>
$M$	Duração da estação de Aquecimento [meses];
$MAQS$	Consumo médio Diário de referência[l];
$Msi$	Massa superficial útil do elemento $i$ , [ $kg/m^2$ ];
$\eta$	Rendimento [%];
$nd$	Número anual de Dias de Consumo de AQS, ( $nd=365$ dias);
$Ni$	Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento de referência [ $kWh/(m^2.ano)$ ];
$Nic$	Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento de cálculo [ $kWh/(m^2.ano)$ ];
$Nt$	Necessidades nominais anuais globais de energia primária de referência [ $kWhEP/(m^2.ano)$ ];
$Ntc$	Necessidades nominais anuais globais de energia primária de cálculo [ $kWhEP/(m^2.ano)$ ];
$NUTS$	Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos;
$Nv$	Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento de referência [ $kWh/(m^2.ano)$ ];
$Nvc$	Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento de cálculo [ $kWh/(m^2.ano)$ ];
$NZEB$	Nearly Zero Energy Buildings (edifícios com necessidades energéticas quase nulas);
$P$	Perímetro exposto, caracterizado pelo desenvolvimento total da parede que separa o espaço aquecido do exterior, de um espaço não aquecido ou de um edifício adjacente, ou do solo, medido pelo interior, [m];
$PE$	Primary Energy – Energia Primária;
$PER$	Primary Energy Renewable – Energia Primária Renovável;
$PHI$	Passivhaus Institut;

## ABREVIATURAS

<i>Qa</i>	Energia útil para preparação de AQS durante um ano [ <i>kWh/ano</i> ];
<i>Qgsol,i</i>	Ganhos solares brutos através dos vãos envidraçados na estação de aquecimento, [ <i>kWh</i> ];
<i>Qgsol,v</i>	Ganhos solares brutos através dos vãos envidraçados na estação de arrefecimento [ <i>kWh</i> ];
<i>R</i>	Fator de redução da massa superficial útil;
<i>RCCTE</i>	Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios;
<i>RECS</i>	Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços;
<i>REH</i>	Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação;
<i>Rf</i>	Resistência térmica de todas as camadas do pavimento, excluindo as resistências térmicas superficiais;
<i>Rj</i>	Resistência térmica da camada <i>j</i> , [( $m^2 \cdot ^\circ C$ )/ <i>W</i> ];
<i>RMQ</i>	Requisitos mínimos de qualidade;
<i>Rph</i>	Renovações por hora [h-1];
<i>Rse</i>	Resistência térmica superficial exterior, [( $m^2 \cdot ^\circ C$ )/ <i>W</i> ];
<i>Rsi</i>	Resistência térmica superficial interior, [( $m^2 \cdot ^\circ C$ )/ <i>W</i> ];
<i>Rt</i>	Resistência térmica, [( $m^2 \cdot ^\circ C$ )/ <i>W</i> ];
<i>SCE</i>	Sistema de Certificação Energética dos Edifícios;
<i>Si</i>	Área de superfície interior do elemento <i>i</i> , [ $m^2$ ];
<i>U</i>	Coeficiente de transmissão térmica superficial [ <i>W</i> /( $m^2 \cdot ^\circ C$ )];
<i>UE</i>	União Europeia;
<i>Uf</i>	Coeficiente de transmissão térmica do caixilho [ <i>W</i> /( $m^2 \cdot ^\circ C$ )];
<i>Ug</i>	Coeficiente de transmissão térmica do vidro [ <i>W</i> /( $m^2 \cdot ^\circ C$ )];
<i>Umáx</i>	Coeficiente de transmissão térmica superficial máximo [ <i>W</i> /( $m^2 \cdot ^\circ C$ )];
<i>Un</i>	Coeficiente de Transmissão térmica do vão envidraçado com dispositivos de proteção solar ou oclusão noturna ativados [ <i>W</i> /( $m^2 \cdot ^\circ C$ )];
<i>Uw</i>	Coeficiente de transmissão térmica da janela [ <i>W</i> /( $m^2 \cdot ^\circ C$ )];
<i>Uwdn</i>	Coeficiente de transmissão térmica do vão envidraçado [ <i>W</i> /( $m^2 \cdot ^\circ C$ )];
<i>V1, V2 e V3</i>	Zonas climáticas de verão;
<i>Venu</i>	Volume do espaço não útil, [ $m^3$ ];
<i>Xj</i>	Fator de orientação para as diferentes exposições de acordo com a tabela 01 do despacho 15793-I/2013;
<i>Z</i>	Diferença de cotas entre o pavimento térreo em estuco e o pavimento exterior ou do espaço não útil;
$\alpha$	Coeficiente de absorção de radiação solar da superfície do elemento da envolvente opaca, (tabela 08 Despacho 15793-k/2013, em função da cor do revestimento da superfície exterior do elemento);

$\lambda$	Condutibilidade térmica, [W/(m.°C)];
$\psi$	Coeficiente de transmissão térmica linear [W/(m.°C)];
$\psi_g$	Coeficiente de transmissão térmica linear relativo à ligação entre o caixilho e o vidro [W/(m.°C)];



# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito da unidade curricular de Dissertação, Projecto e Estágio – DIPRE, do 2.º Ano do Mestrado em engenharia Civil – Ramo de Construções do Instituto Superior de Engenharia do Porto, tendo como tema “Reabilitação de Edifícios de Habitação – Análise do Desempenho Térmico”.

O tema em questão é de elevada relevância na atividade no nosso quotidiano, pois com metodologias de conceção simples, na fase de projeto, pode-se diminuir substancialmente um grande encargo durante toda a vida de utilização do edificado – os custos associados aos gastos energéticos com a climatização e preparação de águas quentes sanitárias. A atualização e desenvolvimento desta especificidade da construção, merecedora de todo o nosso interesse, vai aumentando cada vez mais com as exigentes alterações climáticas, as grandes oscilações de temperaturas, a exigência do conforto dos utilizadores, o consecutivo aumento do custo de vida e respetiva inflação e sabendo-se que os edifícios são os principais responsáveis pelo consumo energético, cerca de 40%, em toda a Europa. As duas estratégias de melhoria da eficiência energética do edificado passam por melhorar o desempenho térmico da envolvente dos próprios edifícios e instalar uma ou várias soluções de equipamentos com fontes energéticas renováveis.

A presente Dissertação tem como finalidade analisar o desempenho térmico de um edifício antigo de habitação, sendo alvo de uma grande reabilitação, mas em que a entidade licenciadora não exigiu o projeto de verificação do regulamento de desempenho térmico de edifícios de habitação – REH. A habitação foi analisada de acordo com as soluções implementadas pelo dono de obra, foram apresentadas soluções de melhoria a fim de verificar todas as exigências regulamentares previstas no REH e também as necessárias para cumprir a legislação que entrou em vigor a 1 de julho deste ano, por forma a elevar o seu desempenho térmico nas duas estações anuais extremas, Inverno – aquecimento e Verão – arrefecimento.

## 1.2 OBJETIVOS

Os objetivos principais a serem atingidos no desenvolvimento do presente trabalho são:

- Estudar e aprofundar o conhecimento relativamente ao comportamento térmico dos edifícios de habitação;
- Estudar a nova legislação de desempenho térmico e energético que no dia 1 de julho de 2021 entrou em vigor;
- Estudar, verificar e analisar melhorias nas soluções construtivas em conformidade dos requisitos impostos pela legislação e interpretação dos resultados obtidos;
- Verificar a implementação de soluções de melhoria no comportamento térmico e energético;
- Estudar e realizar um orçamento económico das soluções construtivas e equipamentos propostos com a finalidade de melhoria no desempenho térmico do edifício;

## 1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação encontra-se segundo a seguinte estrutura:

- O capítulo 1, refere-se à temática do trabalho, aos seus objetivos e à estrutura do documento;
- O capítulo 2, aborda o conceito da reabilitação, tipologia do edificado analisado no caso de estudo, nomeadamente sob a ótica da aplicação da legislação de desempenho térmico. Assim, estuda-se, analisa-se e compara-se o DL 118/2013, em vigor até 1 de julho de 2021, com o novo DL 101D/2020. Ainda é referido o tema dos edifícios com necessidades quase nulas de energia em conformidade com as estratégias dos NZEB, no nosso país.
- No capítulo 3, apresenta-se o caso em estudo, com a demonstração prática da metodologia de cálculo, prevista na legislação em vigor no início do desenvolvimento deste trabalho, a ser aplicado ao edifício em reabilitação, com a apresentação de todos os cálculos justificativos na quantificação das necessidades energéticas para as estações de aquecimento, arrefecimento e energia primária, sendo proposto soluções de melhoria referentemente às soluções aplicadas em obra, de forma a ir ao encontro com os requisitos NZEB.
- No capítulo 4 serão analisadas as medidas necessárias para implementar os requisitos impostos pela nova metodologia prevista no Manual do SCE, também se apresenta uma análise económica com uma comparação de custos nos consumos energéticos para a estação de aquecimento e arrefecimento. A solução AQS aplicada face à solução otimizada.

- O capítulo 5, relata as conclusões, as considerações finais e futuros desenvolvimentos.

## 1.4 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Outrora, os habitantes das regiões rurais de Portugal dependiam da agricultura e pecuária, tinham uma vida dura e passavam pouco tempo em casa, assim as habitações eram meros locais de pernoita, muitas das vezes com condições precárias, eram executadas apenas para proteção das condições climáticas e não tinham o devido conforto térmico. Ao longo dos anos, houve um enorme desenvolvimento científico, político, cultural e social, propiciando uma alteração de estilo de vida como atividade profissional distinto do antigamente, levando a um maior entendimento às questões do lazer e demais atividades sedentárias. Os ocupantes do edificado permanecem mais tempo dentro das mesmas, o que desenvolveu a necessidade de elevar as exigências para com as questões de conforto, fator que diretamente fez disparar um aumento do consumo energético, no setor doméstico. Certamente estes tempos pandémicos propiciaram um aumento destes valores de distribuição energética por sector em comparação com o mesmo período do ano transato, assim pode-se verificar nas figuras 1.1 e 1.2. No entanto, é de bom termo um gasto económico e racional de forma a podermos manter a nossa sustentabilidade e independência energética no nosso quotidiano.

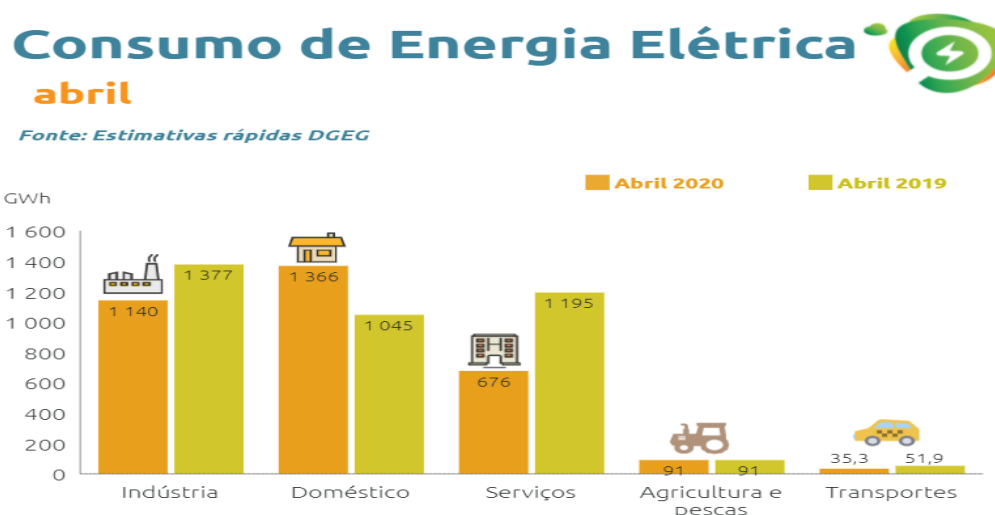


Figura 1.1 - Distribuição de consumo energético por sector, 2019 e 2020.(Observatório da energia - DGEG)

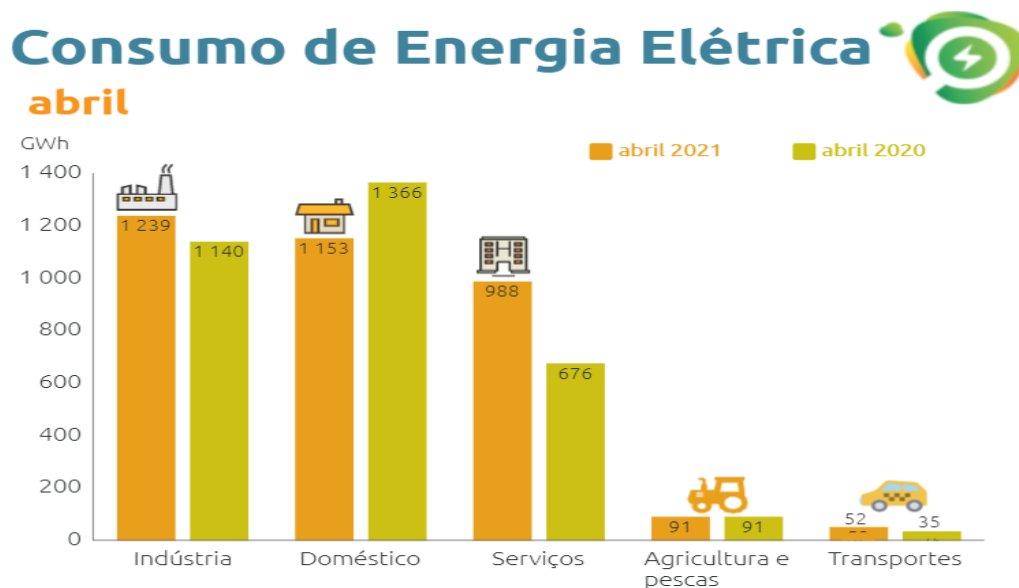


Figura 1.2 - Distribuição de consumo energético por sector, 2010 e 2021.(Observatório da energia - DGEG)

Conforme verificado, a energia consumida teve variações anuais, fixando o sector da indústria que consumiu 1239 Gwh, quase equiparado ao sector doméstico com um consumo de 1153 Gwh, o sector de serviços com 988 Gwh, o sector de agricultura e pesca com 91 Gwh e o sector de transportes com um consumo de 52 Gwh.

Desde o acordo de Paris, em 2015, que a União Europeia enfrenta o compromisso de um dos maiores desafios de todos os tempos, no sector energético para com o edificado europeu, garantir uma redução substancial de consumo de energia. Portugal, sendo um dos 27 Estados-membros, encontra-se empenhado em cumprir esses mesmos objetivos, para isso acompanha as metas indicadas, segundo a Diretiva (EU) 2018/844:

- 2030 – Diminuição de emissão dos gases de efeito estufa em 40% relativamente a 1990.
- 2050 – Diminuição de emissão dos gases de efeito estufa em 95% relativamente a 1990.

Assim, de forma a ir ao encontro de objetivos traçados, surge uma nova metodologia para minimizar as necessidades energéticas do edificado – NZEB (Nearly Zero Energy Buildings), edifícios com necessidades energéticas quase nulas.

Os NZEB são edifícios melhorados em vários aspetos, com um alto nível de eficiência energética, sendo reduzido o seu consumo de energia face a outros e com a aplicação de sistemas de produção de energia, que vão compensar os gastos energéticos necessários, podendo verificar-se assim um balanço energético anual de quase zero.

O conforto térmico dos ocupantes, na reabilitação dos edifícios, é muita vezes negligenciado devido a vários fatores condicionantes, que mais tarde, já em período de utilização, lamenta-se inúmeras vezes, não cumprindo os objetivos da EU e a Legislação Portuguesa.



## CAPÍTULO 2

### ESTADO DA ARTE

#### 2.1 REABILITAÇÃO

A Reabilitação de edifícios traduz-se por conjunto de ações ou intervenções com o objetivo da sua recuperação / beneficiação, possibilitando-o para o uso pretendido, promovendo-o de condições de segurança, conforto e funcionalidade. Estas intervenções devem promover a eliminação de anomalias estruturais e construtivas que se foram tornando mais evidentes ao longo dos tempos, ao mesmo tempo, procurar obter uma envolvente com desempenho e funcionalidade de aptidão melhorada.

Nas últimas décadas, a reabilitação em Portugal tem aumentado bastante com uma forte participação dos programas de incentivo financeiro promovido pela União Europeia, governo e municípios, que empenhados na conservação e na reabilitação do edificado, evitam a desertificação e promovem a repovoação de zonas que outrora encontravam-se degradados, abandonados e desprovidos de admiração do relevo e beleza de algumas regiões do país, por parte dos seus moradores e turistas.

Muitas vezes, e devido ao elevado avanço de degradação do edificado, a reabilitação passa para uma demolição e construção quase integral do espaço interior, pois todo o seu interior é destruído e apenas se salvaguarda as paredes da envolvente exterior, daí que muita das vezes, um projeto de reabilitação ter que obedecer às mesmas exigências de um projeto de um edifício novo.

No processo de reabilitação, é crucial a análise das fases seguintes:

- Viabilidade da intervenção – são ponderados aspetos do espaço, fatores económicos, técnicos e durabilidade;
- Diagnóstico – são ponderados estado de conservação, alteração e traçado a estratégia a dar resposta ao projeto solicitado, com a seguinte metodologia:
  - Report histórico, reunião de informações sobre data de construção, projeto inicial, alterações posteriores, características técnicas e materiais usados;

## CAPÍTULO 2

- Verificação de documentação referente ao edifício e levantamento topográfico;
  - Verificação e levantamento pormenorizado do exterior e interior, com registo fotográfico;
  - Avaliação da estrutura, com realização de sondagens e registo documental.
- Definição da estratégia – é definida pelo Dono de Obra a estratégia inicial a adotar, que terá que ser validada ou alterada por cada um dos projetistas das diferentes especialidades que terão que estar presentes no estudo e projeto do edifício;
  - Projeto de execução – é elaborado por cada uma das especialidades e é constituído pela memória descritiva e justificativa, caderno de encargos, respetivas medições, desenhos e pormenores do edifício;
  - Concurso – será necessário a obtenção de propostas para a realização da empreitada e a sua análise e avaliação;
  - Execução – é realizada a empreitada;
  - Fiscalização – deverá verificar o cumprimento dos projetos.

### **2.2 ESTUDO DA LEGISLAÇÃO E SUA APRESENTAÇÃO**

A nova legislação entrou em vigor no dia 01 de julho de 2021, com a aprovação da diretiva (UE) 2018/844 e parcialmente a diretiva (UE) 2019/944, em dezembro de 2020:

- Decreto - Lei nº 101-D/2020 (Estabelece os requisitos aplicáveis a edifícios para a melhoria do seu desempenho energético e regula o Sistema de Certificação Energética de Edifícios, transpondo a Diretiva (UE) 2018/844 e parcialmente a Diretiva (UE) 2019/944);
- Decreto - Lei nº 64/2020 (Estabelece disposições em matéria de eficiência energética, transpondo a Diretiva (UE) 2018/2002);
- Portaria nº 138-I/2021 (Regulamenta os requisitos mínimos de desempenho energético relativos à envolvente dos edifícios e aos sistemas técnicos e a respetiva aplicação em função do tipo de utilização e específicas características técnicas).
- Despacho nº 6476-E/2021 (Aprova os requisitos mínimos de conforto térmico e de desempenho energético aplicáveis à concessão e renovação de edifícios).

- Despacho nº 6476-H/2021 (Aprova o Manual do Sistema de Certificação Energética de Edifícios (SCE)).

No entanto, no início deste trabalho, a atual legislação não era ainda conhecida pelo que se optou por aplicar as duas metodologias: o DL 118/2013 e o DL 101-D/2020, procurando desta forma auxiliar a interpretação dos novos documentos legislativos.

Em relação à legislação específica para a reabilitação de edifícios de habitação já tinham sido publicados em 2019 alguns documentos legislativos específicos e o próprio DL 118/2013 já tinha sofrido diversas alterações, nomeadamente:

- Decreto - Lei nº 95/2019 (Estabelece o regime aplicável à reabilitação de edifícios ou frações autónomas);
- Decreto - Lei nº 118/2013 (Aprova o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços, 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);
- Portaria nº 98/2019 (Terceira alteração da Portaria n.º 349-B/2013, de 29 de novembro, alterada pela Portaria n.º 379-A/2015, de 22 de outubro, e pela Portaria n.º 319/2016, de 15 de dezembro, que define a metodologia de determinação da classe de desempenho energético para a tipologia de pré-certificados e certificados do SCE, bem como os requisitos de comportamento técnico e de eficiência dos sistemas técnicos dos edifícios novos e edifícios sujeitos a grande intervenção);
- Portaria nº 297/2019 (Quarta alteração à Portaria n.º 349-B/2013, de 29 de novembro, que define a metodologia de determinação da classe de desempenho energético para a tipologia de pré-certificados e certificados do SCE, bem como os requisitos de comportamento técnico e de eficiência dos sistemas técnicos dos edifícios novos e edifícios sujeitos a grande intervenção);
- Portaria nº 303/2019 (Fixa os custos-padrão, definidos por tecnologia, sistema, ou elemento construtivo que permitem quantificar o custo das intervenções para operações de reabilitação);
- Portaria nº 319/2016 (Procede à segunda alteração da Portaria n.º 349-B/2013, de 29 de novembro, alterada pela Portaria n.º 379-A/2015, de 22 de outubro, que define a metodologia de determinação da classe de desempenho energético para a tipologia de pré-certificados e

certificados SCE, bem como os requisitos de comportamento térmico e de eficiência de sistemas técnicos dos edifícios novos e sujeitos a intervenção).

De seguida é feita uma análise comparativa entre o DL 118/2013 e o DL 101-D/2020.

Em relação às definições apresentadas no DL 118/2013, no art.º 2º, e no DL 101-D/2020, no art.º 3º, pode-se referir os seguintes aspetos que se consideraram mais relevantes:

- No Decreto - Lei mais antigo, o conjunto das definições é bastante mais completo, e no novo documento legislativo algumas das definições são apenas apresentadas no corpo do documento.
- A definição de “área útil de pavimento”, no DL 118/2013, depende de ser uma fração no âmbito do REH ou do RECS. Na nova legislação a definição é única e considera a área de todos os espaços interiores úteis pertencentes ao edifício, com ocupação atual ou prevista e com necessidades de energia atuais ou previstas associadas ao aquecimento ou arrefecimento ambiente para conforto humano. Nos dois artigos, as áreas são medidas pelo interior.
- A definição de “edifício”, no antigo DL é considerada de forma genérica e apenas destinado à utilização humana. No novo DL, além da definição genérica é acrescentado a possibilidade de propiciar condições de conforto térmico, abrangendo todas as frações autónomas e as de utilização independente.
- A definição de “edifício novo”, em ambos DL, tem a mesma redação, no entanto na nova legislação, salienta que no caso de isenção de controlo prévio, o primeiro projeto de arquitetura também tem que ter data de elaboração posterior à data de entrada em vigor do referido DL.
- A definição de “edifício de comércio e serviços” considera como edifício ou parte devidamente licenciado para utilização de atividades de comércio, serviços ou similares.
- A definição de “grande edifício de comércio e serviços”, em ambos decretos de lei, considera como sendo um edifício de comércio e serviços com uma área útil de pavimento superior a 1000 m<sup>2</sup> ou de 500 m<sup>2</sup> para o caso de conjuntos comerciais. Assim, o “pequeno edifício de comércio e serviços”, em ambos decretos de lei, é definido como um edifício de comércio e serviços com uma área útil de pavimento inferior a 1000 m<sup>2</sup> ou de 500 m<sup>2</sup> para o caso de conjuntos comerciais.
- A definição de “edifício misto”, em ambos decretos de lei, como edifício utilizado em partes distintas como de habitação e de comércio e serviços.
- A definição de “edifício em toscó”, em ambos decretos de lei, considera como um edifício inacabado, sem revestimentos, sistemas técnicos e detalhes para o seu uso efetivo.
- A definição de “edifício em ruínas”, no DL 118/2013 aparece como edifício com avançado estado de degradação que é prejudicado na sua utilização e como tal só pode ser comprovado por declaração

da respetiva câmara municipal ou por perito qualificado. No DL 101-D/2020, a respetiva declaração é da câmara municipal ou da Direção-Geral do Tesouro e Finanças.

- A definição de “edifício sujeito a intervenção” passa a ser intitulado de “edifício renovado” no DL 101-D/2013.
- A definição de “grande renovação”, no DL 118/2013, tinha por princípio a não construção de novos corpos na edificação e o valor da mesma fosse superior em 25% do valor da totalidade do edifício, sendo que para a determinação do valor do edifício se utilizaria o custo de construção da habitação por metro quadrado que seria fixado anualmente para as diferentes zonas do país, por portaria dos membros do Governo responsáveis pelas áreas da energia e do ordenamento do território. É de salientar que a referida portaria nunca chegou a ser publicada e que no DL 194/2015, Artigo 5.º Disposição transitória, foi indicado que deveria ser considerado o custo de construção de referência de 700 €/m<sup>2</sup>. O novo DL 101-D/2020, apenas faz referência à mesma percentagem (>25%) do valor do edifício por m<sup>2</sup>/€, relativamente ao valor médio de construção deverá considerado o publicado anualmente no Código do Imposto Municipal sobre Imóveis (CIMI).
- A definição de “espaço interior útil”, em ambos decretos de lei, é referido como espaço com condições de referência, para efeitos de necessidades energéticas, de forma a propiciar o conforto térmico. Este espaço engloba divisões que não são usualmente climatizados, mas que são contabilizadas para efeitos de cálculo.
- A definição de “proprietário”, em ambos decretos de lei, é o titular do direito de propriedade, abrangendo-se ainda neste conceito o titular de outro direito de gozo sobre um edifício desde que este, no caso dos edifícios de comércio e serviços, detenha o controlo dos sistemas de climatização e respetivos consumos.
- A definição de “energias renováveis”, em ambos DL tem definições muito parecidas, mas no DL 101-D/2020 passa a ser considerado como fontes não fósseis renováveis a energia proveniente das marés, das ondas e outras formas de energia oceânica, hídrica, de biomassa, de gases dos aterros, de gases das instalações de tratamento de águas residuais, e biogás;
- A definição de “envolvente do edifício”, em ambos decretos de lei, é considerada como conjunto de elementos de um edifício que separam o espaço útil interior dos espaços não úteis, do exterior, do solo e de outros edifícios.
- A definição de “perito qualificado”, ambos os documentos descrevem como técnico com título profissional para o exercício da atividade de certificação energética, nos termos da Lei n.º 58/2013, de 20 de agosto, na sua redação atual.
- A definição de “portal SCE”, em ambos os decretos de lei é referida como zona de um ou mais sítios na Internet disponibilizado(s) e gerido(s) pela ADENE — agência para a energia (ADENE), contendo informação relativa ao SCE e ao registo e interação com os seus utilizadores, incluindo, pelo menos,

um acesso ao público em geral disponibilizando serviços de pesquisa, designadamente de certificados energéticos e de técnicos do SC, e um acesso reservado para elaboração e registo de documentos por utilizadores credenciados do SCE.

- A definição de “potência térmica”, no DL 118/2013, tem a mesma definição no DL 101-D/2020, mas com uma nova designação, “potência nominal”.
  - A definição de “sistema técnico”, muito idêntica em ambos DL, mas com o DL 101-D/2020 a fazer referência a infraestruturas de carregamento de veículos elétricos ou combinação destes.
- Comparação do desempenho energético dos edifícios apresentado no DL 118/2013, no art.º 22º e no DL 101-D/2020 estão no art.º 4º.

No art.º 22º, todos os requisitos aplicáveis aos edifícios de habitação e respetivos sistemas técnicos são definidos no REH, assim como os parâmetros e metodologias de caracterização do desempenho energético, para condições nominais. Os objetivos destes requisitos são promover a melhoria do respetivo comportamento térmico, a eficiência dos seus sistemas técnicos e a minimização do risco de ocorrência de condensações superficiais nos elementos da envolvente.

No art.º 4º, temos referenciado que a avaliação do desempenho energético dos edifícios é baseada no consumo de energia calculado para o consumo energético típico para o aquecimento e o arrefecimento, a ventilação, a produção de água quente e a iluminação fixa, bem como outros sistemas técnicos dos edifícios, nos casos aplicáveis, será expressa por um indicador numérico de utilização energia primária em kWh/(m<sup>2</sup> .ano) e que considera a energia proveniente de fonte renováveis fornecida ao edifício ou a gerada e utilizada pelo mesmo. Note-se que passa a constar deste indicador o consumo de energia para a iluminação.

No novo documento legislativo é referido que os objetivos destes requisitos estão relacionados com os níveis de saúde, o conforto térmico dos ocupantes e a qualidade do ar interior.

A nova metodologia de cálculo será publicada no Manual SCE e encontra-se devidamente aprovada em despacho do diretor-geral da Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG), e será utilizada também para emissão de certificados energéticos, devendo ser revisto no intervalo máximo de dois anos, ou sempre que alterações de natureza técnica ou regulamentar o justifique.

- Comparação em controlo prévio, apresentados no DL 118/2013, no art.º 31º e no DL 101-D/2020 estão no art.º 5º.

No art.º 31º, são verificados os procedimentos do controlo prévio nas operações urbanísticas de edificação que devem incluir uma demonstração na verificação do cumprimento dos elementos devidamente definidos. Assim como os requerimentos para emissão de licença de utilização devem incluir os elementos definidos no art.º 9.º do RJUE e na devida portaria. A aplicabilidade das operações urbanísticas de edificação promovidas pela Administração Pública ou por concessionárias de obras ou serviços públicos, encontram-se isentas do controlo prévio.

No art.º 5º, são referidos os órgãos competentes no âmbito dos procedimentos de controlo prévio de operações urbanísticas de edificação, nos termos do Regime Jurídico da Urbanização e da Edificação (RJUE). As situações relativas a obras em edifícios sujeitos a renovação, isenta de controlo prévio, o cumprimento dos requisitos aplicáveis deve ser assegurado pelo empreiteiro ou, na inexistência deste, pelo técnico qualificado contratado pelo dono de obra. A aplicabilidade das operações urbanísticas de edificação promovidas pela Administração Pública ou por concessionárias de obras ou serviços públicos, encontram-se isentas do controlo prévio.

- Comparação dos requisitos dos edifícios novos, apresentados no DL 118/2013, no art.º 16º - 26º e no DL 101-D/2020 estão no art.º 6º.

No art.º 16º, é verificado que o parque edificado deve progressivamente ser composto por edifícios com necessidades quase nulas de energia, com um elevado desempenho energético, em que a satisfação das necessidades de energia seja proveniente de fontes renováveis, a produzida no local ou nas proximidades. Os edifícios novos licenciados após 31 de dezembro de 2020, sendo eles propriedade de uma entidade pública e ocupados por uma entidade pública. Os edifícios com melhores comportamentos e necessidades quase nulas de energia são dotados de uma componente de eficiência compatível com o limite mais exigente dos níveis de viabilidade económica que venham a ser obtidos com a aplicação da metodologia de custo ótimo, essa é diferenciada entre edifícios novos, edifícios existentes, com diferentes tipologias e formas de captação local de energias renováveis que cubram grande parte do remanescente das necessidades energéticas previstas, de acordo com os modelos do REH e do RECS.

No art.º 26º, é referido que para edifícios de habitação novos:

- O nível das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (N<sub>ic</sub>) de um edifício de habitação novo, calculado de acordo com o estabelecido pela DGEG, não pode exceder o valor máximo de energia útil para aquecimento (N<sub>i</sub>), determinado em portaria;
- O nível das necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (N<sub>vc</sub>) de um edifício de habitação novo, calculado de acordo com o estabelecido pela DGEG, este não pode exceder o valor

máximo de energia útil para arrefecimento (Nv) definido em portaria do membro do Governo responsável pela área da energia;

- Os requisitos anteriores devem ser satisfeitos sem serem ultrapassados os valores limite de qualidade térmica da envolvente estabelecidos em portaria, relativamente ao valor máximo do coeficiente de transmissão térmica superficial dos elementos na envolvente opaca, ao valor máximo do fator solar dos vãos envidraçados horizontais e verticais. A taxa de renovação horária nominal de ar para as estações de aquecimento e de arrefecimento de um edifício de habitação novo, é calculada de acordo com o estabelecido pela DGEG e deve ser igual ou superior ao valor mínimo de renovações horárias a definir em portaria. O recurso a sistemas passivos para melhorar o desempenho energético de um edifício é promovido e o seu contributo deve ser considerado no cálculo das necessidades de energia, com base em normas europeias ou regras definidas pela DGEG;

- O novo edificado habitacional com uma área útil inferior a 50 m<sup>2</sup> está dispensado da verificação dos requisitos de comportamento térmico.

No art.º 6º, é referido que os edifícios novos devem contemplar necessidades quase nulas de energia, atingido níveis elevados de desempenho energético e com bons níveis de rentabilidade, sendo esses mesmos níveis revistos periodicamente em função dos resultados de análises de custo ótimo, com a obrigatoriedade de realização com intervalos não superiores a cinco anos. Os requisitos são estabelecidos onde é considerada a envolvente e sistemas técnicos que visam a promover o conforto ambiente, o comportamento térmico, a relativa eficiência, durabilidade dos sistemas técnicos, a correta gestão da energia e a utilização de fontes de energia renováveis.

Os requisitos são os seguintes:

a) Requisitos mínimos de desempenho energético relativos à envolvente dos edifícios, que visam, em particular, minimizar a ocorrência de patologias e limitar as necessidades de energia com vista à obtenção de condições interiores de conforto;

b) Requisitos relativos aos sistemas técnicos, variáveis em função de cada sistema técnico em concreto, que incidem, designadamente, no seguinte:

i) Desempenho energético geral, que avalia ou afeta o desempenho de um sistema técnico, no seu todo;

ii) Dimensionamento adequado, com vista a garantir que os sistemas técnicos são adequados às necessidades e características do edifício, bem como às condições de utilização esperadas;

iii) Instalação correta, que incide na forma de instalar os sistemas para que estes funcionem do modo para que foram concebidos;

iv) Ajustamento adequado, que contempla as tarefas de teste e ajustamento aos sistemas técnicos, depois de instalados, para que funcionem em conformidade com as especificações definidas;

v) Controlo adequado, a fim de garantir que as capacidades de controlo exigidas aos sistemas técnicos estejam em conformidade com as especificações definidas.

O cumprimento destes requisitos deve ser assegurado pelos técnicos autores dos projetos, com as qualificações estabelecidas na Lei n.º 31/2009, de 3 de julho, na sua redação atual, nos termos da Portaria n.º 701 -H/2008, de 29 de julho, e da Portaria n.º 113/2015, de 22 de abril, e deverá estar patente nos seguintes documentos:

Tabela 2.1 – Relação de requisitos a observar por Projeto de especialidade

<b>Requisitos a observar</b>	<b>Projeto</b>
Envolvente opaca e envolvente envidraçada	Projeto de arquitetura
Ventilação, sistemas de climatização e sistemas de preparação de água quente	Projeto de instalações, equipamentos e sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado ou, no plano dos sistemas de preparação de água quente, no projeto de redes prediais de água e esgotos ou no projeto de instalações, equipamentos e sistemas de águas e esgotos
Sistemas fixos de iluminação	Projeto de instalações, equipamentos e sistemas elétricos ou do projeto de alimentação e distribuição de energia elétrica
Sistemas de produção de energia elétrica	Projeto de instalações, equipamentos e sistemas elétricos ou do projeto de alimentação e distribuição de energia elétrica
Sistemas de Automatização e Controlo do Edifício (SACE)	Projeto de sistemas de gestão técnica centralizada

Instalações de elevação	Projeto de instalações, equipamentos e sistemas de transporte ou do projeto de instalações eletromecânicas, incluindo as de transporte de pessoas e ou mercadorias
Infraestruturas de carregamento de veículos elétricos	Projeto de instalações, equipamentos e sistemas elétricos ou do projeto de alimentação e distribuição de energia elétrica

É de salientar que as diferentes exigências e verificações deverão estar contempladas nos diversos projetos de especialidades não sendo necessário um documento síntese de verificação da legislação, tal como existia até este momento com o projeto de verificação do REH ou do RECS. Estes últimos projetos poderão ainda continuar a existir caso a entidade licenciadora os solicite, mas não serão mais necessários para a certificação energética.

Note-se que neste artigo ainda é referido que o reconhecimento das qualificações dos técnicos para a elaboração dos projetos previstos no número anterior é da competência das respetivas ordens profissionais

São ainda estabelecidos os requisitos cujo cumprimento é assegurado pelo PQ:

- a) Conforto térmico;
- b) Desempenho energético, que incluem:
  - i) Indicadores do uso de energia primária;
  - ii) Indicadores do uso de energia primária renovável;
  - iii) Classificação como edifício de necessidades quase nulas de energia;
  - iv) Classes de desempenho energético.

Os edifícios de habitação novos estão sujeitos ao cumprimento dos requisitos anteriores e ainda dos requisitos aplicáveis aos seguintes componentes:

- a) Envolvente opaca;
- b) Envolvente envidraçada;

- c) Sistemas de ventilação;
- d) Sistemas de climatização;
- e) Sistemas de preparação de água quente;
- f) Sistemas de produção de energia elétrica;
- g) Instalações de elevação;
- h) Infraestruturas de carregamento de veículos elétricos.

Os requisitos relativos aos sistemas de produção de energia elétrica, às instalações de elevação e às infraestruturas de carregamento de veículos elétricos não existiam na legislação anterior.

- Comparação em renovações nos edifícios sujeitos a grandes intervenções/renovações, apresentados no DL 118/2013, no art.º 28º e no DL 101-D/2020 estão no art.º 7º - 8º.

Nos termos do Decreto - Lei nº 101-D/2021, encontra-se indicado que para um edifício sujeito a grande renovação, para o conforto térmico, a razão entre o valor de  $N_{ic}$  e o valor de  $N_i$  e a razão entre o valor de  $N_{vc}$  e o valor de  $N_v$  e para o desempenho energético, não podem exceder o valor definido no despacho 6476-E/2021. Esses limites encontram-se nas tabelas seguintes:

Tabela 2.2 – Valor limite imposto para conforto térmico

Ano de construção	$N_{ic} / N_i$	$N_{vc} / N_v$
Anterior a 1960	-	-
Entre 1960 e 1990	$\leq 1,25$	$\leq 1,25$
Posterior a 1990	$\leq 1,15$	$\leq 1,15$

Tabela 2.3 – Valor limite imposto de desempenho energético

Classe energética	$\leq C$
Energia primária total	$R_{NT} \leq 1,50$
Energia primária renovável	$Ren_{Hab} \leq 0,50$

O valor da taxa de renovação horária nominal de ar para a estação de aquecimento e de arrefecimento de um edifício de habitação sujeito a grande intervenção, calculada de acordo com o definido pela DGEG, deve ser igual ou superior ao valor mínimo de renovações horárias que é de 0,5 h<sup>-1</sup>. As moradias unifamiliares com uma área útil inferior a 50 m<sup>2</sup>, sujeitas a grande intervenção, estão dispensadas da verificação dos requisitos de comportamento térmico.

No art.º 7º do novo documento legislativo, verifica-se que os componentes renovados dos edifícios estão sujeitos ao cumprimento dos mesmos requisitos indicados para os edifícios novos e que a avaliação dessa exigência é efetuada pelos respetivos técnicos autores dos projetos.

Nas renovações não sujeitas a controlo prévio, o cumprimento dos requisitos aplicáveis deve ser assegurado pelo empreiteiro ou, quando este não exista, pelo técnico qualificado contratado pelo dono de obra, com base em documentação técnica que caracterize as soluções aplicadas.

No art.º 8º, indica-se que os edifícios de habitação objeto de grandes renovações encontram-se sujeitos ao cumprimento de requisitos de conforto térmico e desempenho energético (indicadores do uso de energia primária e de energia primária renovável; classificação como edifício de necessidades quase nulas de energia; classes de desempenho energético).

- Comparação em isenções e constrangimentos, apresentados no DL 118/2013, no art.º 4º e no DL 101-D/2020 estão no art.º 9º.

No art.º 4º, verifica-se as isenções em:

- instalações industriais, agrícolas ou pecuárias;
- edifícios utilizados como locais de culto ou para atividades religiosas;
- edifícios ou frações exclusivamente destinados a armazéns, estacionamento, oficinas e similares;
- edifícios de habitação com área útil igual ou inferior a 50 m<sup>2</sup>;
- edifícios de comércio e serviços devolutos;
- edifícios em ruínas;
- infraestruturas militares e os edifícios afetos aos sistemas de informações ou a forças e serviços de segurança que se encontrem sujeitos a regras de controlo e de confidencialidade;
- monumentos e os edifícios individualmente classificados ou em vias de classificação, aqueles a que seja reconhecido especial valor arquitetónico ou histórico pela entidade licenciadora ou por outra entidade competente para o efeito, edifícios integrados em conjuntos ou sítios classificados ou em

vias de classificação, ou situados dentro de zonas de proteção, quando seja atestado pela entidade licenciadora ou por outra entidade competente para o efeito que o cumprimento de requisitos mínimos de desempenho energético é suscetível de alterar de forma inaceitável o seu caráter ou o seu aspeto.

No art.º 9º, é referido que se encontram isentos do cumprimento dos requisitos de conforto térmico e desempenho energético os seguintes edifícios ou frações:

- os edifícios habitacionais unifamiliares quando se constata como sendo edifícios autónomos com área útil de pavimento igual ou inferior a 50 m<sup>2</sup>;
- as instalações industriais, pecuárias ou agrícolas não residenciais, oficinas;
- edifícios utilizados como locais de culto, igrejas, sinagogas, mesquitas, templos;
- edifícios exclusivamente destinados a estacionamento sem climatização, armazéns onde a presença permanente humana não ocorra por mais de duas horas por dia ou com uma ocupação humana superior a 0,025 pessoas/m<sup>2</sup>;
- edifícios classificados ou em vias de classificação e as situações que configuram constrangimentos técnicos, funcionais e económicos para o efeito, nos termos definidos na portaria prevista no n.º 12 do art.º 6.º. O técnico responsável e autor do projeto deve identificar e avaliar, de modo fundamentado, os constrangimentos devendo tais fundamentos constar do certificado energético a emitir por mesmo.

Em ambos decretos de lei, são referidas o mesmo tipo de edificações, mas na nova legislação, há uma maior preocupação do conforto térmico pessoal onde é quantificado uma limitação presencial humana tanto temporal como espacial.

- Comparação em qualidade do ar interior, apresentados no DL 118/2013, no art.º 12º - 36º e no DL 101-D/2020 estão no art.º 16º.

No art.º 12º, verifica-se que é da competência da Direção-Geral da Saúde e da Agência Portuguesa do Ambiente, I.P., acompanhar a aplicação do presente diploma no âmbito das suas competências em matéria de qualidade do ar interior.

No art.º 36º, verifica-se definido em portaria, o estabelecimento para as condições de bem-estar de saúde dos ocupantes, os valores mínimos de caudal de ar novo por espaço, em função da ocupação, das características do próprio edifício, dos seus sistemas de climatização e os limiares de proteção para as concentrações de poluentes do ar interior.

## CAPÍTULO 2

No art.º 16º, é referenciado que nos edifícios novos ou renovados, incluindo os seus sistemas técnicos, são objeto de requisitos relativos à ventilação de espaços, com vista a assegurar uma correta e adequada filtragem e renovação do ar.

Os edifícios de comércio e serviços em funcionamento estão sujeitos a requisitos relacionados com a qualidade do ar interior, devendo ser assegurado o cumprimento de limiares de proteção e condições de referência.

Os GES e os edifícios de comércio e serviços, onde se encontram inseridas creches, estabelecimentos de educação pré-escolar, estabelecimentos de ensino do primeiro ciclo do ensino básico e estruturas residenciais para pessoas idosas que se encontrem em funcionamento estão sujeitos a uma avaliação simplificada anual de requisitos relacionados com a qualidade do ar interior, a realizar por técnicos de saúde ambiental. A verificação da conformidade prevê-se a recolha de indícios sobre uma situação de degradação da qualidade do ar interior, mediante o registo do incumprimento dos limiares de proteção e condições de referência dos requisitos objeto da avaliação simplificada anual e o incumprimento da obrigação da avaliação simplificada anual, o registo de reclamações ou de denúncias sobre a qualidade do ar interior. Os proprietários dos edifícios são obrigados a adotar as necessárias medidas para a sua regularização, mediante o cumprimento dos termos de relatório emitido para o efeito. A Autoridade de Segurança Alimentar e Económica, a Autoridade para as Condições do Trabalho, a Inspeção-Geral das Atividades em Saúde, a Entidade Reguladora da Saúde, a Inspeção-Geral da Educação e Ciência, as câmaras municipais e respetivas entidades ou serviços municipais com competência de fiscalização fazem uso do cumprimento dos limiares de proteção de poluentes do ar interior, de acordo com as respetivas metodologias e condições de referência. A presente legislação estabelece o regime de prevenção e controlo da doença dos legionários.

Nesta nova legislação a qualidade do ar interior e a prevenção da doença do legionário voltam a ser alvo de cumprimento de requisitos.

- Comparação em obrigação de certificação energética dos edifícios, apresentados no DL 118/2013, no art.º 3º e no DL 101-D/2020 estão no art.º 18º.

No art.º 3º, refere-se que são abrangidos pelo Sistema de Certificação Energética, os edifícios ou frações, novos ou sujeitos a grande intervenção, nos termos do REH e RECS, que uma fração já edificada, não esteja constituída como fração autónoma de acordo com um título constitutivo de propriedade horizontal, só é abrangida pelo SCE a partir do momento em que seja dada em locação. Os edifícios ou frações existentes de comércio e serviços, com área interior útil de pavimento igual ou superior a 1000 m<sup>2</sup>, ou 500 m<sup>2</sup> no caso de centros comerciais, hipermercados, supermercados e piscinas cobertas, que

sejam propriedade de uma entidade pública e tenham área interior útil de pavimento ocupada por uma entidade pública e frequentemente visitada pelo público superior a 500 m<sup>2</sup> ou, a partir de 1 de julho de 2015, superior a 250 m<sup>2</sup>. Os edifícios ou frações existentes a partir do momento da sua venda, dação em cumprimento ou locação posterior, salvo nos casos de venda ou dação em cumprimento a comproprietário, a locatário, em processo executivo, a entidade expropriante ou para demolição total confirmada pela entidade licenciadora competente, locação do lugar de residência habitual do senhorio por prazo inferior a quatro meses, locação a quem seja já locatário da coisa locada.

No art.º 18º, indica-se que estão sujeitos ao cumprimento da obrigação de certificação energética, sem prejuízo de eventual isenção de controlo prévio nos termos do RJUE, a construção de edifícios novos, as grandes renovações de edifícios, os GES, para efeito da avaliação periódica, os edifícios detidos e ocupados por uma entidade pública e frequentemente visitados pelo público que tenham uma área útil de pavimento superior a 250 m<sup>2</sup>, com vista a demonstrar, a todo o tempo, o desempenho energético do edifício, os edifícios, no momento da respetiva venda, dação em cumprimento, locação ou trespasse, desde que este abranja a transmissão do espaço físico onde o estabelecimento se encontre instalado, os edifícios alvo de programas de financiamento para a melhoria do desempenho energético, sempre que a certificação energética constitua requisito para o efeito, os edifícios elegíveis para efeitos de acesso a benefícios fiscais, sempre que a certificação energética constitua requisito para o efeito.

Verificamos que apenas no novo artigo, é feita referência à limitação inferior de área dos edifícios, que a partir do qual todos são obrigados, no anterior artigo, tínhamos referência a duas dimensões de área.

- Comparação em objeto da certificação energética dos edifícios, apresentados no DL 118/2013, no art.º 6º e no DL 101-D/2020 estão no art.º 19º.

No art.º 6º, é indicado o dever de certificadas todas as frações e edifícios destinados a habitação unifamiliar, as frações que se preveja virem a existir após constituição de propriedade horizontal, designadamente nos edifícios recém-constituídos ou meramente projetados. Um edifício de comércio e serviços que disponha de sistema de climatização centralizado para parte ou para a totalidade das suas frações, encontra-se neste caso dispensadas de certificação as frações.

No art.º 19º, descreve-se que a atividade de certificação energética deve ser realizada tendo em conta a constituição dos edifícios, a sua utilização e os sistemas técnicos. A certificação energética deve realizar-se para a menor unidade passível de utilização independente, em propriedade total sem andares nem divisões suscetíveis de utilização independente, deve ser emitido um certificado energético para a totalidade do prédio, em propriedade total com andares ou divisões suscetíveis de utilização independente, deve ser emitido um certificado energético por cada andar ou divisão suscetível de

utilização independente, para prédios em propriedade horizontal, deve ser emitido um certificado energético por cada fração autónoma, sem prejuízo do disposto anteriormente, estando em causa, comprovadamente, a atribuição de benefícios fiscais ou o acesso a instrumentos de financiamento, pode ser emitido um certificado energético para uma parte do prédio ou um único certificado energético para a totalidade do prédio. Os certificados energéticos são emitidos em conformidade com a informação constante da documentação legal relativa aos edifícios, de habitação, o certificado energético a emitir é do tipo «habitação», de comércio e serviços, o certificado energético a emitir é do tipo «comércio e serviços», de utilização mista, os certificados energéticos a emitir têm por base o tipo de utilização das frações, devendo ser emitidos conforme previsto nas alíneas anteriores. No caso de edifícios de comércio e serviços que disponham de sistemas de climatização centralizada, a certificação energética incide sobre a totalidade das frações abrangidas por este sistema, devendo ser emitido um único certificado energético.

A nova legislação, muito mais minuciosa que a anterior, realça a necessidade de ir ao pormenor construtivo e respetivos sistemas de climatização, em todos os edifícios de frequência humana, onde anteriormente, o requisito apenas se referia ao conceito físico do edificado.

- Comparação em afixação e publicação, apresentados no DL 118/2013, no art.º 8º e no DL 101-D/2020 estão no art.º 22º.

No art.º 8º, verifica-se a obrigatoriedade da afixação em posição visível e de destaque do certificado SCE válido, os edifícios de comércio e serviços ou frações, novos ou sujeitos a grande intervenção, nos termos do REH e RECS, aquando da sua entrada em funcionamento, sempre que apresentem uma área interior útil de pavimento superior a 500 m<sup>2</sup> ou, a partir de 1 de julho de 2015, superior a 250 m<sup>2</sup>, os edifícios referidos como centros comerciais, hipermercados, supermercados e piscinas cobertas abrangidos pelo SC, os edifícios de comércio e serviços referidos no n.º 4 do art.º 3.º, sempre que apresentem uma área interior útil de pavimento superior a 500 m<sup>2</sup>, a partir de 1 de julho de 2015, superior a 250 m<sup>2</sup>. O certificado SCE é afixado na entrada do edifício ou da fração.

No art.º 22º, verifica-se a obrigatoriedade da afixação do certificado energético, ou de informação específica neste contida, nos GES e nos edifícios detidos por entidade. A primeira página do certificado energético, ou de modelo complementar produzido para o efeito, deve ser afixada na entrada do edifício e em local claramente visível para o público em geral, por forma a possibilitar a perceção da informação sobre o respetivo desempenho energético, designadamente a classe energética. Na publicitação da transação de edifício deve ser indicada a respetiva classe energética de forma harmonizada com a restante informação constante do anúncio. A ADENE disponibiliza um manual de normas gráficas para orientação do cumprimento do presente artigo.

Será então disponibilizado um manual de normas gráficas, que não existia atualmente, e é indicada a necessidade de afixar junto à entrada a 1ª página do certificado energético,

- Comparação da validade dos certificados energéticos, apresentados no DL 118/2013, no art.º 15º e no DL 101-D/2020 estão no art.º 23º.

No art.º 15º, consta que:

- os pré-certificados e certificados têm um prazo de validade de 10 anos;
- os certificados para GES sujeitos a avaliação energética periódica, têm um prazo de validade de seis anos;
- nos edifícios em tosco ou em que a instalação dos sistemas técnicos não puder ser concluída na sua plenitude, mas cujo funcionamento parcial seja reconhecido pelo PQ como viável aquando do pedido de licença de utilização, a validade do certificado SCE é de um ano, podendo a mesma ser prorrogada mediante solicitação à ADENE.
- nos edifícios de comércio e serviços existentes que não disponham de plano de manutenção atualizado quando este seja obrigatório, a validade do certificado SCE é de um ano.
- nos edifícios de comércio e serviços existentes sujeitos a PR, desde que o respetivo plano tenha sido submetido ao SCE, o prazo de validade do certificado é o constante de portaria;
- nos edifícios de comércio e serviços devolutos, a validade do certificado SCE é de um ano, prorrogável mediante solicitação à ADENE.

Na redação do art.º 23º indica-se que o prazo de validade dos certificados energéticos varia consoante o tipo de certificado, o objeto da certificação energética e o estado do edifício:

- pré -certificados energéticos — 10 anos;
- certificados energéticos — 10 anos;
- certificados energéticos dos GES — 8 anos;
- primeiros certificados energéticos dos GES — 3 anos;
- certificados energéticos dos GES que se encontrem em funcionamento e que não disponham do plano de manutenção — 1 ano;
- certificados energéticos de edifícios de comércio e serviços que não disponham do relatório de inspeção dos sistemas técnicos, quando obrigatório— 1 ano;
- certificados energéticos dos edifícios em tosco — 1 ano. O prazo de validade do certificado energético mencionado nos edifícios em tosco é prorrogável, a pedido do respetivo titular junto da ADENE, por idêntico período até à instalação dos componentes para o uso efetivo do edifício visado, após o qual deve ser emitido o certificado energético correspondente à respetiva categoria;

- os certificados energéticos podem ser objeto de atualização durante a sua vigência sem que haja lugar ao alargamento do respetivo prazo de validade.

Conforme se pode verificar, em comparação direta ambos artigos são parecidos, mas com algumas diferenças, tanto em prazos dos certificados com para as entidades certificadoras.

- Comparação em técnicos do sistema de certificação energética dos edifícios, apresentados no DL 118/2013, no art.º 13º e no DL 101-D/2020 estão no art.º 24º.

No art.º 13º, identificamos que são técnicos do SC, os PQ e os TIM com acesso e exercício da atividade dos técnicos do SC, o seu registo junto da ADENE e o regime contraordenacional aplicável são regulados pela Lei n.º 58/2013, de 20 de agosto. A competência do PQ é fazer a avaliação energética dos edifícios a certificar no âmbito do SC, não comprometendo a qualidade do ar interior, identificar e avaliar, nos edifícios objeto de certificação, as oportunidades e recomendações de melhoria de desempenho energético, registando-as no pré-certificado ou certificado, na restante documentação complementar, emitir os pré-certificados e certificados SC, colaborar nos processos de verificação de qualidade do SC, verificar e submeter ao SCE o plano de racionalização energética. A competência do TIM é coordenar ou executar as atividades de planeamento, verificação, gestão da utilização de energia, instalação, manutenção relativo a edifícios e respetivos sistemas técnicos. As atividades dos técnicos do SCE são regulamentadas por portaria do membro do Governo responsável pela área da energia.

No art.º 24º, verifica-se o acesso e exercício da atividade dos técnicos do SC, as suas competências e o regime contraordenacional aplicável são regulados pela Lei n.º 58/2013, de 20 de agosto. As atividades dos técnicos do SCE são regulamentadas por portaria do membro do Governo responsável pela área da energia.

- Comparação do sistema de certificação energética dos edifícios, apresentados no DL 118/2013, no art.º 19º - 21º e no DL 101-D/2020 estão no art.º 25º - 26º.

No art.º 19º, verifica-se que a ADENE atesta a qualidade e identifica as situações de desconformidade dos processos de certificação efetuados pelo PQ, com base em critérios estabelecidos em portaria. As atividades de verificação podem ser confiadas pela ADENE a quaisquer organismos, públicos ou privados e não podem ser realizadas por quem seja titular do cargo de formador no âmbito dos cursos dirigidos aos técnicos do SCE. As metodologias dos processos de verificação de qualidade são definidas em portaria. Os resultados das verificações devem constar de relatório comunicado ao PQ e ser objeto de anotação no registo individual do PQ, que integra os elementos constantes em portaria. O mesmo procedimento aos TIM, com as necessárias adaptações.

No art.º 21º, verifica-se que compete à DGEG a instauração e instrução dos processos de contraordenação previstos. Ao Diretor-Geral de Energia e Geologia compete a determinação e aplicação das coimas e das sanções acessórias. Compete à Inspeção-Geral da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território (IGAMAOT) a instauração e instrução dos processos de contraordenação. A aplicação das coimas correspondentes às contraordenações previstas anteriormente é da competência do inspetor-geral da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território. O produto das coimas a que se referem as alíneas a), b) e c) do n.º 1 do artigo anterior é distribuído, 60 % para os cofres do Estado, 40 % para o Fundo de Eficiência Energética. O produto das coimas a que se refere a alínea d) do n.º 1 do artigo anterior reverta, 60% para os cofres do Estado e 40% para a IGAMAOT.

No art.º 25º, refere que compete à DGEG a supervisão, fiscalização do funcionamento do SC e exercer as demais competências conferidas pelo presente decreto - Lei.

No art.º 26º, verifica-se que a gestão do SCE constitui atribuição da ADENE, compete realizar os exames, fazer o registo dos técnicos do SC, acompanhar a atividade, prestar apoio técnico e administrativo aos técnicos do SC, gerir o registo central dos certificados energéticos no Portal SC, bem como toda a restante documentação produzida no âmbito do SCE ou em cumprimento de outras obrigações, assegurar a qualidade da informação produzida no âmbito do SC, bem como da informação submetida ou registada no Portal SCE em cumprimento de outras obrigações, definir, atualizar o conteúdo, modo de apresentação da informação, dos documentos submetidos ou registados no Portal SCE em cumprimento de obrigações, sem prejuízo das competências cometidas a outras entidades, contribuir para a interpretação e aplicação uniformes dos procedimentos no âmbito do SCE e outros previstos, zelar pela disponibilização aos proprietários dos edifícios, por via digital, de todos os dados constantes do Portal SCE em relação aos seus edifícios e sistemas técnicos, nomeadamente do respetivo certificado energético, promover o SCE e incentivar a utilização dos seus dados, em conformidade com as disposições comunitárias e nacionais em matéria de proteção de dados e de estatística, com vista à melhoria da eficiência energética dos edifícios, dinamizar a criação, operacionalização e publicitação de sistemas de incentivo à eficiência energética nos edifícios, em particular a promoção de melhores classes de desempenho energético nos edifícios novos e a implementação das oportunidades de melhoria do desempenho identificadas nos certificados energéticos para edifícios existentes, em articulação com o Fundo Ambiental.

- Comparação do registo no sistema de certificação energética dos edifícios, apresentados no DL 118/2013, no art.º 18º e no DL 101-D/2020 estão no art.º 28º.

No art.º 18º, o sistema de registo no SCE dos pré-certificados e dos certificados SCE é feito mediante o pagamento de uma taxa à ADENE, podendo esta cobrar uma taxa pelo registo dos técnicos do SCE. Os valores das taxas de registo referidas nos números anteriores são aprovados em portaria.

No art.º 28º, o sistema de registo no Portal SCE de certificados energéticos por parte dos PQ é referente ao pagamento de determinado valor, cujo decorrente produto é repartido, anualmente, da seguinte forma, 87 % para a ADENE, 10 % para o Fundo Ambiental, 3 % para a DGEG.

- Comparação das obrigações dos proprietários dos edifícios ou sistemas, apresentados no DL 118/2013, no art.º 14º e no DL 101-D/2020 estão no art.º 29º.

No art.º 14º, verificamos as obrigações dos proprietários dos edifícios e sistemas técnicos abrangidos pelo SC, sendo o de obter o pré-certificado e certificado do SC nos termos do RECS, a atempada renovação, sem prejuízo da conversão do pré-certificado, no caso de GES, conforme o disposto no RECS, dispor de TIM adequado para o tipo e características dos sistemas técnicos instalados, quando aplicável, assegurar o cumprimento do plano de manutenção elaborado e entregue pelo TIM, submeter ao SC, por intermédio de PQ, eventual PR e cumpri-lo, facultar ao PQ, por solicitação desta, a consulta dos elementos necessários à certificação do edifício, nos casos previstos no n.º 1 do artigo 3.º, pedir a emissão, de pré-certificado, no decurso do procedimento de controlo prévio da respetiva operação urbanística de certificado SC, aquando do pedido de emissão de licença de utilização ou de procedimento administrativo equivalente, nos casos previstos no n.º 4 do artigo 3.º, indicar a classificação energética do edifício constante do respetivo pré-certificado ou certificado SCE em todos os anúncios publicados com vista à venda ou locação, entregar cópia do pré-certificado ou certificado SCE ao comprador ou locatário no ato de celebração de contrato-promessa de compra, venda ou locação, entregar o original no ato de celebração da compra, venda, afixar o certificado em posição visível e em destaque.

No art.º 29º, verificamos as obrigações dos proprietários dos edifícios ou dos sistemas técnicos assegurar, a obtenção dos pré-certificados e certificados energéticos, nas situações previstas no presente decreto-lei. A contratação dos técnicos qualificados cuja atuação é prevista no presente decreto-lei, a entrega de cópia do certificado energético ou a disponibilização por via digital, a informação relativa ao respetivo conteúdo ao comprador, locatário ou adquirente previamente à celebração de contrato-promessa de compra e venda, locação, dação em cumprimento e trespasse, secundada pela entrega da versão original, previamente à celebração do contrato definitivo, a detenção e obtenção dos meios para o cumprimento do plano de manutenção dos sistemas técnicos, a disponibilização dos dados, no Portal SC, relativos aos consumos de energia, o cumprimento dos PDE, a instalação de SAC, a instalação de pontos de carregamento de veículos elétricos, a realização das inspeções periódicas aos sistemas de climatização e ventilação, o cumprimento dos requisitos da qualidade do ar interior, o cumprimento da obrigação de solicitar a verificação da conformidade dos resultados da avaliação simplificada anual da qualidade do ar interior, a disponibilização ao PQ dos elementos de informação necessários, a afixação do certificado energético ou a indicação da classe energética. O proprietário assegura o cumprimento das condições

necessárias para a realização das diligências de verificação da conformidade dos resultados da avaliação simplificada anual da qualidade do ar interior.

Relativamente a estes dois artigos, verifica-se que na nova legislação encontra-se muito mais vocacionado para o consumo energético a todos os níveis no edificado, inclusive à instalação de pontos de carregamento para veículos elétricos.

- Comparação dos incentivos financeiros, apresentados no DL 118/2013, no art.º 17º e no DL 101-D/2020 estão no art.º 34º.

No art.º 17º, verifica-se que estão definidas e concretizadas por meios legislativos e administrativos as medidas e incentivos adequados a facultar o financiamento e outros instrumentos que potenciem o desempenho energético dos edifícios e a transição para edifícios com necessidades quase nulas de energia. As medidas e incentivos referidos podem integrar os planos de ação em curso ou previstos, bem como integrar outros instrumentos de política ou financeiros.

No art.º 34º, é referido é a competência dos membros do Governo responsáveis pelas áreas das finanças e da energia podem estabelecer, por portaria, medidas e incentivos destinados a proporcionar o acesso a mecanismos financeiros com vista a apoiar a renovação dos edifícios. As soluções de financiamento, designadamente as de origem pública, devem fomentar o investimento privado e corrigir deficiências de mercado. As medidas e os incentivos devem contribuir para a redução do risco percebido pelos investidores nas operações de financiamento. São incentivadas as iniciativas que promovam soluções de escala, nomeadamente os agrupamentos de projetos que permitam o acesso a investidores e a empresas. As medidas e incentivos para referida renovação, especialmente as que incidam na melhoria do desempenho energético dos edifícios ou dos seus componentes, dependem das poupanças de energia planeadas ou obtidas, melhorias obtidas com a renovação, comparando os certificados energéticos emitidos antes e depois da renovação ou desempenho energético das soluções construtivas ou equipamentos utilizados na renovação. Nas situações em que os critérios referidos anteriormente forem desadequados à finalidade das medidas e incentivos pode ser utilizado outro método pertinente, transparente e proporcionado que evidencie a melhoria do desempenho energético. As medidas financeiras destinadas à melhoria do desempenho energético dos edifícios ou dos seus componentes devem assegurar que as intervenções com vista à renovação dos edifícios sejam executadas por técnicos qualificados.

- Comparação das contraordenações, apresentados no DL 118/2013, no art.º 20º e no DL 101-D/2020 estão no art.º 35º.

## CAPÍTULO 2

No art.º 20º, verifica-se que constitui contraordenação punível com coima de 250 € a 3 740 € no caso de pessoas singulares e de 2 500 € a 44 890 € no caso de pessoas coletivas. A negligência é punível, sendo os limites mínimos e máximos das coimas reduzidos para metade.

No art.º 35º, verifica-se que constitui contraordenação punível com coima de € 250 a € 3740, no caso de pessoas singulares, e de € 2500 a € 44 890, no caso de pessoas coletivas. A negligência é punível, sendo os limites mínimos e máximos das coimas reduzidos para metade.

Os valores das coimas a aplicar são iguais nos dois modelos legislativos.

- Comparação do balcão único, apresentados no DL 118/2013, no art.º 51º e no DL 101-D/2020 estão no art.º 42º.

No art.º 51º, verifica-se a exceção dos processos de contraordenação, todos os pedidos, comunicações e notificações entre os técnicos de SCE e as autoridades competentes são realizados no portal SC, integrado no balcão único eletrónico dos serviços. Sempre que por motivos de indisponibilidade das plataformas eletrónicas, não for possível o cumprimento do disposto, encontra-se viabilizado a utilização de qualquer outro meio legalmente admissível.

No art.º 42º, verifica-se todos os pedidos, comunicações e notificações entre os técnicos do SC, outros técnicos, proprietários e as entidades competentes são realizados no Portal SC, integrado no balcão único eletrónico, com exceção dos processos de contraordenação. No âmbito dos procedimentos previstos no número anterior, deve ser possível a utilização de mecanismos de autenticação segura e assinaturas eletrónicas qualificadas, designadamente as constantes do Cartão de Cidadão e Chave Móvel Digital com recurso ao Sistema de Certificação de Atributos Profissionais, bem como os meios de identificação eletrónica emitidos noutros Estados-Membros reconhecidos para o efeito. Os proprietários encontram - se dispensados da apresentação de documentos que já se encontrem na posse de serviços e entidades da Administração Pública mediante o seu prévio consentimento para que a ADENE proceda à sua obtenção, utilizando a Plataforma de Interoperabilidade da Administração Pública ou recorrendo ao mecanismo previsto. A publicação, divulgação e disponibilização, para consulta ou outro fim, de informações, documentos e outros conteúdos que, pela sua natureza e nos termos do presente decreto-lei, possam ou devam ser disponibilizados ao público, sem prejuízo do uso simultâneo de outros meios, deve estar disponível em formatos abertos que permitam a leitura por máquina, para o seu registo no Portal de Dados Abertos da Administração Pública. Quando, por motivos de indisponibilidade do Portal SC, não for possível o cumprimento do disposto, pode ser utilizado qualquer outro meio legalmente admissível. Face ao exposto, em ambos DL, no balcão único, verifica-se que são excluídos todos os processos de

contraordenação, sendo reforçado na nova legislação uma maior utilização do portal eletrónico, com mais segurança e intuitivo.

- Comparação em Aplicação nas Regiões Autónomas, apresentados no DL 118/2013, no art.º 52º e no DL 101-D/2020 estão no art.º 43º.

No art.º 43º, verifica-se que o presente diploma aplica-se às Regiões Autónomas da Madeira e dos Açores, sem prejuízo das competências cometidas aos respetivos órgãos de governo próprio e das adaptações que lhe sejam introduzidas por diploma regional.

No art.º 53º, verifica-se que o presente decreto-lei aplica-se às Regiões Autónomas da Madeira e dos Açores, sem prejuízo das competências cometidas aos respetivos órgãos de governo próprio e das adaptações que lhe sejam introduzidas por diploma regional.

Os dois documentos apresentam nesta matéria igual redação.

Em seguida ordena-se uma relação de artigos novos do DL 101-D/2020, que não existiam no DL 118/2013:

Tabela 2.4 – Novos artigos no DL 101-D/2020

Artigo 10.º	Instalação e manutenção dos sistemas técnicos
Artigo 11.º	Documentação de desempenho dos sistemas técnicos
Artigo 12.º	Avaliações periódicas e monitorização de consumos energéticos dos edifícios
Artigo 13.º	Sistema de automatização e controlo do edifício
Artigo 14.º	Eletromobilidade
Artigo 15.º	Inspeções a sistemas técnicos
Artigo 21.º	Elementos e procedimentos necessários à emissão dos certificados energéticos
Artigo 27.º	Verificação da qualidade

CAPÍTULO 2

Artigo 30.º	Obrigações das entidades responsáveis pelas operações urbanísticas
Artigo 31.º	Obrigações dos notários e das demais entidades com competência para a autenticação de documentos particulares
Artigo 32.º	Obrigações das empresas de mediação imobiliária
Artigo 33.º	Obrigações das entidades anunciadoras

## CAPÍTULO 3

### ESTUDO DE CASO – ANÁLISE DO DESEMPENHO TÉRMICO DE UM EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO REABILITADO

O presente edifício em estudo, datado dos finais do sec. XIX, localiza-se em Fundões, no concelho de Castelo de Paiva, no distrito de Aveiro. Pelo que foi possível apurar, nunca foi efetuado qualquer tipo de intervenção no edifício, até esta altura.

a) Fachada Principal a Norte (N)



b) Fachada a Poente (W)



c) Fachada a Sul (S)



d) Fachada a Nascente (E)



Figura 3.1 – Fachadas Principais do edifício

### Capítulo 3

Na tentativa de a intervenção tentar respeitar o mais possível as características deste edifício de carácter rural, mantiveram-se as fachadas inteiramente em alvenaria de pedra granito e a cobertura de ripado em madeira e telha rústica. Uma vez que não está previsto qualquer tipo de aumento para piso superior e a supressão de muitas paredes interiores, as fundações do corpo principal serão utilizadas e apenas se realizarão novas fundações no corpo onde será necessário a execução de paredes exteriores e pilares em betão armado.

O edifício desenvolve-se em 2 pisos, o piso 0 e o piso 1, com a seguinte distribuição de espaços:

- O piso 0, encontra-se reservado para as zonas privadas, como quartos, casa de banho e escritório;
- O piso 1, verifica-se a cozinha, sala estar e jantar e casa de banho.

A comunicação entre pisos é feita com recurso a um lanço de escada de betão armado, no interior da habitação.

O edifício encontra-se implantado a uma altitude de 260 m e a fachada principal é orientada a Norte (N).

As plantas do edifício encontram-se representadas na figura 3.2.

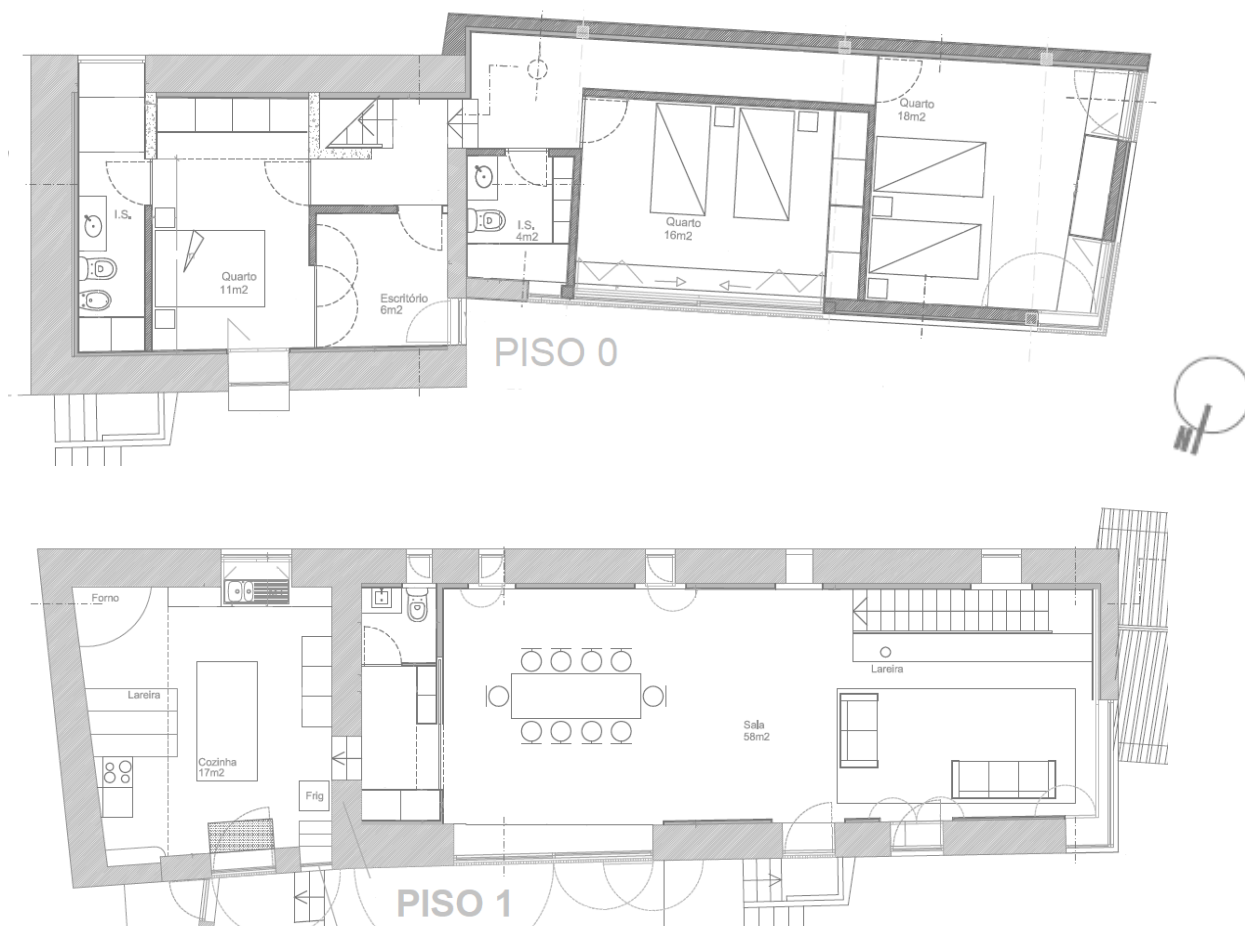


Figura 3.2 – Plantas do edifício

O corte longitudinal do edifício encontra-se representado na figura 3.3.

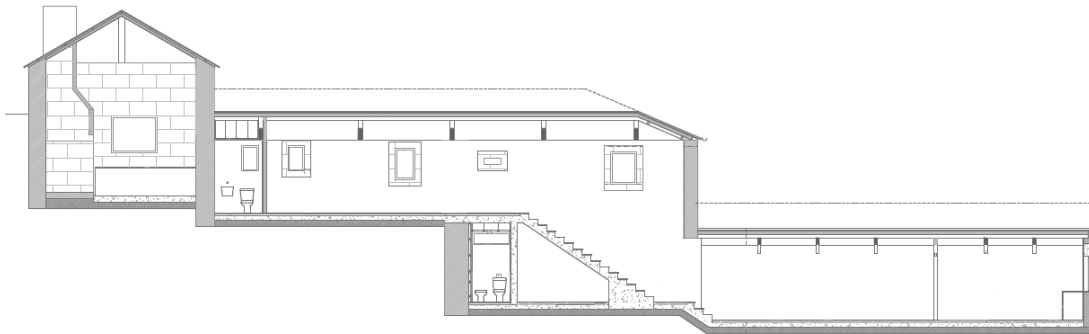


Figura 3.3 – Corte longitudinal do edifício

Para se aplicar o modelo de cálculo adotado na legislação nacional é necessário efetuar um conjunto de medições de áreas e dimensões. Todas essas medições foram realizadas com auxílio das ferramentas do Autocad e serão apresentas no Anexo I - Áreas e dimensões.

### 3.1 DADOS CLIMÁTICOS

O edifício em estudo localiza-se em Fundões, no concelho de Castelo de Paiva, região norte do país, em meio rural e a mais de 5 Km da zona costeira. A fachada principal encontra-se orientada a norte (N) e a altitude do local é de 260 m.

No zonamento climático do país, baseando-nos na nomenclatura das unidades territoriais para fins estatísticos (NUTS) de nível III, de acordo com a tabela 1 – NUTS III, do despacho 15793-F/2013, o edifício situa-se na região do **TÂMEGA**.

As zonas climáticas de inverno são definidas a partir do número de graus dias tendo por base 18 °C, os parâmetros climáticos são para a estação de aquecimento (inverno) e são calculados da seguinte forma:

GD – Número de graus dias , com base nos 18°C [°C. dia];

M – Duração da estação de aquecimento [meses];

$G_{sul}$  –Energia solar média mensal durante a estação de aquecimento recebida na superfície vertical orientada a sul [KWh/(m<sup>2</sup>.mês)].

### Capítulo 3

Para o cálculo dos parâmetros climáticos, o valor do parâmetro X é obtido a partir de um valor de referência,  $X_{ref}$  corrigido apenas com de uma correção linear de declive “a” multiplicado pela soma de Z com um  $Z_{ref}$ , onde o Z é altitude efetiva e o  $Z_{ref}$  é altitude de referência.

$$X = X_{REF} + a (Z + Z_{REF}) \quad (3.1)$$

Recorrendo à tabela 04 do despacho n.º 15793-F/2013, para a região do Tâmega, obtemos:

- $Z_{REF} = 320$  m;
- $M_{REF} = 6,7$  meses e  $a = 0$  mês/Km;
- $GD_{REF} = 1570$  °C e  $a = 1600$  °C/Km;
- $G_{sol} = 135$  kWh/(m<sup>2</sup>.mês).

Com os estes dados recorreremos às expressões numéricas definidas para o cálculo dos parâmetros climáticos do local:

$$M = M_{ref} + \frac{a}{1000} (Z + Z_{ref}) \quad (3.2)$$

$$M = 6,7 + \frac{0}{1000} (260 + 320) = 6,7 \text{ meses}$$

$$GD = GD_{ref} + \frac{a}{1000} (Z + Z_{ref}) \quad (3.3)$$

$$GD = 1570 + \frac{1600}{1000} (260 + 320) = 1474^\circ\text{C.dia}$$

$$G_{sol} = 135 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{mês})$$

Assim comparando com a tabela 02, do despacho 15793-F/2013, obtemos:

$$1300 < GD < 1800 \longrightarrow \text{Zona climática} \longrightarrow \text{I2}$$

Os parâmetros climáticos de verão, conforme especificações seguintes e calculados da seguinte forma:

$\theta_{ext,v}$  – Temperatura exterior média, (°C);

$I_{sol}$  - Energia solar total acumulada durante a estação, recebida na horizontal (inclinação 0°) e em superfícies verticais (inclinação 90°) para os quatro pontos cardeais e os quatro pontos colaterais (KWh/m<sup>2</sup>).

Recorrendo à tabela 05 do despacho n.º 15793-F/2013, para a região do Tâmega:

- $\theta_{ext,v} \text{ REF} = 21,4^{\circ}\text{C}$  e  $a = 0,003^{\circ}\text{C}$

Assim obtemos:

$$\theta_{ext,v} = \theta_{ext,v} + \frac{a}{1000} (Z + Z_{ref}) \quad (3.4)$$

$$\theta_{ext,v} = 21,4 + \frac{0,003}{1000} (260 + 320) = 21,58^{\circ}\text{C}$$

Comparando com a tabela 03, do despacho 15793-F/2013, obtemos:

$$20^{\circ}\text{C} < \theta_{ext,v} < 22^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{Zona Climática} \rightarrow V2$$

A Intensidade de radiação solar ao longo dos 4 meses e para as diferentes orientações não necessita de ser corrigida em função da altitude e apresenta os seguintes valores:

- nascente e a poente -  $I_{sol} = 490 \text{ kWh/m}^2$
- norte -  $I_{sol} = 220 \text{ kWh/m}^2$
- sul -  $I_{sol} = 4250 \text{ kWh/m}^2$
- cobertura -  $I_{sol} = 785 \text{ kWh/m}^2$

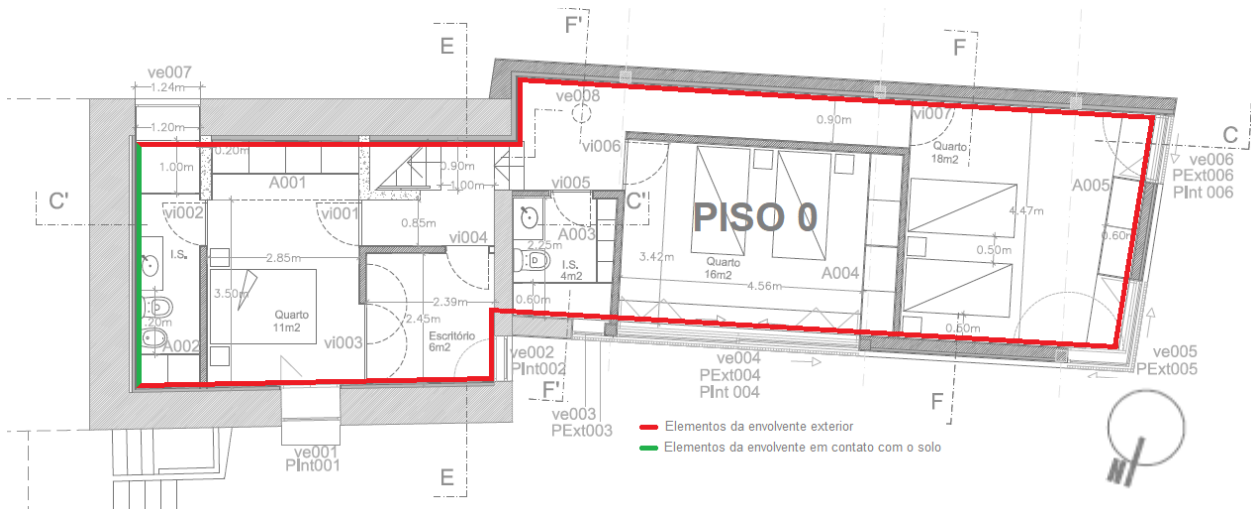
### 3.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DA ENVOLVENTE

O presente edifício é constituído por uma única fração para habitação, para se avaliar o respetivo comportamento térmico do edifício temos que analisar o edifício como um todo. A envolvente é caracterizada por paredes de alvenaria de pedra na zona existente, mas na zona dos quartos, como a parede existente ruiu, irá ser construída uma nova estrutura parte em betão armado e parte em alvenaria de tijolo de leca (térmico). Analisando os espaços interiores previstos no projeto de arquitetura deste edifício e de acordo com o despacho 15793/K, de 2013, a envolvente poderá ser:

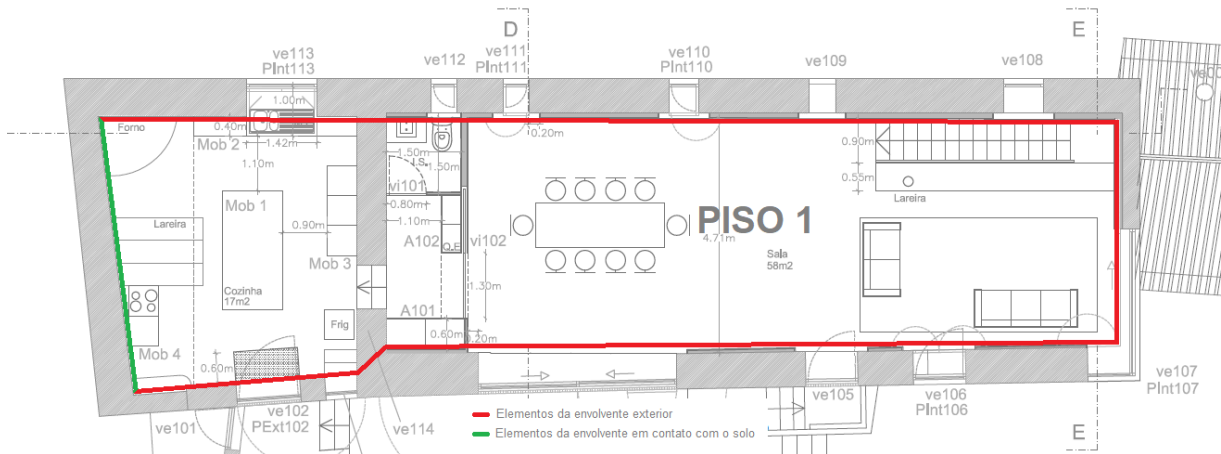
- Envolvente exterior
- Envolvente interior:
  - com requisitos de exterior se no ENU o btr > 0,7
  - com requisitos de interior se no ENU o btr ≤ 0,7
- Envolvente sem requisitos
- Envolvente em contacto com o solo.

### Capítulo 3

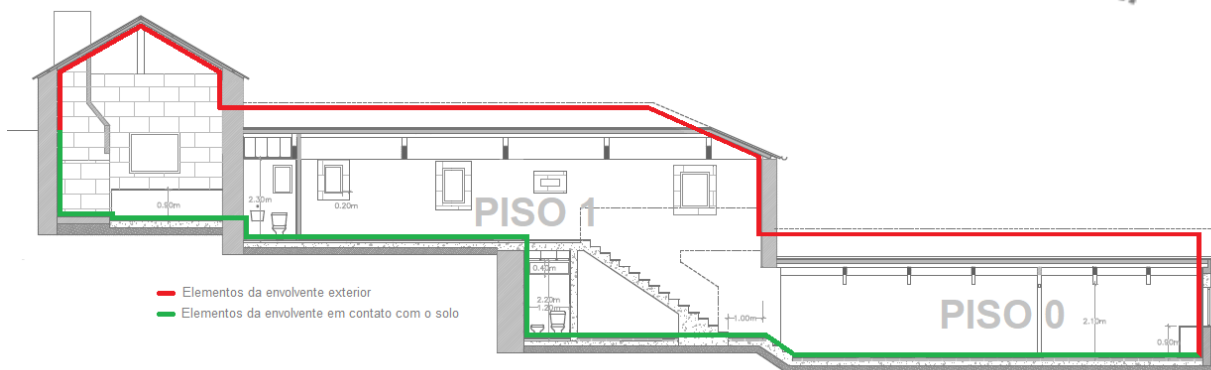
Uma vez que no edifício em causa não existem espaços não úteis, apenas teremos envolvente exterior e envolvente em contato com o solo.



a) Envolvente no piso 0



b) Envolvente no piso 1



c) Envolvente no corte longitudinal

Figura 3.4 – Marcação da Envolvente do edifício (Piso 0, Piso 1 e corte)

### 3.3 SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS – VERIFICAÇÃO REGULAMENTAR

As soluções construtivas a implementar deverão obedecer aos requisitos definidos na legislação em vigor à data do processo de licenciamento na respetiva Câmara Municipal.

Estas verificações devem ser aplicadas aos elementos da envolvente, à taxa de renovação de ar, à seleção dos equipamentos de climatização e de preparação de águas quentes sanitárias, AQS, e à utilização de equipamentos com fontes de energia renováveis. Neste subcapítulo serão apresentadas as verificações relativas aos elementos construtivos da envolvente.

#### 3.3.1 Envolvente opaca

Os valores máximos recomendados e de referência para os coeficientes de transmissão térmica superficial,  $U$ , dos elementos da envolvente e que se encontram definidos no quadro II da Portaria 297/2019, de 9 de setembro. Note-se que esta Portaria apenas é aplicável aos edifícios de habitação novos ou sujeitos a grande intervenção (reabilitação).

Os edifícios localizados na zona climática I2, as soluções construtivas adotadas para os elementos da envolvente opaca em zona corrente e para os envidraçados deverão apresentar um coeficiente de transmissão não superior aos valores apresentados na seguinte figura 3.5, quadro II:

QUADRO II

Coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos admissíveis $U_{max}$ (W/m <sup>2</sup> K)				
Elemento exterior	I1	I2	I3	
Elementos opacos verticais — Paredes . . . . .	1,70	1,50	1,40	
Elementos opacos horizontais	Coberturas . . . . .	0,80	0,70	0,60
	Pavimentos sobre o exterior . . . . .	1,00	0,90	0,80
Vão envidraçados (portas e janelas) — $U_{wdn}$ . . . . .	4,50	4,00	4,00	

Figura 3.5 – Quadro de  $U_{max}$  para elementos da envolvente (Portaria 297/2019, 9 de setembro)

O coeficiente de transmissão térmica,  $U$ , de um certo elemento, caracteriza a transferência de calor que ocorre entre ambientes ou meios ambientes, onde é separado. Nos elementos opacos, constituídos por vários por um ou vários materiais as camadas de espessura e densidade de cada material é considerado para o valor de  $U$  e é calculado pelas seguintes expressões:

$$U = \frac{1}{Rt} \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{°C)]} \quad (3.5)$$

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum_j R_j + R_{se}} \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{°C)]} \quad (3.6)$$

## Capítulo 3

Onde:

$R_t$  – Resistência térmica, [(m<sup>2</sup>.°C)/W]

$R_j$  – Resistência térmica da camada  $j$ , [(m<sup>2</sup>.°C)/W]

$R_{si}$  – Resistência térmica superficial interior, [(m<sup>2</sup>.°C)/W]

$R_{se}$  – Resistência térmica superficial exterior, [(m<sup>2</sup>.°C)/W]

$$R_j = \frac{e_j}{\lambda} \quad [(m^2 \cdot ^\circ C)/W] \quad (3.7)$$

Em que:

$e_j$  – Espessura da camada  $j$ , m

$\lambda$  – Condutibilidade térmica, [W/(m.°C)].

Neste estudo, no comportamento térmico do edifício foram considerados os seguintes coeficientes de transmissão térmica superficial para os elementos da envolvente exterior:

### – Parede exterior do piso 1

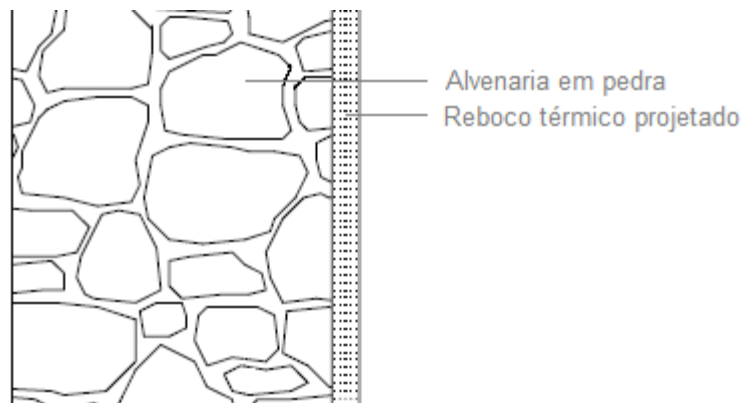


Figura 3.6 – Esquema de parede exterior em pedra

### Upext:

- Alvenaria em pedra de granito:  $e = 0,35$  a  $0,75$  m;  $\lambda = 2,80$  W/(m.°C)
- Reboco térmico projetado:  $e = 0,03$  m;  $\lambda = 0,05$  W/(m.°C)

Consultando as tabelas da Portaria 297/2019 e o ITE50:

$$R_t = 0,04 + \frac{0,35}{2,80} + \frac{0,03}{0,05} + 0,13 = 0,895 \quad [(m^2 \cdot ^\circ C)/W]$$

$$Up_{ext} = \frac{1}{0,895} = 1,12 \quad [W/(m^2 \cdot ^\circ C)] \leq Um_{\acute{a}x} = 1,50 \quad [W/(m^2 \cdot ^\circ C)] \rightarrow \text{Verifica!}$$

– Parede exterior do piso 0 (betão armado)

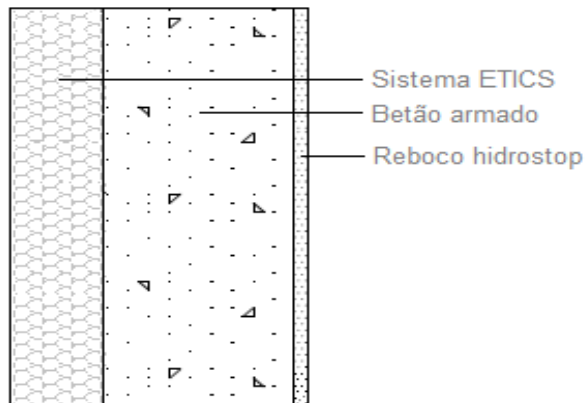


Figura 3.7 – Esquema de parede em betão armado

**Upext:**

- Sistema ETICS:  $e = 0,10$ ;  $\lambda = 0,037 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$
- Parede de betão armado:  $e = 0,20 \text{ m}$ ;  $\lambda = 2,00 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$
- Reboco hidrostop:  $e = 0,015 \text{ m}$ ;  $\lambda = 1,17 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$

Consultando as tabelas da Portaria 297/2019 e o ITE50:

$$Rt = 0,04 + \frac{0,10}{0,037} + \frac{0,20}{2,00} + \frac{0,015}{1,17} + 0,13 = 2,98 \text{ [}(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{W}]$$

$$Upext = \frac{1}{2,98} = 0,33 \text{ [W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})] \leq Umáx = 1,50 \text{ [W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})] \rightarrow \text{Verifica!}$$

– Parede exterior do piso 0 (bloco térmico)

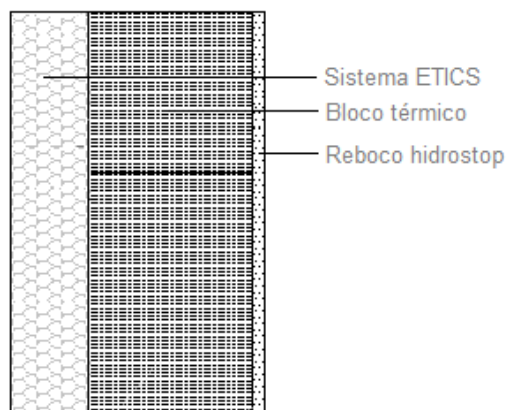


Figura 3.8 – Esquema de parede em bloco térmico

**Upext:**

- Sistema ETICS:  $e = 0,10$ ;  $\lambda = 0,037 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$
- Parede de bloco térmico:  $e = 0,20 \text{ m}$ ;  $R_t = 0,99 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$
- Reboco hidrostóp:  $e = 0,015 \text{ m}$ ;  $\lambda = 1,17 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$

Consultando as tabelas da Portaria 297/2019 e o ITE50:

$$R_t = 0,04 + \frac{0,10}{0,037} + 0,99 + \frac{0,015}{1,17} + 0,13 = 3,88 \text{ [}(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{W}]$$

$$U_{pext} = \frac{1}{3,88} = 0,26 \text{ [W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})] \leq U_{\text{máx}} = 1,50 \text{ [W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})] \rightarrow \text{Verifica!}$$

– **Cobertura inclinada**

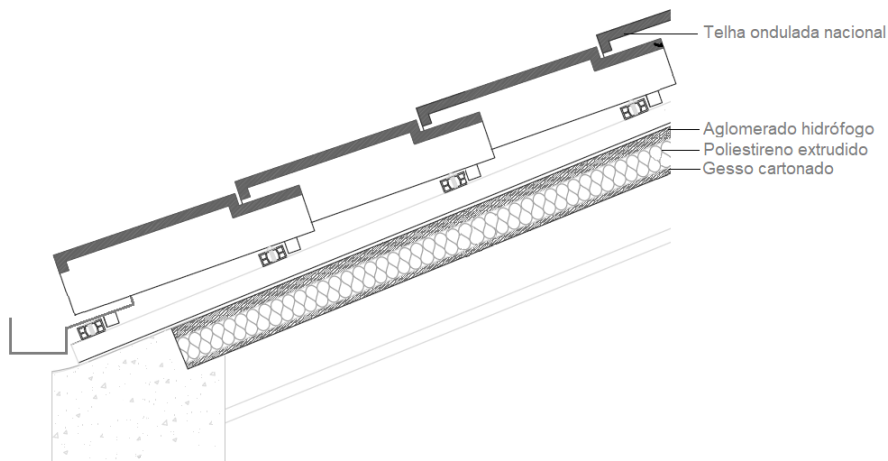


Figura 3.9 – Esquema da cobertura

**Ucext:**

- Telha nacional ondulada:
- Painel sandwich onduthermé:
  - Aglomerado hidrófugo:  $e = 0,01 \text{ m}$ ;  $\lambda = 0,13 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$
  - Poliestireno extrudido:  $e = 0,10 \text{ m}$ ;  $\lambda = 0,036 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$
  - Gesso cartonado:  $e = 0,0095 \text{ m}$ ;  $\lambda = 0,18 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$

Consultando as tabelas da Portaria 297/2019 e o ITE50:

$$Rt = 0,10 + \frac{0,01}{0,13} + \frac{0,10}{0,036} + \frac{0,0095}{0,18} + 0,10 = 3,10 \text{ [(m}^2 \cdot \text{°C)/W]}$$

$$Upext = \frac{1}{3,10} = 0,32 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{°C)]} \leq Umáx = 0,70 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{°C)]} \rightarrow \text{Verifica!}$$

– **Pavimento térreo**

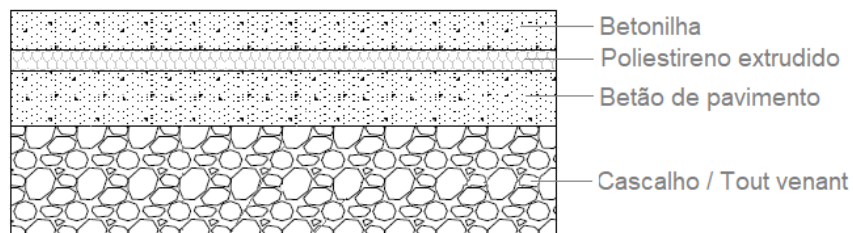


Figura 3.10 – Esquema de pavimento

Conforme o ponto 2.2 do despacho 15793-K/2013, o valor do coeficiente de transmissão térmica de pavimentos em contato com o solo  $U_{bf}$  ( $W/m^2 \cdot \text{°C}$ ), assim determina-se com base nas tabelas 03 e 05 do mesmo despacho em função dos seguintes elementos:

- Z – diferença entre a cota do pavimento e a cota do solo no exterior;
- $R_f$  – resistência térmica do pavimento excluindo as resistências térmicas superficiais;
- $B'$  – dimensão característica do pavimento;

A dimensão característica do pavimento calcula-se a partir da seguinte equação:

$$B' = \frac{A_p}{0,5 * P} \text{ [m]} \quad (3.8)$$

Em que:

$A_p$  - Área útil de pavimento, medida pelo interior das paredes, [ $m^2$ ];

P - Perímetro de exposição, caracteriza-se pelo desenvolvimento total da parede que separa o espaço aquecido, do exterior, ou de um espaço não aquecido, ou de um edifício adjacente, ou do solo é medido pelo interior, [m];

## Capítulo 3

Aplicado neste caso:

$$B' = \frac{77,40}{0,50 * 55,34} = 2,79 [m]$$

A Resistência térmica de todas as camadas do pavimento,  $R_f$ , excluindo as resistências térmicas superficiais foi calculada considerando:

- Cascalho;  $e = 0,20m$ ;  $\lambda = 2,00 \text{ W}/(m \cdot ^\circ\text{C})$
- Betão de pavimento;  $e = 0,10$ ;  $\lambda = 2,00 \text{ W}/(m \cdot ^\circ\text{C})$
- Poliestireno extrudido:  $e = 0,04m$ ;  $\lambda = 0,037 \text{ W}/(m \cdot ^\circ\text{C})$
- Betonilha;  $e = 0,07m$ ;  $\lambda = 2,00 \text{ W}/(m \cdot ^\circ\text{C})$ .

$$R_f = \frac{0,20}{2,00} + \frac{0,10}{2,00} + \frac{0,04}{0,037} + \frac{0,07}{2,00} = 1,26 [(m^2 \cdot ^\circ\text{C})/W]$$

A diferença entre cota do pavimento térreo em estuco e o pavimento exterior ou espaço não útil, sendo neste caso considerado  $Z$  médio =  $1,33 [m]$ .

Consultando as tabelas da legislação, obteve-se:

$$U_{bf} = 0,38 [W/(m^2 \cdot ^\circ\text{C})]$$

No pavimento térreo não existem requisitos mínimos a cumprir.

### 3.3.2 Envidraçados

Os envidraçados devem verificar dois tipos de requisitos mínimos. O relativo ao seu coeficiente de transmissão térmica superficial,  $U_{wdn}$ , e outro relativo ao seu fator solar. A primeira verificação procura evitar elevadas perdas de energia pelos envidraçados, na estação de aquecimento, e segunda verificação pretende diminuir o sobreaquecimento devido aos ganhos solares pelos envidraçados, na estação de arrefecimento.

A constituição dos vãos envidraçados é a seguinte:

- Caixilharia em alumínio:  $U = 1,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$
- Vidro duplo - 6mm + lâmina de ar - 20mm + 5mm:  $U = 1,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$
- Portadas em MDF pelo interior, cor clara:  $e = 2,50 \text{ cm}$  ;  $\lambda = 0,18 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$

Para a quantificação do coeficiente de transmissão de todos os envidraçados sem dispositivo de oclusão noturna ativo,  $U_{wd}$ , foi considerada a média de todos os valores que foram calculados individualmente, segundo a equação:

$$U_{wd} = \frac{\text{área caix.} \cdot U_{caix.} + \text{área vid.} \cdot U_{vid.} + \text{perím. caix.} \cdot \text{coef. trans. caix.}}{(\text{área do caixilho} \cdot \text{área do vidro})} \quad [(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{W}] \quad (3.9)$$

$$U_w = 1,33 \text{ [W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})]$$

Para a quantificação do coeficiente de transmissão de todos os envidraçados com o dispositivo de oclusão noturna ativo,  $U_{wn}$ , foi considerada a resistência térmica da janela e da portada, segundo a seguinte equação:

$$U_{wn} = \frac{1}{\left(\frac{1}{1,33}\right) + \left(\frac{0,025}{0,18}\right)} = 1,12 \text{ [}(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{W}] \quad (3.10)$$

O valor do coeficiente de transmissão médio dia-noite, foi obtido considerando a média aritmética entre o coeficiente de transmissão sem o dispositivo de oclusão ativo, situação que ocorrerá durante o dia, e o coeficiente de transmissão com o dispositivo de oclusão ativo, situação que ocorrerá durante a noite.

$$U_{wdn} = \frac{(U_w + U_{wn})}{2} = 1,23 \text{ [W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})] \quad (3.11)$$

$$U_{wdn} = 1,23 \text{ [W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})] \leq U_{\text{máx}} = 4,00 \text{ [W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})] \rightarrow \text{Verifica!}$$

Em relação ao comportamento térmico dos envidraçados na estação de arrefecimento, os requisitos procuram limitar o seu fator solar. O fator solar dos vãos envidraçados horizontais e verticais da envolvente externa do edifício, devem respeitar os valores indicados e definidos no quadro III da Portaria 297/2019, de 9 de setembro e publicados na figura 3.11.

QUADRO III

Valores máximos admissíveis de  $g_{Tmax}$

		V1 <sup>(3)</sup>									
$A_{env}/A_{pav}$ <sup>(1)</sup>		<5 %			≥5 % — <15 %			≥15 % — <25 %			≥25 %
Inérc/Orient <sup>(2)</sup>		E-S-O	N	E-S	O	N	E-S	O	N	E-S	O
Fraca		0,40	0,40	0,20	0,20	0,40	0,15	0,15	0,40	0,10	0,10
Média		0,40	0,40	0,40	0,20	0,40	0,40	0,20	0,40	0,40	0,20
Forte		0,60	0,60	0,40	0,40	0,60	0,40	0,40	0,60	0,40	0,40
		V2 <sup>(3)</sup>									
$A_{env}/A_{pav}$		<5 %			≥5 % — <15 %			≥15 % — <25 %			≥25 %
Inérc/Orient		E-S-O	N	E-S	O	N	E-S	O	N	E-S	O
Fraca		0,40	0,40	0,20	0,15	0,40	0,15	0,15	0,40	0,10	0,10
Média		0,40	0,40	0,40	0,15	0,40	0,30	0,15	0,40	0,40	0,15
Forte		0,60	0,60	0,40	0,35	0,60	0,40	0,35	0,60	0,40	0,30
		V3 <sup>(3)</sup>									
$A_{env}/A_{pav}$		<5 %			≥5 % — <15 %			≥15 % — <25 %			≥25 %
Inérc/Orient		E-S-O	N	E-S	O	N	E-S	O	N	E-S	O
Fraca		0,40	0,40	0,20	0,10	0,40	0,10	0,10	0,40	0,10	0,10
Média		0,40	0,40	0,35	0,15	0,40	0,25	0,15	0,40	0,40	0,15
Forte		0,60	0,60	0,35	0,30	0,60	0,35	0,30	0,60	0,40	0,25

<sup>(1)</sup> Percentagem de área de vãos envidraçados face à área de pavimento do compartimento associado.  
<sup>(2)</sup> Inércia térmica/Orientação solar.  
<sup>(3)</sup> Zonas climáticas de verão.

Figura 3.11 – Quadro de valores máximos admitidos para fator solar.

De acordo com a portaria 297/2019, segundo a razão entre a área do envidraçado e a área do compartimento, são tirados os respetivos fatores solares que multiplicados aos fatores de sombreamentos verticais e horizontais, verifica-se o fator solar máximo, uma vez que no edifício estudado, apenas existem elementos de sombreamento verticais.

Conforme se pode verificar no quadro anterior, os valores máximos admitidos para o cálculo do fator solar, encontra-se diretamente relacionados entre a orientação, área do envidraçado e área do pavimento do compartimento onde se encontra o referido vão envidraçado, assim:

$$Se A_{env} \leq 15\% * A_{pav} \rightarrow g_T * F_0 * F_f \leq g_{Tmax} \tag{3.12}$$

$$Se A_{env} > 15\% * A_{pav} \rightarrow g_T * F_0 * F_f \leq g_{Tmax} * \frac{0,15 A_{env}}{A_{pav}} \tag{3.13}$$

Onde,

$g_T$  – fator solar do vão envidraçado com todos os dispositivos de proteção ativadas;

$F_0$  – fator de sombreamento por elementos horizontais sobrejacentes ao vão;

$F_f$  – fator de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao vão;

$g_{Tmax}$  – fator solar máximo;

$A_{env}$  – soma das áreas dos envidraçados do compartimento, [m<sup>2</sup>];

Apav – área de pavimento do compartimento servido pelos vãos, [m<sup>2</sup>].

Assim, vamos ter segundo as tabelas 12 e 13, do despacho 15793-K/2013:

- fator solar do vidro para incidência solar normal,  $g_{Lvi} = 0,61$ ;
- fator solar do vidro com proteção,  $g_{Tvc} = 0,35$ , este valor carece de correção, uma vez que não se trata de vidro corrente e da proteção se encontrar na parte interior, através desta equação:

$$g_{Tvc} = \frac{g_{Tvc} * g_{Lvi}}{0,75} \quad (3.14)$$

$$g_{Tvc} = \frac{0,35 * 0,61}{0,75} = 0,28$$

Na tabela 3.1, verifica-se a relação entre a área dos envidraçados e a área dos respetivos pavimentos:

Tabela 3.1 – Relação entre os envidraçados e área do compartimento da divisão

Envidraçado	Vão	Orientação	Aenv [m <sup>2</sup> ]	Apav [m <sup>2</sup> ]	Aenv/Apav [%]	Obs.
Escritório	ve002	W	1,02	6,00	17%	> 15%
Wc	ve007	S	0,48	5,58	8,6%	< 15%

Para os edifícios localizados na zona climática V2 e com inércia térmica fraca, o fator solar máximo é 0,10.

Ao analisar a planta deste edifício, verifica-se que apenas dois envidraçados apresentam sombreamento devido a elementos verticais, com orientação a poente.

A figura 3.12, representa-se os ângulos de obstrução verticais aplicados no caso em estudo:

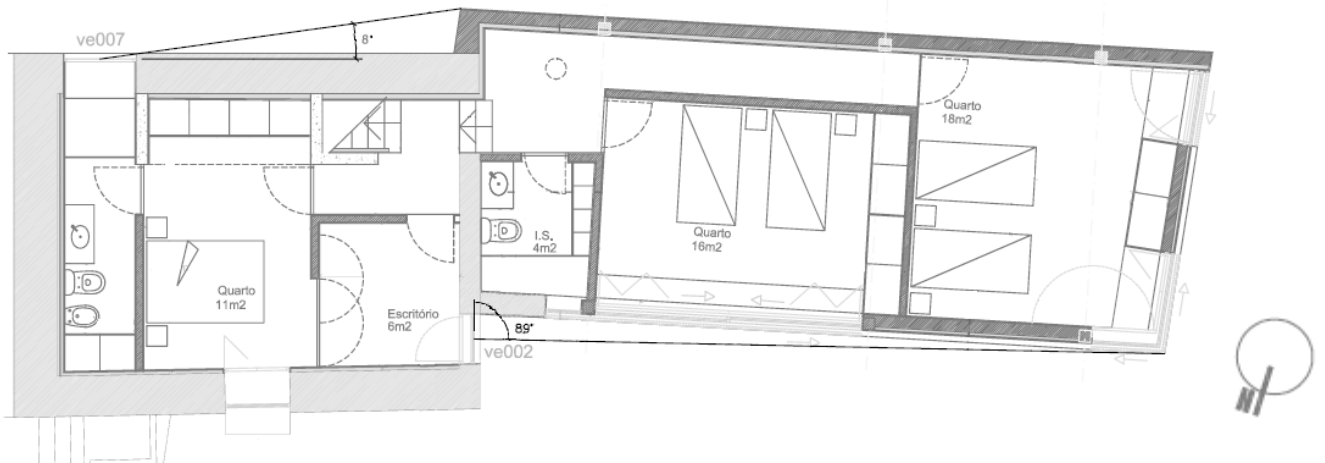


Figura 3.12 – Sombreamento por elementos verticais dos envidraçados ve002 e ve007

Tabela 3.2 – Sombreamentos verticais na estação de arrefecimento

Sombreamento devido a elementos verticais - $F_f$						$F_s$	$F_{sA UTILIZAR}$	
Envidraçado (Vão)	Orientação	Ângulos		Esquerda $F_{f1}$	Direita $F_{f2}$	$F_f = F_{f1} * F_{f2}$	$F_s = F_0 * F_f$	$F_s \leq 0,90$
		Esquerda a $\beta_1$	Direita a $\beta_2$					
Ve002	W	89°	-	0,88	-	0,88	0,88	0,88
Ve007	S	-	8°	-	0,91	0,91	0,91	0,90

Verificação de exigências regulamentares relativas ao fator solar:

- Vão envidraçado do escritório - ve002
  - Envidraçado orientado a poente com  $A_{env} > 15\% * A_{pav}$ ;
  - Com sombreamento vertical ( $\beta_1 = 89^\circ$  e  $F_f = 0,88$ );

$$A_{env} > 15\% * A_{pav} \longrightarrow g_T * F_0 * F_f \leq g_{Tmax} * \frac{0,15}{A_{env}/A_{pav}}$$

$$0,28 * 0,88 = 0,25 \leq 0,10 * \frac{0,15}{0,17} = 0,09 \longrightarrow \text{Não Verifica !}$$

- Vão envidraçado do Wc – ve007
  - Envidraçado orientado a poente com  $A_{env} \leq 15\% * A_{pav}$ ;
  - Com sombreamento vertical ( $\beta_2 = 8^\circ$  e  $F_r = 0,91$ );

$$A_{env} \leq 15\% * A_{pav} \longrightarrow g_r * F_o * F_f \leq g_{Tmax}$$

$$0,28 * 0,90 = 0,25 \leq 0,10 \longrightarrow \text{Não Verifica !}$$

Nestes vãos envidraçados, não verifica a exigência legislativa do fator solar, pois a comparar com o cálculo dos referidos, temos o valor correspondente ao  $g_{Tmax} = 0,10$ , devido à classificação de inércia fraca do edifício, no entanto optou-se por não alterar esta solução para permitir estudar o desempenho térmico e energético da habitação com as soluções que efetivamente serão implementadas.

### 3.4 PARÂMETROS TÉRMICOS

#### 3.4.1 Inércia térmica

Conforme mencionado no ponto 6 do despacho 15793-K/2013, para a obtenção da inércia térmica deverá determinar-se a massa superficial útil por metro quadrado da área de pavimento,  $I_t$ :

$$I_t = \frac{\sum M_{si} * S_i * r}{A_p} [kg/m^2] \quad (3.15)$$

onde:

$M_{si}$  – Massa superficial útil do elemento  $i$ , ( $kg/m^2$ );

$r_i$  – Fator de redução da massa superficial útil do elemento  $i$ ;

$S_i$  – Área da superfície interior do elemento  $i$ , ( $m^2$ );

$A_p$  – Área interior útil de pavimento, ( $m^2$ ).

No mesmo despacho, temos a indicação das classes de inércia térmica relativamente aos respetivos valores admitidos, na tabela seguinte:

Tabela 3.3 – Classes de inércia térmica,  $I_t$

Classe de inércia térmica	$I_t$ [kg/m <sup>2</sup> ]
Fraca	$I_t < 150$
Média	$150 \leq I_t \leq 400$
Forte	$I_t > 400$

A massa superficial útil de cada elemento da construção,  $M_{si}$ , em kg/m<sup>2</sup>, sendo função da sua constituição e da localização no edifício, nomeadamente com o posicionamento do isolamento térmico e das devidas características de soluções de revestimento superficial.

Na determinação da massa superficial útil, distinguem-se três tipos de elementos:

- **EL1 – Elementos da envolvente exterior, em contato com outra fração, com ENU, ou edifícios adjacentes;**
- **EL2 – Elementos em contato com o solo;**
- **EL3 – Elementos interiores da fração.**

Assim na determinação de  $M_{si}$ , teremos de ter em conta os seguintes aspetos definidos na legislação:

- **EL1 – Massa superficial útil**

Tabela 3.4 – Elementos EL1 –  $M_{si}$

Constituição do elemento construtivo		$M_{si}$ [kg/m <sup>2</sup> ]	Observações
Sem isolamento térmico	Sem caixa-de-ar	mt/2	$M_{si} \leq 150 \text{ kg/m}^2$
	Com caixa-de-ar	mpi	
Com isolamento térmico	–	mi	
	Com caixa-de-ar entre isolante e a face interior	mpi	

onde:

$m_t$  – massa total do elemento;

$m_{pi}$  – massa do elemento desde a caixa de ar até à face interior;

$m_i$  – massa do elemento desde o isolamento até à face interior.

- **EL2 – Massa superficial útil**

Tabela 3.5 – Elementos EL2 – Msi

Constituição do elemento construtivo	Msi [kg/m <sup>2</sup> ]	Observações
Sem isolamento térmico	150 kg/m <sup>2</sup>	Msi ≤ 150 kg/m <sup>2</sup>
Com isolamento térmico	$m_i$	

- **EL3 – Massa superficial útil**

Tabela 3.4 – Elementos EL3 – Msi

Constituição do elemento construtivo	Msi [kg/m <sup>2</sup> ]	Observações
Sem isolamento térmico	$M_t$	Msi ≤ 300 kg/m <sup>2</sup>
Com isolamento térmico	$\sum m_i^*$	

onde:

$m_i^*$  – em que, o valor do Msi é verificado e avaliado por cada elemento de cada lado do isolante térmico, assim sendo, a massa do elemento,  $m_i$ , é desde o isolante até à face em análise, o respetivo valor de  $m_i$  de cada elemento ≤ 150 kg/m<sup>2</sup>.

A figura 3.13, demonstra tais elementos:



Figura 3.13 – Elementos de determinação da massa superficial

No cálculo da inércia térmica, o fator de redução de massa superficial,  $r$ , vai depender da resistência térmica do revestimento superficial interior, incluindo a resistência térmica de uma possível caixa-de-ar colocada. Os valores a considerar para este fator são apresentados nas duas próximas tabelas.

Tabela 3.6 – Elementos EL1 e EL2 – Fator de redução de massa superficial

<b>Elementos EL1 e EL2</b>	
Resistência térmica do revestimento superficial interior, incluindo resistência térmica de possível caixa-de-ar $R$ [m <sup>2</sup> .°C/W]	Fator de redução $r$
$> 0,30$	0
$0,14 \leq R \leq 0,30$	0,50
$< 0,14$	1

Tabela 3.7 – Elementos EL3 – Fator de redução de massa superficial

<b>Elementos EL3</b>	
Resistência térmica do revestimento superficial interior, incluindo resistência térmica de possível caixa-de-ar $R$ [m <sup>2</sup> .°C/W]	Fator de redução $r$
$R > 0,30$ em ambas faces	0
$R > 0,30$ numa face e $0,14 \leq R \leq 0,30$ , na outra face	0,25
$R > 0,30$ , numa das faces e $R < 0,14$ na outra face, ou $0,14 \leq R \leq 0,30$ , em ambas faces	0,50
$0,14 \leq R \leq 0,30$ numa das faces e $R > 0,14$ na outra face	0,75
$R > 0,14$ em ambas faces	1

Na eventualidade de um elemento EL3 ter isolamento térmico, nesse caso é necessário avaliar cada uma das faces como independentes e no final recorrer a esta equação:

$$M_{si} = M_{si1} * r_1 + M_{si2} * r_2 \tag{3.16}$$

No edifício em estudo, realizamos todos os cálculos necessários para a quantificação da inércia térmica e estão apresentados na tabela 3.8:

Tabela 3.8 – Inércia térmica do edifício em estudo

Elemento da Construção	M <sub>si</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	r <sub>i</sub>	S <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )	M <sub>si</sub> x S <sub>i</sub> x r <sub>i</sub> (kg)
<b>. Elementos EL1</b>				
Paredes da envolvente (antiga)	0,00	0,00	160,15	0,00
Paredes da envolvente (nova)	150,00	1,00	30,88	4632,00
Pilares (nova)	150,00	1,00	0,60	90,00
Cobertura inclinada	0,00	0,00	221,95	0,00
<b>. Elementos EL2</b>				
Paredes enterradas	0,00	0,00	23,40	0,00
Pavimento térreos	0,00	0,00	136,50	0,00
<b>. Elementos EL3</b>				
Pavimento interiores	300,00	0,50	27,78	4167,00
Paredes interiores de pedra	300,00	1,00	18,27	5481,48
Paredes interiores de betão	300,00	1,00	3,87	1161,60
Paredes interiores de alvenaria	150,00	1,00	44,40	6660,00
<b>Total</b>				<b>22192,08</b>

$$\frac{\text{Total}}{\text{Área útil de pavimento, } A_p} = \frac{22192,08}{154,64}$$

$$= \text{Massa superficial útil por m}^2 \text{ de } A_p, I_t = 143,50$$

$I_t < 150 \longrightarrow$  **Inércia Térmica Fraca**

### 3.4.2 Pontes térmica lineares

No cálculo para a determinação do valor do coeficiente de transmissão térmica linear ( $\psi$ ), [W/(m.°C)] edifício em estudo, usou-se a tabela 7 do despacho 15793-K/2013.

Os valores dos coeficientes de transmissão térmica linear dependem do tipo de ligação a considerar e da posição do isolante térmico na parede exterior. Os valores associados às pontes térmicas lineares das paredes exteriores estão na seguinte tabela 3.9:

Tabela 3.9 – Pontes lineares térmicas

<b>Pontes térmicas lineares</b>	Comprimento	$\psi$	$\psi \cdot B$
<b>Ligações entre:</b>	B (m)	(W/m.°C)	(W/°C)
Fachada com os pavimentos térreos (Iso. Ext.)	26,96	0,70	18,87
Fachada com os pavimentos térreos (Iso. Int.)	40,59	0,80	32,47
Fachada com pavimentos intermédios	14,73	0,60	8,84
Fachada com cobertura inclinada (Iso. Ext.)	26,96	0,80	21,57
Fachada com cobertura inclinada (Iso. Int.)	49,63	1,00	49,63
Duas paredes verticais (Iso. Ext.)	11,04	0,40	4,42
Duas paredes verticais (Iso. Int.)	40,95	0,10	4,10
Fachada com caixilharia	110,18	0,25	27,55
	<b>321,04</b>	<b>TOTAL</b>	<b>167,44</b>

### 3.4.3 Ventilação

Conforme verificado, todos os compartimentos possuem vãos envidraçados, pelo que facilita bastante a renovação de massa de ar dentro do edifício em estudo, durante a estação de arrefecimento.

Neste edifício não foram contempladas grelhas de admissão de ar nos compartimento principais, quartos e sala, existindo apenas condutas de evacuação. As saídas de ar serão realizadas através de grelhas ligadas a condutas de evacuação situadas em cada uma das instalações sanitárias. A extração de fumos e gases da combustão do fogão e forno será feita pela grande saia de chaminé existente na cozinha, elemento muito característico das construções antigas.

Em suma, o edifício em estudo apresenta uma ventilação natural, com uma taxa de renovação de ar, Rph, de 0,39 h<sup>-1</sup>, esta taxa foi quantificada pela folha de cálculo desenvolvida pelo LNEC e será apresentada em anexo. Note-se que o valor obtido não cumpre os requisitos mínimos definidos na legislação, mas optou-se mais uma vez por quantificar o desempenho deste edifício com as soluções que serão na realidade implementadas.

## Capítulo 3

Os dados necessários para a utilização do software do LNEC foram:

- Localização do edifício na zona A e a rugosidade tipo II;
- Altitude do local – 260 m;
- Caixilharia tem classificação 3 de permeabilidade do ar;
- Altura do edifício – 7,20 m;
- Fachadas expostas ao vento – 3.

### 3.5 PERDAS PELA ENVOLVENTE

As perdas pela envolvente na estação de aquecimento, conforme a Despacho 15793-I/2013 e Portaria 349-B/2013, são calculadas com recurso às seguintes expressões numéricas:

$$Q_{tr,i} = H_{tr,i} * GD * 0,024 \quad [kWh] \quad (3.17)$$

$$H_{tr,i} = H_{ext} + H_{enu} + H_{adj} + H_{ecs} \quad (3.18)$$

Onde:

$$H_{ext} = 480,24 \text{ W/}^\circ\text{C};$$

$$H_{enu} = 0 \text{ W/}^\circ\text{C};$$

$$H_{ecs} = 109,21 \text{ W/}^\circ\text{C};$$

$$H_{adj} = 0 \text{ W/}^\circ\text{C};$$

$$GD = 1474 \text{ }^\circ\text{C.dia.}$$

Os cálculos intermédios, nomeadamente o  $H_{ext}$  e o  $H_{ecs}$  encontram-se em anexo em perdas pela envolvente.

$$Q_{tr,i} = (480,24+109,21)*1474*0,024 = 20852,3 \text{ kWh}$$

As perdas pela envolvente na estação de arrefecimento, conforme a Portaria 349-B/2013, são calculadas com recurso da seguintes expressões numéricas:

$$Q_{tr,v} = H_{tr,v} * (25 - \theta_{v,ext}) * 2,928 \text{ [kWh]} \quad (3.19)$$

$$H_{tr,v} = H_{ext} + H_{enu} + H_{ecs} \quad (3.20)$$

Sendo:

$$\theta_{v,ext} = 21,4^{\circ}\text{C};$$

$$H_{ext} = 480,24 \text{ W/}^{\circ}\text{C};$$

$$H_{enu} = 0 \text{ W/}^{\circ}\text{C};$$

$$H_{ecs} = 109,21 \text{ W/}^{\circ}\text{C};$$

$$Q_{tr,v} = (480,24+109,21)*(25-21,6)*2,928 = 5868,10 \text{ kWh}$$

### 3.6 PERDAS PELA VENTILAÇÃO

As perdas pela ventilação, conforme o Despacho 15793-K/2013, são calculadas com recurso às seguintes formulas:

- Na estação de aquecimento:

$$Q_{ve,i} = H_{ve,i} * GD * 0,024 \text{ [kWh]} \quad (3.21)$$

$$H_{ve,i} = 0,34 * R_{ph,i} * A_p * P_d \quad (3.22)$$

$$H_{ve,i} = 0,34 * 0,39 * 154,60 * 3,14 = 64,36 \text{ W/}^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{ve,i} = 64,36 * 1474 * 0,024 = 2276,80 \text{ kWh}$$

- Na estação de arrefecimento:

$$Q_{ve,v} = H_{ve,v} * (25 - \theta_{v,ext}) * 2,928 \text{ [kWh]} \quad (3.23)$$

$$H_{ve,v} = 0,34 * R_{ph,v} * A_p * P_d \quad (3.24)$$

$$H_{ve,v} = 0,34 * 0,6 * 154,60 * 3,14 = 99,03 \text{ W/}^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{ve,v} = 99,03 * (25-21,6) * 2,928 = 985,86 \text{ kWh}$$

## Capítulo 3

Sendo:

Rph - Taxa nominal de renovação de ar – 0,39 h<sup>-1</sup> e 0,60 h<sup>-1</sup> (LNEC)

Ap – Área do pavimento – 154,60 m<sup>2</sup>;

Pd – Pé direito – 3,14 m;

### 3.7 GANHOS SOLARES

#### 3.7.1 Estação de aquecimento

Conforme o despacho 15793-I/2013, recorreremos à seguinte expressão numérica para o cálculo dos ganhos solares no inverno:

$$Q_{gsol,i} = G_{sul} * M * \sum_j [X_j * \sum F_{s,i} * A_{s,i}] \quad [kWh] \quad (3.25)$$

Em que:

Q<sub>gsol,i</sub> – Ganhos solares brutos através dos vãos envidraçados na estação de aquecimento, [kWh];

X<sub>j</sub> – Fator de orientação para as diferentes exposições de acordo com a tabela 1 do presente despacho – Norte – 0,27, Sul – 1,00, Poente – 0,56;

F<sub>s,i</sub> – Fator de obstrução do vão envidraçado com orientação i, na estação de aquecimento, representa a redução na radiação solar que incide no vão envidraçado, devido ao sombreamento permanente causado por obstáculos;

F<sub>h</sub> – Fator de sombreamento horizonte, representa a redução na radiação solar que incide no vão envidraçado devido ao sombreamento de obstruções longínquas exteriores ao edifício ou de edifícios vizinhos, neste caso foi considerado um ângulo de horizonte de 20° e o F<sub>h</sub> de 0,76 (W), 0,81 (S) e 1,00 (N), por se tratar de um edifício isolado e fora de zona urbana;

A<sub>s,i</sub> – Área efetiva coletora de radiação solar do vão envidraçado com orientação i, [m<sup>2</sup>];

A<sub>w</sub> – área total do vão envidraçado, incluindo o vidro e a caixilharia [m<sup>2</sup>];

F<sub>g</sub> – Fração do vão envidraçado, obtida conforme tabela 20 do despacho 15793-K/2013 – F<sub>g</sub> = 0,70;

F<sub>w,i</sub> – Fator de seletividade angular na estação de aquecimento – F<sub>w,i</sub> = 0,90 ;

g<sub>i</sub> – Fator solar de inverno – g<sub>i</sub> = 0,35;

Assim obtiveram-se os seguintes valores para ganhos solares na estação de aquecimento:

Ganhos Solares:

Orientação	Designação do vão envidraçado	Tipo (S-simples ou D-duplo)	Área A (m²)	Factor de orientação X (-)	Factor de Obstrução Fs (-) Fh.Fo.Ff	Fracção Envidraçada Fg (-)	Factor de Sel. Angular Fw (-)	Área Efectiva Ae (m²)
N	ve001	D	2,12	0,27	1,00	0,70	0,90	0,13
W	ve002	D	1,02	0,56	0,76	0,70	0,90	0,10
N	ve003	D	0,66	0,27	1,00	0,70	0,90	0,04
N	ve004	D	5,02	0,27	1,00	0,70	0,90	0,30
N	ve005	D	1,28	0,27	1,00	0,70	0,90	0,08
W	ve005	D	1,77	0,56	0,76	0,70	0,90	0,17
W	ve006	D	1,41	0,56	0,76	0,70	0,90	0,13
S	ve007	D	0,48	0,27	0,81	0,70	0,90	0,02
N	ve102	D	2,64	0,27	1,00	0,70	0,90	0,16
N	ve103	D	1,28	0,27	1,00	0,70	0,90	0,08
N	ve104	D	8,00	0,27	1,00	0,70	0,90	0,48
N	ve105	D	2,12	0,27	1,00	0,70	0,90	0,13
N	ve106	D	1,19	0,27	1,00	0,70	0,90	0,07
N	ve107	D	2,00	0,27	1,00	0,70	0,90	0,12
W	ve107	D	6,00	0,56	0,76	0,70	0,90	0,56
S	ve108	D	0,80	1,00	0,81	0,70	0,90	0,14
S	ve109	D	0,11	1,00	0,81	0,70	0,90	0,02
S	ve110	D	0,66	1,00	0,81	0,70	0,90	0,12
S	ve111	D	0,42	1,00	0,81	0,70	0,90	0,07
S	ve112	D	0,42	1,00	0,81	0,70	0,90	0,07
S	ve113	D	1,63	1,00	0,81	0,70	0,90	0,29
W	ve114	D	1,28	0,56	0,76	0,70	0,90	0,12

42,29

Área efectiva total equivalente na orientação Sul (m²)

3,38

x

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

na zona

12

135

x

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

6,7

=

Gsol -Ganhos Solares Brutos (kWh/ano)

3057,90

Figura 3.14 – Ganhos úteis na estação de aquecimento (inverno)

### 3.7.2 Estação de arrefecimento

Conforme o despacho 15793-I/2013 e 15793-F/2013, verifica-se os resultados dos ganhos solares resultantes da radiação solar incidente na envolvente opaca e envidraçada, recorreremos à seguinte expressão de cálculo:

$$Q_{gsol,v} = \sum_j [I_{solj} * \sum F_{s,v} * A_{s,v}] \quad [kWh] \quad (3.26)$$

### Capítulo 3

Sendo:

$Q_{sol,v}$  – Ganhos solares brutos através dos vãos envidraçados na estação de arrefecimento, [kWh];

$I_{sol}$  – Energia solar incidente numa superfície durante a estação de arrefecimento, [kWh/m<sup>2</sup>];

$F_{s,v}$  – Fator de obstrução, apenas se verifica em dois envidraçados (0,88 e 0,91);

$A_{s,v}$  – Área efetiva coletora de radiação solar da superfície, para os envidraçados esta área é contabilizada por  $A_{s,v} = A_w * F_g * g_v$  (m<sup>2</sup>) e para os elementos da envolvente opaca exterior é contabilizada por

$A_{s,v} = \alpha * U * A_{op} * R_{se}$  (m<sup>2</sup>);

$F_{m,v}$  – Fração de tempo em que os dispositivos de proteção móvel se encontram totalmente ativados;

$F_{w,v}$  – Fator de correção de seletividade angular dos envidraçados, na estação de arrefecimento;

$\alpha$  – Coeficiente de transmissão térmica do elemento da envolvente opaca, [W/m<sup>2</sup>];

$A_{op}$  – Área do elemento da envolvente opaca exterior, [m<sup>2</sup>];

$R_{se}$  – Resistência térmica superficial exterior igual a 0,04, [W/(m<sup>2</sup>.°C)].

As quantificações dos ganhos solares são obtidas de diferentes maneiras entre a envolvente opaca e os envidraçados, apesar da envolvente opaca ser muito maior em termos de panos de parede em comparação dos envidraçados, a transmissão dos ganhos fazem-se por transmissão do calor através dos materiais constituintes na secção transversal da mesma. Nos envidraçados, a transmissão dos ganhos solares, é feita de maneira muito mais direta, apesar da sua área ser mais pequena, pois a luz atravessa a secção transversal dos mesmos, permitindo aquecer os espaços interiores de forma muito mais rápido.

Assim obteve-se os seguintes valores para ganhos solares na estação de arrefecimento:

Ganhos Solares pela Envolvente Opaca exterior POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL (inclui paredes e cobertura)										
Designação	Parede - N	Parede - N	Pilares - N	Parede - W	Parede - W	Parede - S	Parede - S	Pilares - S	Parede - E	Cobertura
Orientação	N	N	N	W	W	S	S	S	E	H
Área, A (m <sup>2</sup> )	40,01	35,77	0,30	20,07	19,41	57,35	11,46	0,30	6,96	221,95
U (W/m <sup>2</sup> C)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Coeficiente de absorção, $\alpha$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
factor F - fachadas ou cob. Vent.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ir (kWh/m <sup>2</sup> )	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rse(m <sup>2</sup> .°C/W)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Factor de sombreamento - opcional	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
G. Sol. Envolvente Opaca Ex.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
	157,73	41,55	0,35	176,22	50,22	436,80	25,73	0,67	61,08	975,69
										950,35

Figura 3.15 – Ganhos solares pela envolvente opaca exterior

**Ganhos Solares pelos Envidraçados Exteriores**

POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL

Designação do envidraçado	Janelas a Norte	Janelas a Sul	Janelas a Poente	
Tipo de Vidro (D-duplo S-simples)	D	D	D	
Orientação	N	S	W	
Área, A (m <sup>2</sup> )	26,30	4,51	11,48	
Fracção envidraçada, Fg	0,70	0,70	0,70	
Fator de seletividade angular Fw,v	0,80	0,75	0,85	
Fracção de tempo proteções móveis ativas Fm,v	0,00	0,60	0,70	
FS global prot. Móveis e permanentes gt	0,07	0,07	0,07	
FS global prot. permanentes gtp	0,35	0,35	0,35	
Fator Solar de verão gv	0,28	0,15	0,14	
Área Efetiva As,v	5,15	0,46	1,11	
	x	x	x	
Factor de obstrução, Fs	0,90	0,81	0,76	
	x	x	x	
Int. de rad. solar na estação de arrefec.(kWh/m <sup>2</sup> )	220	490	490	
	=	=	=	
Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores	1020,62	184,32	413,69	<b>1618,63</b> (kWh)

Figura 3.16 – Ganhos solares pelos envidraçados

Os ganhos internos deverão ser contabilizados para as duas estações, considerando os ganhos internos médios por m<sup>2</sup>, a duração de cada uma das estações e a área útil de pavimento:

- Na estação de aquecimento:

$$Q_{int,i} = q_{int} * 0,72 * M * A_p \quad [kWh/ano] \quad (3.27)$$

$$4 * 6,7 * 154,60 * 0,72 = 2983,16 \text{ kWh/ano}$$

- Na estação de arrefecimento:

$$Q_{int,v} = q_{int} * A_p * 2,928 \quad [kWh/ano] \quad (3.28)$$

$$4 * 154,60 * 2,980 = 1842,83 \text{ kWh/ano}$$

### 3.8 EQUIPAMENTOS

#### 3.8.1 Equipamentos de climatização

No edifício em estudo, foi previsto o mesmo equipamento de ar condicionado, tanto para a estação de aquecimento como a estação de arrefecimento. Conforme portaria 349-B/2013 e despacho 15793-D/2013, utiliza-se os seguintes valores facultados pelo fabricante para a determinação da energia primária:

- Estação de aquecimento – Ar condicionado –  $\eta = 4,00$  e  $F_{pu} = 2,50$  [ $kWh_{ep}/kWh$ ] (Eletricidade)
- Estação de arrefecimento – Ar condicionado –  $\eta = 3,77$  e  $F_{pu} = 2,50$  [ $kWh_{ep}/kWh$ ] (Eletricidade)

O equipamento previsto para instalação, é um sistema de ar condicionado da Daikin, modelo FNQ-25A + RXS-25L3, com o rendimento acima referido, classe A - tanto para a estação de aquecimento com arrefecimento, obedecendo aos requisitos mínimos. Os valores utilizados foram obtidos no respetivo catálogo apresentado no anexo IV.

#### 3.8.2 Equipamentos de AQS

No edifício em estudo, a energia necessária para a água quente sanitária é calculada através da seguinte expressão:

$$Q_a = \frac{M_{AQS} * 4187 * \Delta T * n_d}{3600000} \quad [kWh/ano] \quad (3.29)$$

onde:

$\eta = 0,91$  e  $F_{pu} = 2,50$ ;

$Q_a$  – Energia útil para preparação de AQS, durante um ano [ $kWh/ano$ ];

$M_{AQS}$  – Consumo médio diário de referência [l];

$\Delta T$  – Aumento da temperatura necessário à preparação da AQS [ $^{\circ}C$ ], ( $\Delta T = 35^{\circ}C$ );

$N_d$  – Número anual de dias de consumo de AQS, ( $n_d = 365$  dias).

$n$  – Número convencional de ocupantes do edifício  $\longrightarrow n = n+1$

$feh$  – Fator de eficiência hídrica aplicável a chuveiros com certificação e rotulagem de eficiência hídrica da responsabilidade de uma entidade independente reconhecida ( $feh = 1,00$ ):

- Chuveiros com rotulo A ou superior → feh = 0,90:
- Restantes casos → feh = 1,00.

$N^{\circ}$  ocup. convencionais x Consumo médio diário x acréscimo de temperatura x número de dias / 3 600 000 = nec. energia [kWh/ano] (3.30)

$$5 * 40 * 35 * 365 / 3600000 = 4457,41 \text{ kWh/ano}$$

Está prevista a instalação de um termoacumulador “ Vulcano NaturaAqua ES GC 300”.

### 3.8.3 Energia renovável

Neste edifício está previsto a instalação de um painel coletor solar térmico plano Baxi sol 259 de 2,50 m<sup>2</sup> de área de exposição solar, com uma produção de 2123,20 W da Eren obtido através do software SCE.ER e a listagem encontra-se no anexo IV, lembramos que este valor encontra-se muito próximo do valor definido pela legislação ( $\geq 50\%$  de necessidades energéticas) que para o caso é de 2228 W. Assim este sistema coletor solar, vai auxiliar o sistema de aquecimento de AQS convencional e passará a minimizar o consumo de energia não renovável do equipamento de aquecimento de água sanitária.

## 3.9 NECESSIDADES DE ENERGIA – VERIFICAÇÃO REGULAR

O edifício em estudo vai ter necessidades energéticas que deverão ser comparados com os valores obtidos para o edifício de referência. Todos os cálculos de necessidades energéticas para aquecimento, arrefecimento e energia primária serão apresentados nos anexos.

Tabela 3.10 – Resumo das necessidades energéticas

$N_{ic}$ [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	$N_i$ [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	$N_{ic} / N_i$	$N_{vc}$ [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	$N_v$ [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	$N_{vc} / N_v$	$N_{TC}$ [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	$N_T$ [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	$N_{TC} / N_T$
112,87	90,89	1,24	6,35	11,28	0,56	116,65	155,49	0,75

### Capítulo 3

A presente reabilitação é considerada como uma grande reabilitação de um edifício anterior a 1960, pois é uma construção original e é dos finais do século XIX. Na legislação em vigor, as razões entre valores de calculo e os valores máximos devem estar compreendidas nos valores constantes na tabela 2.2 - Capítulo 2 (página 17).

Uma vez que o edifício em estudo é muito anterior a 1960, pelo que não se aplica qualquer limite aos dois primeiros rácios. O rácio  $N_{TC} / N_T$  é de 0,75, pelo que é bastante inferior ao máximo regulamentar de 1,50, o que segundo o despacho 15793-J/2013 é indicador que o edifício apresenta a classe B.

## CAPÍTULO 4

### **ESTUDO DE CASO – ANÁLISE DO DESEMPENHO TÉRMICO DE UM EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO REABILITADO DE ACORDO COM O DL 101-D/2020**

Neste capítulo, uma vez que o edifício em estudo já foi totalmente descrito no capítulo anterior, vamos focar nas exigências alteradas com a entrada em vigor da nova legislação a 1 de julho do corrente ano.

Na tentativa de a intervenção tentar respeitar o mais possível as características deste edifício de carácter rural, mantiveram-se as fachadas inteiramente em alvenaria de pedra granito e a cobertura de ripado em madeira e telha rústica. Uma vez que não está previsto qualquer tipo de aumento para piso superior e a supressão de muitas paredes interiores, as fundações do corpo principal serão utilizadas e apenas se realizarão novas fundações no corpo onde será necessário a execução de paredes exteriores e pilares em betão armado.

#### **4.1 DADOS CLIMÁTICOS**

Neste subcapítulo, uma vez que não houve alteração da Lei para o zonamento climático, vamos trabalhar com os dados aferidos no capítulo anterior.

#### **4.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DA ENVOLVENTE**

Na nova legislação, o parâmetro de redução de perdas passa a designar-se por  $b_{ztu}$ , mas a metodologia de cálculo utilizada anteriormente para a determinação do coeficiente  $b_{tr}$ , mantém-se inalterada. Na nova legislação também passam a estar definidas as cores que devem ser utilizadas na marcação das envolventes. Note-se que permanecem todas iguais com exceção da envolvente em contacto com o solo que passa a ter esta definição, deixará de estar incluída na envolvente sem requisitos e deverá ser marcada com a cor ciano (0,255,255).

Uma vez que no edifício em causa não existem espaços não úteis, apenas teremos envolvente exterior e envolvente em contato com o solo, pelo que apenas a cor desta última envolvente será alterada.

## Capítulo 4

O presente edifício é constituído por uma única fração para habitação, para se avaliar o respetivo comportamento térmico do edifício temos que analisar o edifício como um todo.

Analisando os espaços interiores previstos no projeto de arquitetura deste edifício e de acordo com o despacho n.º 6476-H/2021, a envolvente poderá ser:



Figura 4.1 - Marcação da Envolvente do edifício (Piso 0, Piso 1 e corte)

### 4.3 SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS – VERIFICAÇÃO REGULAMENTAR

As soluções construtivas a implementar deverão obedecer aos requisitos definidos na legislação em vigor à data do processo de licenciamento na respetiva Câmara Municipal.

Estas verificações devem ser aplicadas aos elementos da envolvente e à taxa de renovação de ar. Neste subcapítulo serão apresentadas as verificações relativas aos elementos construtivos da envolvente.

#### 4.3.1 Envolvente opaca

Os valores máximos recomendados e de referência para os coeficientes de transmissão térmica superficial,  $U$ , dos elementos da envolvente e que se encontram definidos na Tabela 1 da Portaria n.º 138-I/2021, de 1 de julho. Note-se que esta Portaria referencia todos os edifícios, inclusive os edifícios de habitação novos ou sujeitos a grande intervenção (reabilitação).

Os edifícios localizados na zona climática I2, têm soluções construtivas adotadas para os elementos da envolvente opaca em zona corrente não podem superar aos valores apresentados na seguinte figura 4.2, Tabela 1:

**Tabela 1 — Coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos dos elementos da envolvente opaca dos edifícios de habitação — Portugal Continental,  $U_{m\acute{a}x}$  [ $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ]**

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

Figura 4.2 – Quadro de  $U_{m\acute{a}x}$  para elementos da envolvente opaca (Portaria 138-I/2021, 1 de julho)

Comparativamente com a legislação anterior, houve um considerável incremento da exigência com o intuito melhorar substancialmente os elementos da envolvente de forma a no período de utilização, sobretudo na estação de aquecimento, a habitação seja capaz de reduzir as perdas e conservar o máximo de energia possível para potencializar e maximizar o conforto humano.

Seguidamente a figura 4.3, compara os fatores  $U_{m\acute{a}x}$  de elementos verticais e horizontais diretamente, a Lei antiga com a nova:

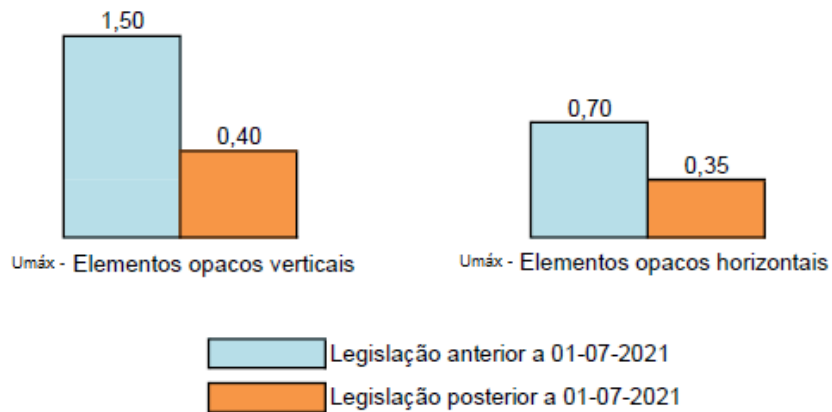


Figura 4.3 – Gráficos comparativos de  $U_{m\acute{a}x}$  em elementos delimitação exterior

Assim, o estudo do comportamento térmico do edifício, considerando os seguintes coeficientes de transmissão térmica superficial para os elementos da envolvente exterior:

– **Parede exterior do piso 1**

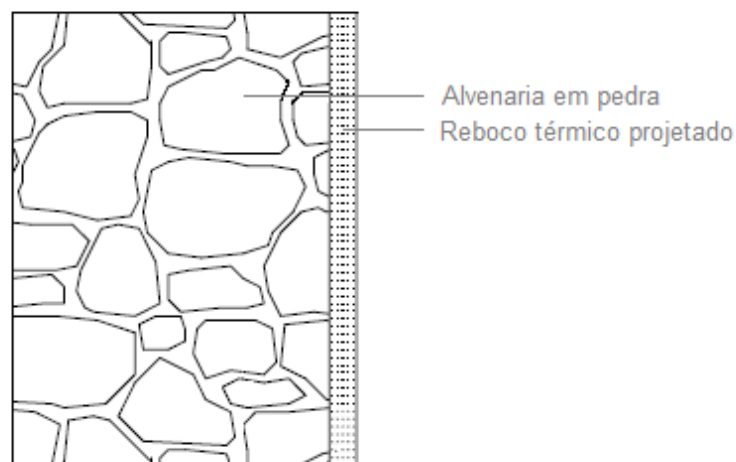


Figura 4.4 – Esquema de parede exterior em pedra

**U<sub>pext</sub>:**

Consultando as tabelas da Portaria 138-I/2021 e o ITE50:

$$U_{pext} = 1,12 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{°C)]} \leq U_{m\acute{a}x} = 0,40 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{°C)]} \rightarrow \text{N\~{o} Verifica!}$$

Uma vez que a solução não verifica, propomos uma alteração na tentativa de uniformizar todo o aspeto exterior da habitação com a colocação de um sistema ETICS com 10 cm na parte exterior das referidas paredes em pedra:

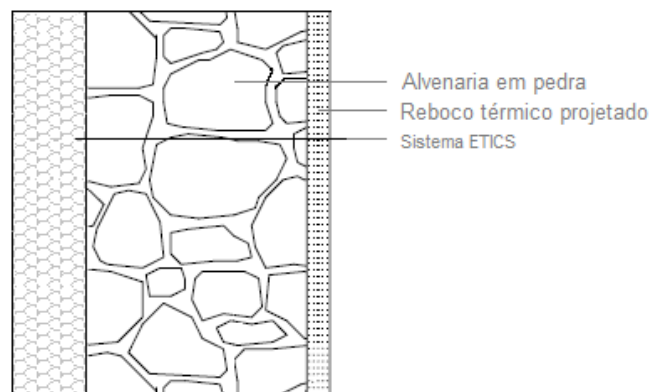


Figura 4.5 – Proposta de alteração da parede exterior

$$R_t = 0,04 + \frac{0,1}{0,036} + \frac{0,35}{2,80} + \frac{0,03}{0,05} + 0,13 = 3,67 \text{ [(m}^2 \cdot \text{°C)/W]}$$

$$U_{pext} = \frac{1}{3,67} = 0,27 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{°C)]} \leq U_{m\acute{a}x} = 0,40 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{°C)]} \rightarrow \text{Verifica !}$$

– **Parede exterior do piso o (betão armado)**

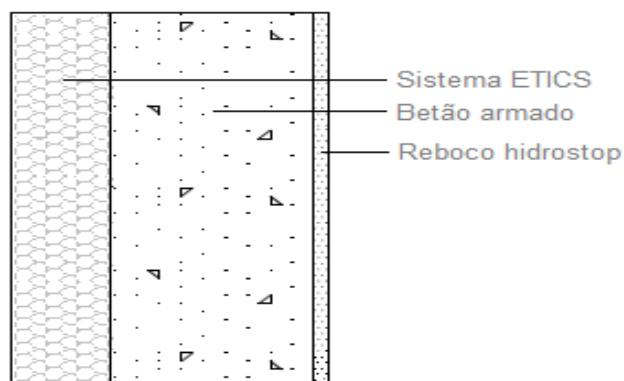


Figura 4.6 – Esquema de parede em betão armado

**Upext:**

A solução construtiva prevista inicialmente cumpre a nova legislação.

$$Upext = \frac{1}{2,98} = 0,33 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{°C)]} \leq Umáx = 0,40 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{°C)]} \rightarrow \text{Verifica!}$$

– **Parede exterior do piso o (bloco térmico)**

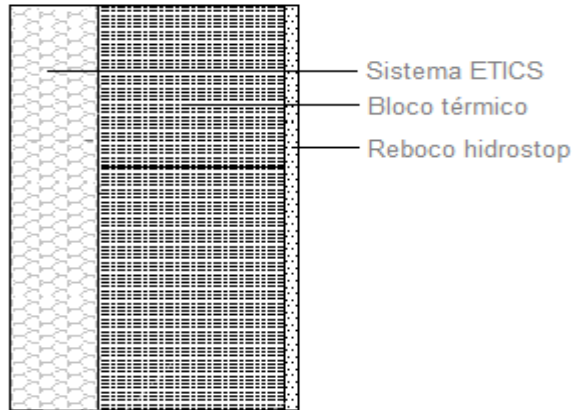


Figura 4.7 – Esquema de parede em bloco térmico

**Upext:**

A solução construtiva prevista inicialmente cumpre a nova legislação.

$$Upext = \frac{1}{3,88} = 0,26 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{°C)]} \leq Umáx = 0,40 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{°C)]} \rightarrow \text{Verifica!}$$

– **Cobertura inclinada**

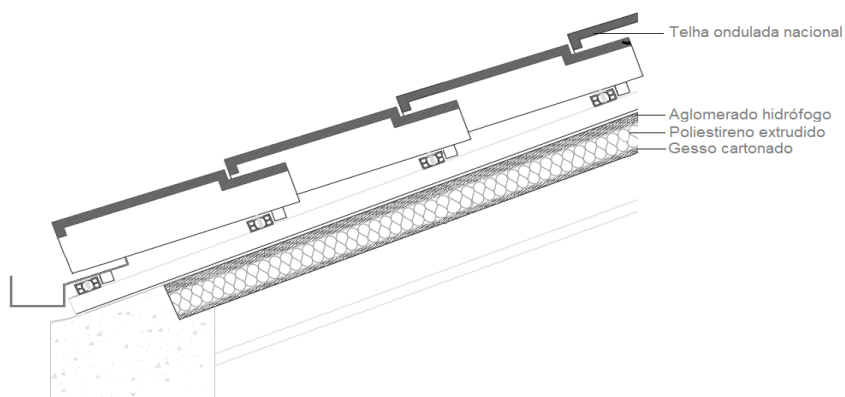


Figura 4.8 – Esquema da cobertura

**U<sub>cext</sub>:**

A solução construtiva prevista inicialmente cumpre a nova legislação.

$$U_{cext} = \frac{1}{3,10} = 0,32 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{°C)]} \leq U_{m\acute{a}x} = 0,35 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{°C)]} \rightarrow \text{Verifica!}$$

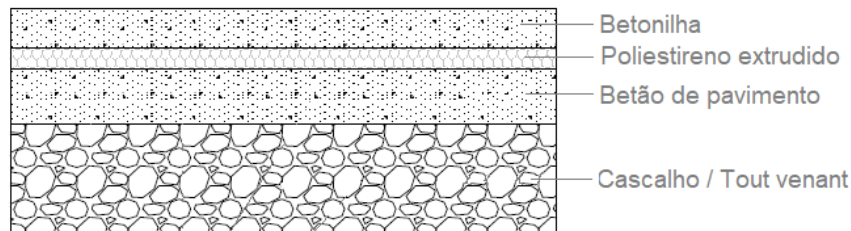
– **Pavimento térreo**

Figura 4.9 – Esquema de pavimento

Conforme o ponto 7.2 do despacho 6476-H/2021, o valor do coeficiente de transmissão térmica de pavimentos em contato com o solo  $U_{bf}$  (W/m<sup>2</sup>.°C), é calculado da mesma forma que anterior a 01-07-2021, pelo que os respetivos valores mantêm-se inalterados.

$$U_{bf} = 0,38 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{°C)]}$$

No pavimento térreo não existem requisitos mínimos a cumprir.

#### 4.3.2 Envidraçados

Os envidraçados continuam a dever verificar dois tipos de requisitos mínimos. O relativo ao seu coeficiente de transmissão térmica superficial,  $U_{wdn}$ , e outro relativo ao seu fator solar. A primeira verificação procura evitar elevadas perdas de energia pelos envidraçados, na estação de aquecimento, e segunda verificação pretende diminuir o sobreaquecimento devido aos ganhos solares pelos envidraçados, na estação de arrefecimento.

Os elementos da envolvente envidraçada deverão apresentar um coeficiente de transmissão térmica não superior aos valores indicados na tabela 6 da Portaria n.º 138-I/2021, conforme figura 3.11:

**Tabela 6 — Coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos dos elementos da envolvente envidraçada,  $U_{w,máx}$  [ $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ]**

	Zona Climática		
	I1	I2	I3
Portugal Continental:			
Edifícios de habitação .....	2,80	2,40	2,20
Edifícios de comércio e serviços .....	3,30	3,30	3,30
Região Autónoma da Madeira:			
Edifícios de habitação .....	2,80	2,40	2,20
Edifícios de comércio e serviços .....	3,30	3,30	3,30
Região Autónoma dos Açores:			
Edifícios de habitação .....	2,90	2,60	2,40
Edifícios de comércio e serviços .....	3,30	3,30	3,30

Figura 4.10 - Quadro de  $U_{w,máx}$  para elementos da envolvente envidraçada (Portaria 138-I/2021, 1 de julho)

Seguidamente a figura 4.11, compara os fatores  $U_{máx}$  de elementos da envolvente envidraçada diretamente, a Lei antiga com a nova, apenas para a zona climática I2:

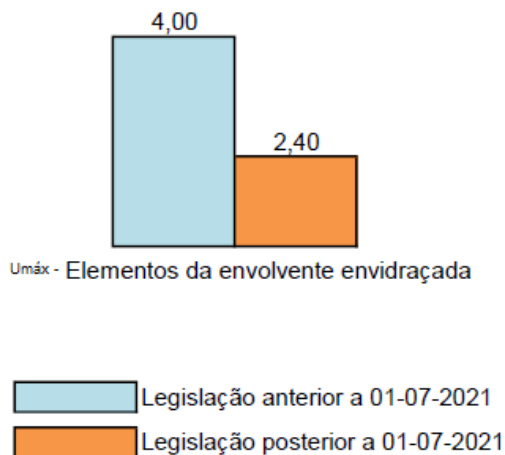


Figura 4.11 – Gráfico comparativo do  $U_{máx}$  dos elementos da envolvente envidraçada

Para a quantificação do coeficiente de transmissão de todos os envidraçados sem dispositivo de oclusão noturna ativo,  $U_{wd}$ , foi considerada a média de todos os valores que foram calculados individualmente, e já apresentado no capítulo anterior.

$$U_{wdn} = 1,23 [W/(m^2 \cdot ^\circ C)] \leq U_{máx} = 2,40 [W/(m^2 \cdot ^\circ C)] \rightarrow \text{Verifica!}$$

Em relação ao comportamento térmico dos envidraçados na estação de arrefecimento, os requisitos procuram limitar o seu fator solar. O fator solar dos vãos envidraçados horizontais e verticais da envolvente externa do edifício, devem respeitar os valores indicados e definidos na tabela 8 da Portaria 138-I/2021, de 1 de julho, figura 4.12:

**Tabela 8 — Fatores solares máximos admissíveis de vãos envidraçados com condição fronteira exterior ou interior com ganhos solares,  $g_{tot,max}$**

Tipo de edifício	Inércia do espaço	Zona Climática		
		V1	V2	V3
Edifícios de habitação	Fraca	0,15	0,10	0,10
	Média ou forte	0,56	0,56	0,50
Edifícios de comércio e serviços	Fraca, média ou forte	0,56	0,56	0,50

Figura 4.12 – Quadro de valores máximos admitidos para fator solar.

De acordo com a portaria 138-I/2021, segundo a razão entre a área do envidraçado e a área do compartimento, são tirados os respetivos fatores solares que multiplicados aos fatores de sombreamentos verticais e horizontais, verifica-se o fator solar máximo, no caso do edifício em estudo, apenas existem elementos de sombreamento verticais.

Conforme se pode verificar na tabela anterior, os valores máximos admitidos para o fator solar, encontram-se diretamente relacionados com a inércia e com a zona climática de verão onde se encontra o edifício.

$$g_{tot} * F_0 * F_f \leq g_{tot,max} \quad (4.12)$$

Onde:

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

$F_0$  – fator de sombreamento por elementos horizontais sobrejacentes ao envidraçado;

$F_f$  – fator de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao envidraçado;

$g_{Tmax}$  – fator solar máximo admissível dos vãos envidraçados com condições fronteira exterior ou interior com ganhos solares;

$$g_{tot} * F_0 * F_f \leq g_{tot,max} * \frac{0,15}{\frac{A_{env,espaço}}{A_{pav}}} \quad \text{sendo } A_{env,espaço} > 15\% * A_{pav} \quad (4.13)$$

## Capítulo 4

Onde:

$A_{env,espaço}$  – Soma das áreas dos vãos envidraçados com condições fronteiras exterior ou interior com ganhos solares que servem o espaço, com exceção dos vãos orientados no quadrante norte, inclusive [m<sup>2</sup>];

$A_{pav}$  – Área útil de pavimento do espaço servido pelos vãos envidraçados [m<sup>2</sup>];

$$g_{tot} * F_0 * F_f \leq g_{tot,max} * \frac{0,30}{\frac{A_{env,fac}}{A_{fac}}} \quad \text{sendo } A_{env,fac} > 30\% * A_{fac} \quad (4.14)$$

Onde,

$A_{env,fac}$  – Soma das áreas dos vãos envidraçados com condições fronteira exterior ou interior com ganhos solares dos espaços interiores úteis por orientação, incluindo a horizontal [m<sup>2</sup>];

$A_{fac}$  – Soma das áreas da envolvente, vertical ou horizontal, com condições fronteira exterior ou interior com ganhos solares dos espaços interiores úteis por orientação [m<sup>2</sup>];

Correção do fator do  $g_{tot}$  para os envidraçados em estudo:

- fator solar do vidro para incidência normal sem proteção,  $g_{tot,vc,i} = 0,61$ ;
- fator solar do vidro com proteção,  $g_{tot,vc,op} = 0,35$ ;

$$g_{tot} = g_{tot,vc,op} * \frac{g_{tot,vc,i}}{0,75} \quad (4.15)$$

$$g_{tot} = 0,35 * \frac{0,61}{0,75} = 0,28$$

Como se poderá constar no ponto seguinte, com a alteração proposta para a solução construtiva da parede exterior, a inércia térmica deste edifício deixará de ser fraca e passará a ser média. Assim, respetivamente o valor do fator  $g_{tot,max}$  deixa de ser 0,10, passando a 0,56.

Tal como referido no ponto 3.3.2, os únicos envidraçados que necessitam de validar os seus requisitos na estação de arrefecimento, são o do escritório (ve002) e o do WC (ve007).

Verificação de exigências regulamentares relativas ao fator solar:

- Vão envidraçado do escritório - ve002
  - Envidraçado orientado a poente, com sombreamento vertical ( $\beta_1 = 89^\circ$  e  $F_f = 0,78$ );

$$A_{env,espaço} > 15\% \qquad A_{pav} g_{tot} * F_0 * F_f \leq g_{tot,max} * \frac{0,15}{A_{pav}}$$

- $0,28 * 0,88 = 0,25 \leq 0,56 * \frac{0,15}{0,17} = 0,49 \quad \longrightarrow \text{Verifica !}$

- Vão envidraçado do Wc – ve007
  - Envidraçado ve007, orientado a sul, com sombreamento vertical ( $\beta_2 = 8^\circ$  e  $F_f = 0,98$ );

$$g_{tot} * F_0 * F_f \leq g_{Tmáx}$$

- $0,28 * 1 * 0,98 = 0,27 \leq 0,56 \quad \longrightarrow \text{Verifica !}$

Neste caso, não é necessário fazer nenhuma alteração nos envidraçados para conseguir cumprir as exigências regulamentares.

## 4.4 PARÂMETROS TÉRMICOS

### 4.4.1 Inércia térmica

A metodologia para quantificação da inércia térmica é exatamente a mesma. Neste caso, com a alteração da solução construtiva da parede exterior, a inércia passa de fraca a média como se pode constatar na seguinte tabela 4.1:

Tabela 4.1 – Tabela de calculo de nova inércia

Elemento da Construção	Msi (kg/m <sup>2</sup> )	ri	Si (m <sup>2</sup> )	Msi x Si x ri (kg)
<b>. Elementos EI1</b>				
Paredes da envolvente (antiga)	150,00	1,00	160,15	24022,50
Paredes da envolvente (nova)	150,00	1,00	30,88	4632,00
Pilares (nova)	150,00	1,00	0,60	90,00
Cobertura inclinada	0,00	0,00	221,95	0,00
<b>. Elementos EI2</b>				
Paredes enterradas	0,00	0,00	23,40	0,00
Pavimento térreos	0,00	0,00	136,50	0,00
<b>. Elementos EI3</b>				
Pavimento interiores	300,00	0,50	27,78	4167,00
Paredes interiores de pedra	300,00	1,00	18,27	5481,48
Paredes interiores de betão	300,00	1,00	3,87	1161,60
Paredes interiores de alvenaria	150,00	1,00	44,40	6660,00
<b>Total</b>				<b>46214,58</b>

$$\frac{46214,58}{154,64} = 298,84$$

Área útil de pavimento, Ap

=

Massa superficial útil por m<sup>2</sup> de Ap, It

**Inércia Térmica Média**

Assim com a alteração da Inércia térmica, o  $g_{Tmáx} = 0,56$  (tabela 2.2 - Capítulo 2).

#### 4.4.2 Pontes térmica lineares

No cálculo para a determinação do valor do coeficiente de transmissão térmica linear ( $\psi$ ), [W/(m.°C)] edifício em estudo, usou-se a tabela 33 do despacho 6476-H/2012, que apresenta os mesmos valores dos utilizados no anterior despacho.

É de salientar que apenas a parede exterior que teve necessidade de ser alterada, passando o isolamento para o exterior, apresentará assim diferentes valores do seu coeficiente de transmissão linear.

Os valores dos coeficientes de transmissão térmica linear dependem do tipo de ligação a considerar e da posição do isolante térmico na parede exterior, agora com esta nova situação. Os novos valores associados às pontes térmicas lineares das paredes exteriores estão na seguinte tabela 4.2:

Tabela 4.2 – Pontes lineares térmicas

<b>Pontes térmicas lineares</b>	<b>Comp.</b>	<b><math>\psi</math></b>	<b><math>\psi \cdot B</math></b>
<b>Ligações entre:</b>	<b>B (m)</b>	<b>(W/m.°C)</b>	<b>(W/°C)</b>
Fachada com os pavimentos térreos (Iso. Ext.)	71,95	0,70	50,37
Fachada com os pavimentos térreos (Iso. Int.)	40,59	0,80	32,47
Fachada com pavimentos intermédios	14,73	0,60	8,84
Fachada com cobertura inclinada (Iso. Ext.)	71,95	0,80	57,56
Fachada com cobertura inclinada (Iso. Int.)	49,63	1,00	49,63
Duas paredes verticais (Iso. Ext.)	29,90	0,40	11,96
Duas paredes verticais (Iso. Int.)	40,95	0,10	4,10
Fachada com caixilharia	110,18	0,25	27,55
	<b>429,88</b>	<b>TOTAL</b>	<b>242,47</b>

#### 4.4.3 Ventilação

Como já referido a solução inicial para este edifício contempla vãos envidraçados em todos os compartimentos, mas não existiam grelhas de admissão de ar nos compartimento principais, existindo apenas condutas de evacuação em cada uma das instalações sanitárias.

A extração de fumos e gases da combustão do fogão e forno será feita pela grande saia de chaminé existente na cozinha, elemento muito característico das construções antigas.

Assim, o edifício em estudo apresentava uma ventilação natural, com uma taxa de renovação de ar,  $R_{ph}$ , de  $0,39 \text{ h}^{-1}$  e note-se que o valor obtido não cumpre os requisitos mínimos definidos na nova legislação  $R_{ph} = 0,50 \text{ h}^{-1}$ .

A proposta para passar a cumprir este novo valor da taxa de renovação de ar foi a necessidade de colocar grelhas de ventilação natural nos quartos e na sala.

Este cálculo pode ser verificado no anexo III, na folha de calculo desenvolvida pelo LNEC, em que o novo valor obtido reflete a utilização de grelhas de ventilação natural.

#### 4.5 PERDAS PELA ENVOLVENTE

As perdas de calor pela envolvente passarão a apresentar os seguintes valores:

## Capítulo 4

- Estação de aquecimento

$$Q_{tr,i} = 0,024 * GD * H_{tr,i} \quad [\text{kWh/ano}] \quad (4.19)$$

$$H_{tr,i} = H_{ext} + H_{enu} + H_{adj} + H_{ecs} \quad [\text{W/}^\circ\text{C}] \quad (4.20)$$

$$H_{tr,i} = 480,24 + 0 + 0 + 109,21 = 589,45 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$Q_{tr,i} = 0,024 * 1474 * 589,45 = 20852,40 \text{ kWh/ano}$$

- Estação de arrefecimento

$$Q_{tr,v} = H_{tr,v} * (\Theta_{ref,v} - \Theta_{ext,v}) * \frac{L_v}{1000} \quad [\text{kWh/ano}] \quad (4.21)$$

$$H_{tr,v} = H_{ext} + H_{enu} + H_{ecs} \quad [\text{W/}^\circ\text{C}] \quad (4.22)$$

$$H_{tr,v} = 480,24 + 0 + 109,21 = 589,45 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$Q_{tr,v} = 589,45 * (25-21,4) * 2928/1000 = 6213,27 \text{ kWh/ano}$$

Onde:

$Q_{tr}$  – Transferência de calor por transmissão através da envolvente do edifício na respetiva estação [kWh/ano];

$H_{tr}$  – Coeficiente global de transferência de calor por Transmissão na respetiva estação [W/°C];

$\Theta_{ref}$  – Temperatura interior de referência na respetiva estação [°C];

$\Theta_{ext}$  – Temperatura exterior média na respetiva estação [°C];

L - Duração da respetiva estação [h].

### 4.6 PERDAS PELA VENTILAÇÃO

As perdas de calor pela ventilação passarão a apresentar os seguintes valores:

- Estação de aquecimento

$$Q_{ve,i} = 0,024 * GD * H_{ve,i} \quad [\text{kWh/ano}] \quad (4.23)$$

$$H_{ve,i} = 0,34 * R_{ph,i} * A_p * P_d \quad [\text{W/}^\circ\text{C}] \quad (4.24)$$

$$H_{ve,i} = 0,34 * 0,39 * 154,60 * 3,14 = 64,37 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$Q_{ve,i} = 0,024 * 1474 * 64,37 = 2277 \text{ kWh/ano}$$

- Estação de arrefecimento

$$Q_{ve,v} = H_{ve,v} * (\Theta_{ref,v} - \Theta_{ext,v}) * \frac{L_v}{1000} \quad [kWh/ano] \quad (4.25)$$

$$H_{ve,v} = 0,34 * R_{ph,v} * A_p * P_d \quad [W/°C] \quad (4.26)$$

$$H_{ve,v} = 0,34 * 0,39 * 154,60 * 3,14 = 64,37 \text{ W/°C}$$

$$Q_{ve,v} = 64,37 * (25 - 21,4) * 2928/1000 = 678,51 \text{ kWh/ano}$$

Onde:

$Q_{ve}$  – Transferência de calor por ventilação na respetiva estação [kWh/ano];

$H_{ve}$  – Coeficiente global de transferência de calor por ventilação na respetiva estação [W/°C];

$\Theta_{ref}$  – Temperatura interior de referência na respetiva estação [°C];

$\Theta_{ext}$  – Temperatura exterior média na respetiva estação [°C];

L - Duração da respetiva estação [h].

## 4.7 GANHOS DE ENERGIA

### 4.7.1 Estação de aquecimento

Conforme o despacho 6476-H/2021, recorreremos à seguinte expressão numérica para o cálculo dos ganhos de energia e ganhos internos na estação de aquecimento:

$$Q_{sol,i} = G_{sul} * \sum_j [X_j * \sum_n F_{s,inj} * A_{s,inj}] * M \quad [kWh/ano] \quad (4.26)$$

$$Q_{sol,i} = 135 * 3,44 * 6,7 = 3114,51 \text{ kWh/ano}$$

$$Q_{int,i} = 0,72 * q_{int} * M * A_p \quad [kWh/ano] \quad (4.27)$$

$$Q_{int,i} = 0,72 * 4 * 6,7 * 154,60 = 2983,16 \text{ kWh/ano}$$

$$Q_{g,i} = Q_{int,i} + Q_{sol,i} \quad [kWh/ano] \quad (4.28)$$

$$Q_{g,i} = 2983,16 + 3114,51 = 6097,67 \text{ kWh/ano}$$

Condição para verificar o  $\eta_i$  :

$$\text{Se } \gamma_i \neq 1 \text{ e } \gamma_i > 0 \quad \eta_i = \frac{1 - \gamma_i^{\alpha_{it}}}{1 - \gamma_i^{\alpha_{it} + 1}} \quad (4.29)$$

$$\text{Se } \gamma_i = 1 \quad \eta_i = \frac{\alpha_{it}}{\alpha_{it} + 1} \quad (4.30)$$

$$\text{Se } \gamma_i < 0 \quad \eta_i = \frac{1}{\gamma_i} \quad (4.31)$$

O parâmetro  $\alpha_{it}$ , na estação de aquecimento, verifica-se por comparação direta recorrendo à seguinte tabela:

Tabela 4.3 – Tabela de referência do  $\alpha_{it}$

Inércia Térmica	$\alpha_{it}$ [W/°C]
Fraca	1,8
Média	2,6
Forte	4,2

$$\gamma_i = \frac{Q_{g,i}}{(Q_{tr,i} + Q_{ve,i})} \quad (4.32)$$

$$\gamma_i = 6097,67 / (20852,4 + 2277) = 0,26$$

Assim recorrendo à fórmula 4.30:

$$\eta_i = \frac{1 - 0,26^{1,8}}{1 - 0,26^{1,8+1}} = 0,9329$$

$$Q_{gu,i} = \eta_i * Q_{g,i} \quad [kWh/ano] \quad (4.33)$$

$$Q_{gu,i} = 0,9329 * 6097,67 = 5688,52 \text{ kWh/ano}$$

#### 4.7.2 Estação de arrefecimento

Conforme o despacho 6476-H/2021, verifica-se os ganhos solares resultantes da radiação solar incidente na envolvente opaca e envidraçada, na estação de arrefecimento, com recurso à seguinte expressão de cálculo:

$$Q_{int,v} = q_{int} * A_p * \frac{L_v}{1000} \quad [kWh/ano] \quad (4.34)$$

$$Q_{int,v} = 4 * 154,6 * \frac{2928}{1000} = 1810,68 \quad kWh/ano$$

$$Q_{sol,v} = \sum_j [G_{solj} * \sum_n F_{s,vnj} * A_{s,vnj}] \quad [kWh/ano] \quad (4.35)$$

$$Q_{sol,v} = 0,4 * 12,39 * 191,63 + 0,70 * 54,67 * 42,29 = 2568,98 \quad kWh/ano$$

$$Q_{g,v} = Q_{int,v} + Q_{sol,v} \quad [kWh/ano] \quad (4.36)$$

$$Q_{g,v} = 1810,68 + 2568,98 = 4379,65 \quad kWh/ano$$

### 4.8 EQUIPAMENTOS

#### 4.8.1 Equipamentos de climatização

No edifício em estudo, foi previsto o mesmo equipamento de ar condicionado, tanto para a estação de aquecimento como a estação de arrefecimento. Conforme o despacho 6476-H/2021 e a norma EN 1485, utiliza-se os seguintes valores facultados pelo fabricante para a determinação da energia primária:

- Estação de aquecimento – Ar condicionado –  $\eta = 4,00$  e  $F_{pu} = 2,50$  [ $kWh_{ep}/kWh$ ] (Eletricidade)
- Estação de arrefecimento – Ar condicionado –  $\eta = 3,77$  e  $F_{pu} = 2,50$  [ $kWh_{ep}/kWh$ ] (Eletricidade)

Eficiências sazonais:

- SCOP - 4,24
- SEER - 5.63

Eficiências nominais:

- COP – 4,00
- EER – 3,77

## Capítulo 4

O equipamento previsto para instalação, é um sistema de ar condicionado da Daikin, modelo FNQ-25A + RXS-25L3, com o rendimento acima referido, classe A - tanto para a estação de aquecimento como para a estação de arrefecimento, a respetiva ficha técnica encontra-se em anexo VI.

É de salientar que atualmente deixaram de existir requisitos mínimos para as eficiências dos equipamentos de climatização.

### 4.8.2 Equipamentos de AQS

No edifício de habitação em estudo, o equipamento de AQS previsto é um termoacumulador “ Vulcano NaturaAqua ES GC 300”, que permite acupulação de um sistema de coletores solar, sendo caracterizado pelo seu desempenho e eficiência energética, com recurso à tabela 76 do Despacho 6476-H/2021 é calculada da seguinte forma:

$$E_{DEE} = E * F_{age} \quad (4.37)$$

$$E_{DEE} = 0,90 * 1 = 0,90$$

Onde:

$E_{DEE}$  – Eficiência do sistema produtor para determinação da energia final;

$E$  – Eficiência nominal do sistema produtor ou, no caso de sistema do tipo bomba de calor e quando disponível , eficiência sazonal ( $E = 0,90$ );

$F_{age}$  – Fator de depreciação devido à idade ( $F_{age} = 1$ ).

Relativamente à eficiência hídrica dos chuveiros:

$F_{eh}$  – Fator de eficiência hídrica aplicável a chuveiros com certificação e rotulagem de eficiência hídrica da responsabilidade de uma entidade independente reconhecida ( $feh = 1,00$ ):

- Chuveiros com rotulo A ou superior —————>  $feh = 0,90$ :
- Restantes casos —————>  $feh = 1,00$ .

### 4.8.3 Energia renovável

No edifício em estudo, encontra-se previsto a instalação de um painel coletor solar térmico plano Baxi sol 259 de 2,50 m<sup>2</sup> de área de exposição solar, com uma produção de 2123,20 W (Eren), para auxiliar no aquecimento de AQS e assim minimizar o consumo de energia gasto pelo equipamento de aquecimento de água.

O indicador de energia primária renovável é calculado com recurso à seguinte equação:

$$Ren_{Hab} = \frac{\sum_p \frac{E_{ren,p}}{A_p} * F_{pu,p}}{\sum_j \left( \sum_k \frac{f_{a,k} * Q_a / A_p}{\eta_k} \right) * F_{pu,j}} \quad (4.38)$$

$$Ren_{Hab} = \frac{\frac{2123,20}{154,60} * 2,5}{\frac{4457,41}{\frac{154,60}{0,91}} * 2,5} = 0,43$$

Importa salientar que este indicador dá-nos uma real quantificação da energia produzida pelo sistema implementado no edifício, neste caso, significa que a solução a implementar apenas vai produzir 43% de energia renovável para consumo habitacional, a nova legislação impõe pelo menos 50%, pelo que se optou pela colocação de um segundo painel.

$$Ren_{Hab} = \frac{\frac{4246,40}{154,60} * 2,5}{\frac{4457,41}{\frac{154,60}{0,91}} * 2,5} = 0,86$$

Verifica-se agora com dois painéis, a energia renovável produzida é agora de 86%, claramente superior a 50%.

Onde:

Fator de conversão de energia primária para emissões de CO<sub>2</sub> – 0,17 kg CO<sub>2</sub>/kWh<sub>EP</sub>;

Ren<sub>Hab</sub> – Indicador de energia primária renovável em edifícios de habitação;

E<sub>ren,p</sub> – Energia produzida a partir de fontes de energia renovável p destinada a autoconsumo nos usos regulares do edifício [kWh/ano];

A<sub>p</sub> – Área interior útil da pavimento [m<sup>2</sup>];

## Capítulo 4

$F_{a,k}$  – Parcela das necessidades de energia útil para preparação de AQS suprimidas pelo sistema k para a fonte de energia j ;

$Q_a$  – Necessidades nominais anuais de energia útil para preparação de AQS [kWh/ano];

$\eta_k$  – Eficiência do sistema k para a fonte de energia j, corresponde ao respetivo valor de  $E_{DEE}$ , assumindo o valor de 1, no caso dos sistemas de cogeração ou trigeração e de sistemas que recorram a fontes de energia renovável, com exceção de sistemas de queima de biomassa sólida. Na ausência do isolamento térmico na rede de distribuição de água quente para aquecimento ambiente ou para preparação de AQS que assegure uma resistência térmica de, pelo menos,  $0,25 \text{ (m}^2 \cdot \text{°C)/W}$ , a eficiência dos respetivos sistemas técnicos deve ser multiplicada por 0,9;

$F_{pu,j}$  - Fator de conversão de energia final para a energia primária para a fonte de energia j, incluindo renovável [kWh<sub>EP</sub>/kWh];

$F_{pu,p}$  - Fator de conversão de energia final para energia primária para a fonte de energia renovável p [kWh<sub>EP</sub>/kWh].

### 4.9 NECESSIDADES DE ENERGIA – VERIFICAÇÃO REGULAR

O edifício em estudo, com a aplicação da nova legislação, vai ter necessidades energéticas muito pouco diferentes da análise com a legislação anterior. Todos os cálculos de necessidades energéticas para aquecimento, arrefecimento e energia primária serão apresentados nos anexos.

Tabela 4.4 – Resumo das necessidades energéticas

$N_{ic}$ [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	$N_i$ [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	$N_{ic} / N_i$	$N_{vc}$ [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	$N_v$ [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	$N_{vc} / N_v$	$N_{TC}$ [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	$N_T$ [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	$R_{NT}$ ( $N_{TC} / N_T$ )
129,62	102,91	1,25	5,62	11,28	0,49	126,22	164,02	0,77

A presente reabilitação é considerada como uma grande reabilitação de um edifício anterior a 1960, pois é uma construção original e é dos finais do século XIX. Na legislação em vigor, as razões entre valores de calculo e os valores máximos devem estar compreendidas nos valores constantes na tabela 2.2 - Capítulo 2 (página 17) .

Uma vez que o edifício em estudo é muito anterior a 1960, pelo que não se aplica qualquer limite aos dois primeiros rácios. No caso do rácio  $R_{NT} = 0,77$  verificando-se a imposição legislativa de  $\leq 1,50$ , classificando assim o edifício em estudo de classe B.

#### **4.10 ANÁLISE COMPARATIVA DAS DUAS SOLUÇÕES ADOTADAS**

Na tentativa de melhoria na reabilitação da construção em estudo, verifica-se que na legislação anterior, todos os parâmetros verificavam excepto num dos envidraçados em que o fator solar era superior ao máximo regulamentar. Com a aplicação da nova legislação a 01-07-2021, alguns dos novos valores dos parâmetros regulamentares não eram verificados, pelo que houve a necessidade de propor algumas alterações.

Nesse sentido houve a necessidade de melhoria da parede exterior em pedra de granito que com a aplicação de uma sistema de ETICS, verificou-se uma melhoria substancial da inércia térmica da fração, passando de fraca para média, e assim passou a verificar os parâmetros de  $U_{m\acute{a}x}$  da paredes exterior e o fator solar de sombreamento nos envidraçados.

A ventilação do edifício, uma vez que não verificava na Legislação anterior, apenas as condutas de ar previstas nas casas de banho e cozinha, tivemos que introduzir umas grelhas de ventilação nas caixilharias dos envidraçados nos quartos e sala, para cumprir o valor da taxa de renovação de ar que passou a ser de  $0,50 \text{ h}^{-1}$ .

Na tentativa de otimização desta reabilitação, verifica-se que apenas se poderia mexer na espessura do isolante das paredes de pedra e bloco térmico, ambas soluções com 6 cm de EPS e que respetivamente teriam um  $U_{m\acute{a}x}$  de 0,39 e 0,35.

##### **4.10.1 Desempenho térmico**

No desempenho térmico do edifício, verifica-se que com a alteração da legislação, houve um ligeiro aumento no rácio  $N_{ic}/N_i$  passando de 1,24 para 1,25 para a estação de aquecimento, no entanto nota-se uma notável melhoria na estação de arrefecimento onde se verifica no rácio  $N_{vc}/N_v$  passando de 0,56 para 0,49, após as alterações propostas devidamente implementadas.

Tabela 4.5 – Quadro comparativo de necessidades nas estações de aquecimento e arrefecimento

Legislação	$N_{ic}$ [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	$N_i$ [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	$N_{ic} / N_i$	$N_{vc}$ [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	$N_v$ [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	$N_{vc} / N_v$
Anterior 01-07-2021	112,87	90,89	1,24	6,35	11,28	0,56
Posterior 01-07-2021	129,62	102,91	1,25	5,62	11,28	0,49

#### 4.10.2 Desempenho energético

No Desempenho energético do edifício, verifica-se que a energia produzida com base em fontes renováveis mantém-se com uma produção anual de 2123,20 W, no entanto nota-se um ligeiro aumento energético no rácio 0,75 para 0,77, após as alterações propostas devidamente implementadas.

Tabela 4.6 – Quadro comparativo de EREN, N<sub>TC</sub> e N<sub>T</sub>

Legislação	EREN [W/ano]	$N_{TC}$ [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	$N_T$ [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	$N_{TC} / N_T$
Anterior 01-07-2021	2123,20	116,65	155,49	0,75
Posterior 01-07-2021		126,22	164,02	0,77

#### 4.11 ANÁLISE ECONÓMICA

Para fazer face a estas novas alterações de exigências na nova legislação, teremos de contar com um sobrecusto face ao orçamento inicial.

Apresenta-se, portanto, um valor aproximado desse custo:

- Aplicação de sistema ETICS ( 10 cm) em parede exterior:

$$160 \text{ m}^2 * 29,95 \text{ €/m}^2 = 4.792,00 \text{ €}$$

- Aplicação de uma grelha de ventilação em cada vão de caixilharia:

$$20 \text{ un} * 26,50 \text{ €/un} = 530,00 \text{ €}$$

- Preço de 2.º painel coletor solar :

$$1 \text{ un} * 482,55 \text{ €/un} = 482,55 \text{ €}$$

Teremos um total:

$$4.792,00 \text{ €} + 530,00 \text{ €} + 482,55 \text{ €} = 5.804,55 \text{ €}$$

Apurado o sobrecusto para verificar o edifício segundo a nova legislação, vemo-nos na necessidade de comparação entre solução construída e solução proposta que podem ser verificadas na seguinte figura 4.13:

	ESTAÇÃO AQUECIMENTO		ESTAÇÃO ARREFECIMENTO		ESTAÇÃO ARREFECIMENTO			Total Energia	Custo Energia	Custo do Investimento
	Nic	Consumo (kWh/ano)	Nvc	Consumo (kWh/ano)	QA	Eren	Nec. Ener. AQS			
Solução Construída	112,87	17449,70	6,35	981,71	4457,40	2123,20	2334,20	20765,61	3 137,68 €	-
Solução Proposta	129,62	20039,25	5,62	868,85		4246,40	211,00	21119,10	3 191,10 €	5 804,55 €
Diferencial		2589,55		-112,86			-2123,20	353,49	53,41 €	

Figura 4.13 – Quadro comparativo da solução construída com a solução proposta

Segundo a presente análise, verifica-se que o edifício para cumprir a nova legislação, na estação de inverno, vai necessitar de mais 2589,55 kWh/ano para garantir uma temperatura interior de 18 °C, por outro lado na estação de arrefecimento, vamos ter um ganho energético de 112,86 kWh/ano.

Referentemente às necessidades energéticas AQS, teve-se que aplicar um segundo painel solar para aquecimento das águas quentes sanitárias (AQS), pois a nova legislação impõe que todas as novas e/ou reabilitações sejam munidas com pelo menos 50% de energia renovável, assim sendo, obtivemos um diferencial de 2123,20 kWh/ano, que teremos de recorrer ao termoacumulador para equilibrar essa energia.

Em termos energéticos, vamos ter um aumento de consumo de energia de 353,49 kWh/ano que convertido em face monetária será de 53,41 € de gasto a mais por ano.

A somar a tudo isto, temos o investimento das alterações da envolvente e painel coletor solar num total de 5.804,55€.

## CAPÍTULO 5

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

#### 5.1 CONCLUSÕES

Na presente dissertação, houve o cuidado de preservar o mais original possível do imóvel, devido a tratar-se de uma habitação centenária e de acordo com o proprietário. Neste contexto, estabeleceu-se algumas conclusões que serão tipificadas nos seguintes pontos:

- A nova legislação, define exigências mais restritivas na construção/reabilitação, de forma a salvaguardar a necessidade energia tanto na estação de aquecimento com de arrefecimento.
- Nas reabilitações, os edifícios anteriores a 1960 encontram-se isentos de verificar as necessidades energéticas tanto na estação de aquecimento, como na estação de arrefecimento.
- No caso em estudo, verificou-se a importância da otimização da espessura do material isolante, relativamente às exigências legislativas, de forma a verificar/viabilizar o projeto.
- A ventilação é fundamental para propiciar uma correta utilização do espaço com o devido conforto, equilibrar a devida taxa de renovação de ar em ambas estações e minimizar a ocorrência de condensações.
- É necessário consciencializar que na reabilitação todas as soluções têm que ser racionais e otimizadas pelo que um investimento inicial, reporta uma redução substancial nos gastos mensais energéticos.

A sustentabilidade na construção tem muita importância, pois acarreta responsabilidade que nos afeta a todos, reduzir a produção de RCD, desperdício de materiais, combustível e energia.

## 5.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Presentemente encontramos-nos na intensão de cumprir com as metas assumidas para 2050 e reduzir até 95% de emissão dos gases de efeito estufa.

Este desafio de grande ambição, leva a que a humanidade contrarie o que tem vindo a libertar até então, mas como é característico face às evidências, a Humanidade muda e vamos conseguir assegurar a sustentabilidade do nosso planeta.

Estimulante é desenvolver a nossa atividade, com todas as condicionantes e respeitando a respetiva legislação em vigor, verificar quais implicações face às definições dos materiais usados e soluções construtivas, equipamentos usados e o impacte que tudo isso acarreta.

Futuramente, seria proveitoso considerar e ponderar os seguintes tópicos:

- Estará a reabilitação a ser devidamente encarada como uma forma de melhoria de desempenho energético e consequentemente uma verdadeira diminuição dos consumos?
- Estará a ser devidamente aplicada a legislação às intervenções de reabilitação?
- Em todas as intervenções com o princípio de melhoria energética, será atingível o conceito de :
  - Custo – benefício?
  - Otimização de sistema construtivo isolante?
  - Otimização de sistema energético renovável?
  - Uso correto dos sistemas?

Certamente, estes conceitos serão devidamente elucidados de forma generalizada, na legislação.

Com uma correta definição, passamos todos a ter responsabilidade técnica, económica e de sustentabilidade na construção civil.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adene. [Online] <http://www.adene.pt/energia/>;
- Artebel. [Online] [https://www.artebel.pt/index.php/produtos/blocos\\_termicos/termicoproetics](https://www.artebel.pt/index.php/produtos/blocos_termicos/termicoproetics);
- Baxi. [Online] <https://www.baxi.pt/produtos/energia-solar/coletores/mediterraneo-slim> ;
- Daikin Airconditioning Portugal. [Online] [https://www.daikin.pt/pt\\_pt/products/fng-a.html](https://www.daikin.pt/pt_pt/products/fng-a.html) ;
- Decreto-Lei n.º 101-D/2020. Diário da República, 1.ª série – N.º 237 – 07 de dezembro de 2020. Pp 7-(21) a 7-(45);
- Decreto-Lei n.º 118/2013. Diário da República, 1.ª série – N.º 159 – 20 de agosto de 2013. Pp 4988 a 5005;
- Decreto-Lei n.º 64/2020. Diário da República, 1.ª série – N.º 177 – 10 de setembro de 2020. Pp 2 a 10;
- Decreto-Lei n.º 95/2019. Diário da República, 1.ª série – N.º 136 – 18 de julho de 2019. Pp 35 a 45;
- Despacho (extrato) n.º 15793-D/2013. Diário da República, 2.ª série – N.º 234 – 03 de dezembro de 2013. Pp35088-(13);
- Despacho (extrato) 15793-I/2013. Diário da República, 2.ª série – N.º 234 – 03 de dezembro de 2013. Pp 35088-(41) a 35088-(54);
- Despacho (extrato) 15793-J/2013. Diário da República, 2.ª série – N.º 234 – 03 de dezembro de 2013. Pp 35088-(55) a 35088-(57);
- Despacho (extrato) 15793-K/2013. Diário da República, 2.ª série – N.º 234 – 03 de dezembro de 2013. Pp. 35088 – (58) a 35088-(87);
- Despacho n.º 6476-E/2021. Diário da República, 2.ª série (PARTE C) – N.º 126 – 01 de julho de 2021. Pp 330-(30) a 330-(32);
- Despacho n.º 6476-H/2021. Diário de República, 2.ª série (PARTE C) – N.º 126 – 01 de julho de 2021. Pp 330-(66) a 330-(316);

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia. [Online] <http://dgeg.gov.pt/>;
- DGS. [Online] <http://dgs.pt/saude-a-a-z/ar-interior/qualidade-do-ar-interior.aspx>;
- Gomes, João Pedro Coelho. Dissertação mestrado: Análise das alterações ao DL 118/2013 ocorridas a 01/01/2016 – Benefício Energético, Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2016;
- LNEC, Carlos A. Pina dos Santos (Investigador principal, LNEC); Luís Matias (Assistente de investigação, LNEC). ITE 50 – Coeficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios, Lisboa: LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2006;
- Maia, Eliana Sofia da Costa. Dissertação mestrado: Análise do desempenho térmico de soluções construtivas na reabilitação de edifícios de habitação, Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2018;
- Manual técnico para a Avaliação do Desempenho Energético dos Edifícios (SCE) (ADENE) , Direção-Geral de Energia e Geologia. Pp 1 a 262;
- Observatório da Energia. [Online] <https://www.observatoriodaenergia.pt/pt/comunicar-energia/post/8254/consumo-de-energia-eletrica-abril-2020/>;
- Onduline. [Online] <https://pt.onduline.com/pt-pt/profissionais/produtos/painel-sandwich-ondutherm> ;
- Portaria n.º 138-I/2021. Diário da República, 1.ª série – N.º 126 – 01 de julho de 2021. Pp 128-(12) a 128-(53);
- Portaria n.º 208/2020. Diário da República, 1.ª série – N.º 170 – 01 de setembro de 2020. Pp 3 a 10;
- Portaria n.º 297/2019. Diário da República, 1.ª série – N.º 172 – 09 de setembro de 2019. Pp 198 a 202;
- Portaria n.º 303/2019. Diário da República, 1.ª série – N.º 175 – 12 de setembro de 2019. Pp 135 a 136;
- Portaria n.º 319/2016. Diário da República, 1.ª série – N.º 239 – 15 de dezembro de 2016. Pp 4723 a 4725;
- Portaria n.º 349-A/2013. Diário da República, 1.ª série – N.º 232 – 29 de novembro de 2013. Pp 6624-(13) a 6624-(17);
- Portaria n.º 98/2019. Diário da República, 1.ª série – N.º 65 – 02 de abril de 2019. Pp 1816 a 1818;
- Preceram. [Online] <https://preceram.pt/termico/>;

- Secil. [Online] <https://www.seciltek.com/produtos/isodur/> (Reabilita RJ 35, Hidrostop);
- Sosoares. [Online] <https://www.grupososoares.pt/pt/caixilharia/produto/sistema-os>.
- Tafibra. [Online] <https://www.tafibra.com>;
- Vulcano. [Online] <https://www.vulcano.pt/pt/pt/ocs/vulcano/termoacumuladores-eletricos-1098453-c/>;



## ANEXO I – ÁREAS E DIMENÇÕES

- Área útil de pavimento

Compartimento	Área (m <sup>2</sup> )
Cozinha	17,0
wc	2,3
Sala	58,0
wc	6,3
Quarto	11,0
Escritório	6,0
wc	4,0
Quarto	16,0
Quarto	18,0
Escadas	3,8
Corredores	12,3
<b>TOTAL</b>	<b>154,6</b>

Compartimentos	Área (m <sup>2</sup> )
Adega	72,0
Zona técnica	14,0

- Altura de pé direito

Pé direito = 3,14 m

- Envolvente interior

- Área por piso (m <sup>2</sup> )		Área (m <sup>2</sup> )
<b>Piso 0</b>	1,2*5,25+11+6+4+16+18+0,9+0,85*2,39+4+4,56*0,9	<b>72,34</b>
<b>Piso 1</b>	17+5,65+58	<b>80,65</b>

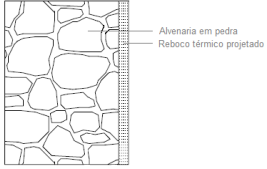
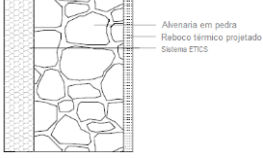
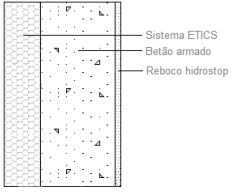
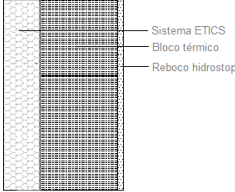
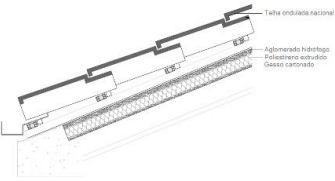
- Envolvente exterior



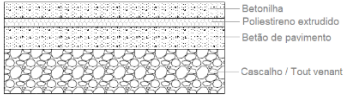
Elementos	orientação	Compartimento	Descrição	Área (m <sup>2</sup> )
envidraçados	N	Cozinha	2,00*1,32+1,60*0,80	3,92
	N	Sala	2,00*4,00+2,00*1,06+1,12*1,06+2,00*1,00	13,31
	N	Quartos	1,91*1,11+1,10*4,56+1,10*1,16	8,41
	N	wc	1,10*0,60	0,66
	S	Cozinha	1,15*1,42	1,63
	S	wc	0,80*0,52	0,42
	S	Sala	0,80*0,52+1,10*0,60+0,20*0,54+1,00*0,80	1,98
	S	wc	0,40*1,20	0,48
	W	Cozinha	1,60*0,80	1,28
	W	Sala	2,00*3,00	6,00
	W	Quartos	1,20*0,85+1,10*1,61+1,10*1,28	4,20
	<b>TOTAL</b>			
pilares L= 0,20 m	N	Quartos	3*0,20*0,20*2,50	0,30
	S	Quartos	3*0,20*0,20*2,50	0,30
	<b>TOTAL</b>			
parede exterior	N	Cozinha	5,85*1,66+3,39*2,28-(3,92)	13,52
	N	Sala	15,19*2,62-(13,31)	26,49

## ANEXO I

	N	Quarto	$5,22*2,96+11,25*2,58-(8,41)-0,30$	35,77
	W	Cozinha	$2,37*6,20-(1,28+6,20*1,50/2)$	8,76
	W	Sala	$6,20*3,20-(6,00+4,61*1,10/2)$	11,30
	W	Quartos	$1,61*2,35+5,47*3,00+5,47*1,25/2-(4,20)$	19,41
	S	Cozinha	$6,50*3,50-(1,63)$	21,12
	S	wc + Sala	$15,21*2,54-(0,42+1,98)$	36,23
	S	Quartos	$11,39*2,15/2-(0,48)-0,30$	11,46
	E	Cozinha	$6,82*1,02$	6,96
	<b>TOTAL</b>			<b>191,03</b>
<b>cobertura inclinada</b>	N	Cozinha	$5,85*3,41/2$	9,97
	N	wc + Sala	$13,89*3,36$	46,67
	W	Cozinha	$6,20*3,55/2$	11,01
	W	Sala	$6,20*3,94/2$	12,21
	S	Cozinha	$6,07*3,41/2$	10,35
	S	wc + Sala	$13,90*3,36$	46,70
	E	Cozinha	$7,06*3,55/2$	12,53
	N	Quartos	$12,50*2,90$	36,25
	S	Quartos	$12,50*2,90$	36,25
		<b>TOTAL</b>		


## **ANEXO II – CARATERIZAÇÃO DAS SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS**

Solução Construída	Antiga Legislação	Nova Legislação
<b>Parede Exterior - Alvenaria de Granito</b>		
 <p>Alvenaria em pedra Reboco térmico projetado</p> <p><math>U_{MÁX} \leq 1,12 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>U_{MÁX} \leq 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sem melhoria</p>	 <p>Alvenaria em pedra Reboco térmico projetado Sistema ETICS</p> <p><math>U_{MÁX} \leq 0,27 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>
<b>Parede Exterior – Betão Armado</b>		
 <p>Sistema ETICS Betão armado Reboco hidrestop</p> <p><math>U_{MÁX} \leq 0,33 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>U_{MÁX} \leq 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sem melhoria</p>	<p><math>U_{MÁX} \leq 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sem melhoria</p>
<b>Parede Exterior – Alvenaria de Bloco Térmico</b>		
 <p>Sistema ETICS Bloco térmico Reboco hidrestop</p> <p><math>U_{MÁX} \leq 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>U_{MÁX} \leq 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sem melhoria</p>	<p><math>U_{MÁX} \leq 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sem melhoria</p>
<b>Cobertura – Painel Onduline</b>		
 <p>Telha ondulada nacional Aglomerado hidrófobo Poliestireno extrudado Gesso camomado</p> <p><math>U_{MÁX} \leq 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>U_{MÁX} \leq 0,70 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sem melhoria</p>	<p><math>U_{MÁX} \leq 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sem melhoria</p>


Solução Construída	Antiga Legislação	Nova Legislação
<b>Caixilharia</b>		
 <p><math>U_{\text{wdn}} \leq 1,23 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>U_{\text{MÁX}} \leq 4,00 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sem melhoria</p>	 <p><math>U_{\text{MÁX}} \leq 2,40 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sem melhoria</p>
<b>Pavimento Térreo</b>		
 <p><math>U_{\text{bf}} \leq 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p>Sem requisito</p> <p>Sem melhoria</p>	<p>Sem requisito</p> <p>Sem melhoria</p>

## **ANEXO III – RENOVAÇÃO DE AR**

o Antiga Legislação (Anterior a 01-07-2021)

 <b>LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL</b>		<b>Aplicação LNEC</b> <b>Ventilação REH e RECS</b>			Aplicação desenvolvida por: Armando Pinto. apinto@lnec.pt  Ferramenta de cálculo citada no n.º3, do ponto 12.1, do despacho n.º 15793-K/2013.	
Pinto, A. - Aplicação LNEC para Ventilação no âmbito do REH e RECS. Lisboa, LNEC, 2014. v2.0a, 2014-02-12						
<b>1. Enquadramento do edifício</b>						
Tipo de edifício		Habitação_novo_ou_grande_reabilitação			Área útil (m2): 154,6	
Local (município)		CASTELO DE PAIVA			Pd (m): 3,14	
Região		A			N.º de pisos da fração: 2	
Rugosidade		II			Velocidade vento: Defeito REH	
Altitude do local (m)		260			Vento (u10REH: 3,6) (m/s)	
Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)		2 ou mais			Vol (m3): 485	
Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?		Sim			Texterior (°C): 8,1	
Altura do edifício (H <sub>edit</sub> ) em m		6			Zref (m): 320	
Altura da fração (H <sub>Fa</sub> ) em m		6			Aen/Au: 27%	
Altura do obstáculo situado em frente (H <sub>obs</sub> ) em m		5			Proteção do edifício: <b>Protegido</b>	
Distância ao obstáculo situado em frente (D <sub>obs</sub> ) em m		3			Zona da fachada: <b>Inferior</b>	
<b>2. Permeabilidade ao ar da envolvente</b>						
Foi medido valor n50		Não				
Para cada Vão (janela/porta) ou grupo de vãos:		Janelas				
Área dos vãos (m2)		42,29				
Classe de permeabilidade ao ar caix (janelas/portas)		3				
Permeabilidade ao ar das caixas de estore		Não tem				
<b>3. Aberturas de admissão de ar na envolvente</b>						
Tem aberturas de admissão de ar na envolvente		Sim				
Tipo de abertura		Fixa ou regulável manualmente	Auto-regulável a 2 Pa	Auto-regulável a 10 Pa	Auto-regulável a 20 Pa	
Área livre das aberturas fixas (cm2) / Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m3/h)		750	0	0	0	
<b>4. Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta</b>						
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		Média				
Altura da conduta (m)		3				
Cobertura		Inclinada (>30°)				
Número de condutas semelhantes		3				
<b>5. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado</b>						
Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)		Não				
Escoamento de ar						
Caudal nominal (m3/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 (%)						
<b>6. Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (&lt; 20 Pa)</b>						
Existem meios híbridos		Não				
Escoamento de ar						
Caudal nominal (m3/h)						
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento						
Pressão total (Pa)						
Rendimento total do ventilador(%)						
<b>7. Verão - Recuperador de calor</b>						
Existe by-pass ao recuperador de calor no verão						
<b>8. Resultados</b>						
<b>8.1 - Balanço de Energia - Edifício</b>						
R <sub>ph,i</sub> (h-1) - Aquecimento		0,40			ok	
R <sub>ph,v</sub> (h-1) - Arrefecimento		0,60				
W <sub>vm</sub> (kWh)		0,0				
<b>8.2 - Balanço de Energia - Edifício de Referência</b>						
R <sub>ph,i,REF</sub> (h-1)		0,40				
<b>8.3 - Caudal mínimo de ventilação</b>						
R <sub>ph</sub> estimada em condições nominais (h-1)		0,39				
Requisito mínimo de ventilação (h-1)		0,40				
Critério R <sub>ph</sub> mínimo		<b>Não regulamentar R<sub>ph</sub> min</b>				
Nota: No Cálculo de R <sub>ph</sub> min em edifícios novos e grandes reabilitações não é considerado o efeito de janelas sem classificação, da classe 1 e 2 e a existência de caixas de estore.						
					Técnico: _____	
					Data: 20/09/2021	

- Nova Legislação (Posterior a 01-07-2021 – com grelhas)

 <b>LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL</b>		<b>Aplicação LNEC Ventilação REH e RECS</b>			Aplicação desenvolvida por: Armando Pinto. apinto@lneec.pt  Ferramenta de cálculo citada no n.º3, do ponto 12.1, do despacho n.º 15793-K/2013.	
Pinto, A. - Aplicação LNEC para Ventilação no âmbito do REH e RECS: Lisboa, LNEC, 2014. v2.0a, 2014-02-12						
<b>1. Enquadramento do edifício</b>						
Tipo de edifício		Habitação_novo_ou_grande_reabilitação			Área útil (m2):	
Local (município)		CASTELO DE PAIVA			Pd (m):	
Região		A			N.º de pisos da fração	
Rugosidade		II			Velocidade vento	
Altitude do local (m)		260			Defeito REH	
Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)		2 ou mais			Vento (u10REH: 3,6) (m/s)	
Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?		Sim			Vol (m3):	
Altura do edifício (H <sub>edit</sub> ) em m		6			Texterior (°C)	
Altura da fração (H <sub>FA</sub> ) em m		6			Zref (m)	
Altura do obstáculo situado em frente (H <sub>obs</sub> ) em m		5			Aenv/Au:	
Distância ao obstáculo situado em frente (D <sub>obs</sub> ) em m		3			Proteção do edifício:	
					Zona da fachada:	
					Inferior	
<b>2. Permeabilidade ao ar da envolvente</b>						
Foi medido valor n50		Não				
Para cada Vão (janela/porta) ou grupo de vãos:		Janelas				
Área dos vãos (m2)		42,29				
Classe de permeabilidade ao ar caix (janelas/portas)		3				
Permeabilidade ao ar das caixas de estore		Não tem				
<b>3. Aberturas de admissão de ar na envolvente</b>						
Tem aberturas de admissão de ar na envolvente		Sim				
Tipo de abertura		Fixa ou regulável manualmente			Auto-regulável a 2 Pa	
Área livre das aberturas fixas (cm2) / Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m3/h)		0			485	
					0	
					0	
<b>4. Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta</b>						
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	
Escoamento de ar		Exaustão			Não	
Perda de carga		Média			Não	
Altura da conduta (m)		3			Não	
Cobertura		Inclinada (>30°)			Não	
Número de condutas semelhantes		3				
<b>5. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado</b>						
Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)		Não				
Escoamento de ar						
Caudal nominal (m3/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 (%)						
<b>6. Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (&lt; 20 Pa)</b>						
Existem meios híbridos		Não				
Escoamento de ar						
Caudal nominal (m3/h)						
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento						
Pressão total (Pa)						
Rendimento total do ventilador(%)						
<b>7. Verão - Recuperador de calor</b>						
Existe by-pass ao recuperador de calor no verão						
<b>8. Resultados</b>						
<b>8.1 - Balanço de Energia - Edifício</b>						
R <sub>ph,i</sub> (h-1) - Aquecimento		0,50			ok	
R <sub>ph,v</sub> (h-1) - Arrefecimento		0,60				
W <sub>vm</sub> (kWh)		0,0				
<b>8.2 - Balanço de Energia - Edifício de Referência</b>						
R <sub>ph,i REF</sub> (h-1)		0,50				
<b>8.3 - Caudal mínimo de ventilação</b>						
R <sub>ph</sub> estimada em condições nominais (h-1)		0,50				
Requisito mínimo de ventilação (h-1)		0,40				
Critério R <sub>ph</sub> mínimo		Satisfatório				
Nota: No Cálculo de R <sub>ph</sub> min em edifícios novos e grandes reabilitações não é considerado o efeito de janelas sem classificação, da classe 1 e 2 e a existência de caixas de estore.						
					Técnico: _____	
					Data: 20/09/2021	

## **ANEXO IV – FOLHAS DE CALCULO**

- Antiga Legislação (Anterior a 01-07-2021)

## DADOS CLIMÁTICOS

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

Gsol  kWh/m<sup>2</sup>/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

### Calculo dos envidraçados

Caso o PQ conheça os valores dos coeficientes de transmissão térmica do caixilho e do vidro, poderá determinar o valor do coeficiente de transmissão térmica da janela recorrendo ao método de cálculo preconizado na norma ISO 10077-1:

$$U_w = \frac{A_f U_f + A_g U_g + l_g \psi_g}{A_f + A_g} \left( \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right)$$

Onde:

$U_w$  – Coeficiente de transmissão térmica da janela, em  $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ;

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

$A_f$  – Área do caixilho, em  $m^2$ ;

### Envidraçado - $U_w$

Envidraçados	Área de caixilho ( $m^2$ )	Perímetro de caixilho (m)	U caixilharia [ $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ]	Área de vidro ( $m^2$ )	U vidro [ $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ]	L Perímetro (m)	$\psi$ [ $W/(m \cdot ^\circ C)$ ]	$U_w$ [ $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ]
ve001	2,12	6,04	1,20	1,55	1,10	5,23	0,11	1,31
ve002	1,02	4,10	1,20	0,63	1,10	3,24	0,11	1,38
ve003	0,66	3,40	1,20	0,36	1,10	2,61	0,11	1,45
ve004	5,02	11,32	1,20	3,89	1,10	12,23	0,11	1,31
ve005	3,05	7,74	1,20	2,38	1,10	8,75	0,11	1,33
ve006	1,41	4,76	1,20	0,98	1,10	3,97	0,11	1,34
ve007	0,48	3,20	1,20	0,13	1,10	1,65	0,11	1,48
ve102	2,64	6,64	1,20	2,07	1,10	5,94	0,11	1,29
ve103	1,28	4,80	1,20	2,00	1,10	4,00	0,11	1,27
ve104	8,00	12,00	1,20	6,94	1,10	14,90	0,11	1,26
ve105	2,12	6,12	1,20	2,12	1,10	6,12	0,11	1,31
ve106	1,19	4,36	1,20	0,79	1,10	3,56	0,11	1,36
ve107	8,00	12,00	1,20	6,80	1,10	24,12	0,11	1,33
ve108	0,80	3,60	1,20	0,63	1,10	3,20	0,11	1,40
ve109	0,11	1,48	1,20	0,11	1,10	1,48	0,11	1,90
ve110	0,66	3,40	1,20	0,36	1,10	2,60	0,11	1,45
ve111	0,42	2,64	1,20	0,19	1,10	1,84	0,11	1,50
ve112	0,42	2,64	1,20	0,19	1,10	1,84	0,11	1,50
ve113	1,63	5,14	1,20	1,39	1,10	4,74	0,11	1,33
ve114	1,28	4,80	1,20	2,00	1,10	4,00	0,11	1,27
		110,18						

### Envidraçado com portada interior (MDF - 2,50 cm)

Dia -  $U_w = 1,39$  [ $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ]

Noite -  $U_w + \text{Portada} = U_{wn}$        $R_t = (1/1,33) + (0,025/0,18) = 0,89$

$U_{wn} = 1,12$  [ $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ]

$U_{wdn} = (U_w + U_{wn})/2 = 1,23$  [ $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ]

## Perdas associadas à Envolvente Exterior e em Contacto com o Solo

Paredes Exteriores	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> .°C))	U.A (W/°C)
Cozinha (N)	13,52	1,12	15,14
Sala (N)	26,49	1,12	29,67
Quarto (N)	35,77	1,12	40,06
Cozinha (W)	8,76	1,12	9,82
Sala (W)	11,30	1,12	12,66
Quartos (W)	19,41	0,33	6,41
Cozinha (S)	21,12	1,12	23,65
Wc + Sala (S)	36,23	1,12	40,58
Quartos (S)	11,46	0,33	3,78
Cozinha (E)	6,96	1,12	7,79
Pilares (N)	0,30	0,33	0,10
Pilares (S)	0,30	0,33	0,10
<b>191,63</b>	<b>TOTAL</b>		<b>189,76</b>

Coberturas Exteriores	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> .°C))	U.A (W/°C)
Cobertura total inclinada	221,95	0,32	71,02
<b>221,95</b>	<b>TOTAL</b>		<b>71,02</b>

Vãos envidraçados exteriores	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> .°C))	U.A (W/°C)
Cozinha (N)	3,92	1,23	4,82
Sala (N)	13,31	1,23	16,37
Quartos (N)	8,41	1,23	10,35
wc (N)	0,66	1,23	0,81
Cozinha (S)	1,63	1,23	2,01
wc (S)	0,42	1,23	0,51
Sala (S)	1,98	1,23	2,44
wc (S)	0,48	1,23	0,59
Cozinha (W)	1,28	1,23	1,57
Sala (W)	6,00	1,23	7,38
Quartos (W)	4,20	1,23	5,16
<b>42,29</b>	<b>TOTAL</b>		<b>52,02</b>

Pontes térmicas lineares	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
Ligações entre:			
Fachada com os pavimentos térreos (Iso. Ext.)	26,96	0,70	18,87
Fachada com os pavimentos térreos (Iso. Int.)	40,59	0,80	32,47
Fachada com pavimentos intermédios	14,73	0,60	8,84
Fachada com cobertura inclinada (Iso. Ext.)	26,96	0,80	21,57
Fachada com cobertura inclinada (Iso. Int.)	49,63	1,00	49,63
Duas paredes verticais (Iso. Ext.)	11,04	0,40	4,42
Duas paredes verticais (Iso. Int.)	40,95	0,10	4,10
Fachada com caixilharia	110,18	0,25	27,55
<b>321,04</b>	<b>TOTAL</b>		<b>167,44</b>

## Hext- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente exterior

da Fracção Autónoma	(W/°C)	<b>TOTAL</b>	<b>480,24</b>
---------------------	--------	--------------	---------------

Paredes Enterradas	Z (m)	P (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Ubw (W/m <sup>2</sup> .°C)	Ubw.A (W/°C)
Cozinha (E)	1,95	5,65	11,02	0,59	6,47
Quartos (E)	2,57	4,82	12,39	0,51	6,34
<b>23,40</b>				<b>TOTAL</b>	<b>12,81</b>

Pavimentos Enterrados	Área (m <sup>2</sup> )	Ubf (W/m <sup>2</sup> .°C)	Ubf.A (W/°C)
Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z> 0).			
Cozinha	17,00	0,72	12,16
Wc	12,60	0,72	9,01
Sala	58,00	0,69	40,19
Quartos + escritório	49,00	0,72	35,04
<b>136,60</b>	<b>TOTAL</b>		<b>96,39</b>

## Hecs - Coeficiente de transferência de calor pela envolvente em contacto com o solo

da Fracção Autónoma	(W/°C)	<b>TOTAL</b>	<b>109,21</b>
---------------------	--------	--------------	---------------

### Calculo da Inércia Térmica

#### QUANTIFICAÇÃO DA INÉRCIA TÉRMICA

1 - A classe de inércia térmica do edifício ou fração determina-se conforme a Tabela 11, de acordo com o valor da massa superficial útil por superfície de área de pavimento.

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

$$I_t = \frac{\sum_i M_{S_i} \cdot r \cdot S_i}{A_p} \quad [\text{kg}/\text{m}^2] \quad (15)$$

em que:

$M_{S_i}$  - Massa superficial útil do elemento  $i$ ,  $[\text{kg}/\text{m}^2]$

$r$  - Fator de redução da massa superficial útil

$S_i$  - Área da superfície interior do elemento  $i$ ,  $[\text{m}^2]$

$A_p$  - Área interior útil de pavimento,  $[\text{m}^2]$

Tabela 11 - Classes de inércia térmica interior,  $I_t$

Classe de inércia térmica	$I_t$ $[\text{kg}/\text{m}^2]$
Fraca	$I_t < 150$
Média	$150 \leq I_t \leq 400$
Forte	$I_t > 400$

#### Inercia Térmica - It

Elemento da Construção	Msi (kg/m <sup>2</sup> )	ri	Si (m <sup>2</sup> )	Msi x Si x ri (kg)
<b>. Elementos EI1</b>				
Paredes da envolvente (antiga)	0,00	0,00	160,15	0,00
Paredes da envolvente (nova)	150,00	1,00	30,88	4632,00
Pilares (nova)	150,00	1,00	0,60	90,00
Cobertura inclinada	0,00	0,00	221,95	0,00
<b>. Elementos EI2</b>				
Paredes enterradas	0,00	0,00	23,40	0,00
Pavimento térreos	0,00	0,00	136,50	0,00
<b>. Elementos EI3</b>				
Pavimento interiores	300,00	0,50	27,78	4167,00
Paredes interiores de pedra	300,00	1,00	18,27	5481,48
Paredes interiores de betão	300,00	1,00	3,87	1161,60
Paredes interiores de alvenaria	150,00	1,00	44,40	6660,00
<b>Total</b>				<b>22192,08</b>

Área útil de pavimento,  $A_p$  154,64

Massa superficial útil por m<sup>2</sup> de  $A_p$ ,  $I_t$  143,50

**Inércia Térmica Fraca**

## Perdas associadas à Envoltente para ENU

Paredes em contacto com espaços não-úteis	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
	0		TOTAL	0,00

Pavimentos sobre espaços não-úteis	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
	0		TOTAL	0,00

Coberturas Interiores (tectos sob espaços não-úteis)	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
	0		TOTAL	0,00

Vãos envidraçados em contacto com espaços não-úteis	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
	0		TOTAL	0,00

Pontes térmicas lineares (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)
	0		TOTAL	0,00

Henu - Coeficiente de transferência de calor para ENU da Fracção Autónoma

(W/°C)

TOTAL	0,00
-------	------

## Perdas associadas à Envoltente para edifícios adjacentes

Paredes em contacto com edifícios adjac.	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
	0		TOTAL	0,00

Hadj - Coeficiente de transferência de calor para ENU da Fracção Autónoma

(W/°C)

TOTAL	0,00
-------	------

ANEXO IV

Perdas associadas à Renovação de Ar

Área Útil de Pavimento		154,60	(m <sup>2</sup> )
		x	
Pé-direito médio		3,14	(m)
		=	
Volume interior	(V)	485,44	(m <sup>3</sup> )

Volume		485,44	
		x	
Taxa de Renovação Nominal		0,39	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	64,37	(W/°C)

Ganhos Úteis na Estação de Aquecimento (Inverno)

Ganhos Solares:

Orientação	Designação do vão envidraçado	Tipo (S-simples ou D-duplo)	Área A (m <sup>2</sup> )	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 <sup>2</sup> )
N	ve001	D	2,12	0,27	0,35	1,00	0,70	0,90	0,13
W	ve002	D	1,02	0,56	0,35	0,76	0,70	0,90	0,10
N	ve003	D	0,66	0,27	0,35	1,00	0,70	0,90	0,04
N	ve004	D	5,02	0,27	0,35	1,00	0,70	0,90	0,30
N	ve005	D	1,28	0,27	0,35	1,00	0,70	0,90	0,08
W	ve005	D	1,77	0,56	0,35	0,76	0,70	0,90	0,17
W	ve006	D	1,41	0,56	0,35	0,76	0,70	0,90	0,13
S	ve007	D	0,48	1,00	0,35	0,81	0,70	0,90	0,09
N	ve102	D	2,64	0,27	0,35	1,00	0,70	0,90	0,16
N	ve103	D	1,28	0,27	0,35	1,00	0,70	0,90	0,08
N	ve104	D	8,00	0,27	0,35	1,00	0,70	0,90	0,48
N	ve105	D	2,12	0,27	0,35	1,00	0,70	0,90	0,13
N	ve106	D	1,19	0,27	0,35	1,00	0,70	0,90	0,07
N	ve107	D	2,00	0,27	0,35	1,00	0,70	0,90	0,12
W	ve107	D	6,00	0,56	0,35	0,76	0,70	0,90	0,56
S	ve108	D	0,80	1,00	0,35	0,81	0,70	0,90	0,14
S	ve109	D	0,11	1,00	0,35	0,81	0,70	0,90	0,02
S	ve110	D	0,66	1,00	0,35	0,81	0,70	0,90	0,12
S	ve111	D	0,42	1,00	0,35	0,81	0,70	0,90	0,07
S	ve112	D	0,42	1,00	0,35	0,81	0,70	0,90	0,07
S	ve113	D	1,63	1,00	0,35	0,81	0,70	0,90	0,29
W	ve114	D	1,28	0,56	0,35	0,76	0,70	0,90	0,12

42,29

Área efectiva total equivalente na orientação Sul (m<sup>2</sup>)

3,44

x

na zona

12

Radiação incidente num envidraçado a Sul (G<sub>sol</sub>) do Quadro III. 8 (Anexo III) - (kWh/m<sup>2</sup>.mês)

135

x

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

6,7

=

G<sub>sol</sub> - Ganhos Solares Brutos (kWh/ano)

3114,51

Ganhos Internos	
Ganhos internos médios	4 (W/m <sup>2</sup> )
	x
Duração da Estação de Aquecimento M	6,7 (meses)
	x
Área Útil de pavimento	154,60 (m <sup>2</sup> )
	x
	0,72
	=
G <sub>int</sub> - Ganhos Internos Brutos	2983,16 (kWh/ano)

Ganhos Úteis Totais:	
$\gamma = \frac{\text{Ganhos Solares Brutos} + \text{Ganhos Internos Brutos}}{\text{Necessidades Brutas de Aquecimento}}$	$\frac{6097,67}{23129,38}$
Inércia do edifício: Fraca	a = 1,80
	$\gamma = 0,26$
<i>Fraca=1,8; In. Média=2,6; In. Forte=4,2</i>	
Factor de Utilização dos Ganhos Térmicos (η)	0,932
	x
Ganhos Solares Brutos + Ganhos Internos Brutos	6097,67
	=
Ganhos Úteis Totais (kWh/ano)	5680,25

Cálculo intermédio:	
Se $\gamma = 1$	$\eta = 0,64$
Se $\gamma > 0$ e $\gamma \neq 1$	$\eta = 0,93$
Se $\gamma < 0$	$\eta = 0,26$

Fraca	a = 1,8
Média	a = 2,6
Forte	a = 4,2

Valor Máximo das Necessidades de Aquecimento (Ni)

Perdas por transmissão pela envolvente exterior e ECS						
	Uref (W/m <sup>2</sup> .°C)	A m <sup>2</sup>	Uref.A (W/°C)			
Paredes exteriores	0,40	203,00	81,20			
Coberturas exteriores	0,35	221,95	77,68			
Pavimentos exteriores		0,00	0,00			
Envidraçados exteriores Aenv	0,2*Ap	30,92	74,21			
		42,2913	30,92			
Paredes Enterrada ECS	0,50	23,40	11,70			
Pavimento Enterrado ECS	0,50	136,60	68,30			
Pavimento Térreo ECS		0,00	0,00			
		<b>TOTAL</b>	<b>313,09</b>			
Pontes térmicas lineares						
	Yref (W/m.°C)	B (m)	Yref.B (W/°C)			
Restantes	0,50	158,87	79,44			
Parede exterior/parede exterior	0,40	51,99	20,80			
Parede exterior/caixilharia	0,20	110,18	22,04			
		<b>TOTAL</b>	<b>321,04</b>	<b>122,27</b>		
(Hexts + Hecs)ref- Coeficiente de transferência de calor para EXT e ECS da Fração Autónoma				(W/°C)	<b>TOTAL</b>	<b>435,36</b>

Perdas por transmissão pela envolvente interior						
	Área (m <sup>2</sup> )	Uref (W/m <sup>2</sup> .°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)		
Paredes	0,00			0,00		
			<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>		
Paredes para Edifícios Adjacentes						
				0,00		
	0,00		<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>		
Pavimentos sobre espaços não-úteis						
				0,00		
	0		<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>		
Coberturas Interiores						
				0,00		
	0		<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>		
Vãos envidraçados em contacto com ENU						
				0,00		
	0		<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>		
Pontes térmicas (paredes para ENU com btr>0,7)						
	Comp. B (m)	ψref (W/m.°C)	btr (-)	btr.ψ.B (W/°C)		
	0			0,00		
			<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>		
(Henu+Hadj)ref- Coeficiente de transferência de calor para ENU e edifícios adjacentes da Fração Autónoma				(W/°C)	<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>

Perdas por renovação de ar	Rph,i	Req.	Rph,i ref	V	0.34*V*Rp h,iref
Hvent =	0,39	≤0,6	0,60	485,44	64,37

Graus-dias no local (°C.dia) 1474

Qtr,i,ref	0,024 x GD x Htr,i,ref	15401,30
Qve,i,ref	0,024 x GD x Hve,i,ref	2277,15
Qint	0,72 x 4 x M x Ap	2983,16
Gsol,ref	Gsubx0.146x0.15*Ap*M	3062,40
Qgu,i,ref	niref= 0,6 niref (Qint + Qsol)	3627,34

Nec. Nom. de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano) 90,89

## Cálculo do Indicador Nic

<b>Perdas térmicas associadas a:</b>	<b>(W/°C)</b>
Hext	480,24
Hecc	109,21
Henu	0,00
Hadj	0,00

	=
<b>Htr -Coeficiente Global de Perdas por transmissão(W/°C)</b>	<b>589,45</b>
	+
<b>Hve- Coeficiente de transferência de calor por ventilação</b>	<b>64,37</b>
	=
<b>H - Coeficiente global de perdas</b>	<b>653,82</b>
	x
<b>Graus-dias no Local (°C.dia)</b>	<b>1474,00</b>
	x
	<b>0,024</b>
	=
<b>Necessidades Brutas de Aquecimento (kWh/ano)</b>	<b>23129,38</b>
	-
<b>Ganhos Totais Úteis (kWh/ano)</b>	<b>5680,25</b>
	=
<b>Necessidades de Aquecimento (kWh/ano)</b>	<b>17449,13</b>
	/
<b>Área Útil de Pavimento (m²)</b>	<b>154,60</b>
	=
<b>Nec. Nominais de Aquecimento - Nic (kWh/(m².ano))</b>	<b>112,87</b>
	≤
<b>Nec. Nominais de Aquec. Máximas - Ni (kWh/(m².ano))</b>	<b>90,89</b>

<b>Não verifica</b>	<b>K.O.</b>
<b>Nic/Ni =</b>	<b>124,18%</b>

## Perdas - transmissão + ventilação

Perdas associadas às paredes exteriores (U.A)	189,76	(W/°C)
	+	
Perdas associadas aos pavimentos exteriores (U.A)	0,00	(W/°C)
	+	
Perdas associadas às coberturas exteriores (U.A)	71,02	(W/°C)
	+	
Perdas associadas aos envidraçados exteriores (U.A)	52,02	(W/°C)
	+	
Perdas térmicas lineares associadas à parede ext (Y,B)	167,44	(W/°C)
<b>Hext- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente exterior</b>		
da Fracção Autónoma	<b>TOTAL</b>	<b>480,24</b> (W/°C)
<b>Hecs- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente ECS</b>		
da Fracção Autónoma	<b>TOTAL</b>	<b>109,21</b> (W/°C)
Perdas associadas às paredes para ENU (U.A.btr)	0,00	(W/°C)
	+	
Perdas associadas aos pavimentos para ENU (U.A.btr)	0,00	(W/°C)
	+	
Perdas associadas às coberturas para ENU (U.A.btr)	0,00	(W/°C)
	+	
Perdas associadas aos envidraçados para ENU (U.A.btr)	0,00	(W/°C)
	+	
Perdas térmicas lineares associadas à parede para ENU(Y,B.btr)	0,00	(W/°C)
<b>Henu- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente interior</b>		
da Fracção Autónoma	<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b> (W/°C)
<b>H - Coeficiente global de perdas por transmissão da FA</b>		
	<b>TOTAL</b>	<b>589,44</b> (W/°C)
<b>Hve - Coeficiente de perdas por ventilação da FA</b>		
	<b>TOTAL</b>	<b>99,03</b> (W/°C)
	=	
<b>Perdas específicas totais</b>	<b>688,47</b>	<b>(W/°C)</b>

Temperatura interior de referência	25,00	(°C)
	-	
Temperatura média do ar exterior na estação de arrefecimento (Quadro III.9)	21,6	(°C)
	=	
Diferença de temperatura interior-exterior	3,4	
	x	
Perdas específicas totais	688,47	(W/°C)
	x	
	2,928	
	=	
<b>Perdas térmicas totais</b>	<b>6894,20</b>	<b>(kWh)</b>

**Ganhos Solares pela Envolvente Opaca exterior  
POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL (inclui paredes e cobertura)**

Designação	Parede - N	Parede - N	Pilares - N	Parede - W	Parede - W	Parede - S	Parede - S	Pilares - S	Parede - E	Cobertura	
Orientação	N	N	N	W	W	S	S	S	E	H	
Área, A (m <sup>2</sup> )	40,01	35,77	0,30	20,07	19,41	57,35	11,46	0,30	6,96	221,95	
U (W/m <sup>2</sup> °C)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	1,12	0,33	0,33	1,12	0,33	1,12	0,33	0,33	1,12	0,35	
	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	
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
factor F - fachadas ou cob. Vent.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Ir (kWh/m <sup>2</sup> )	220	220	220	490	490	425	425	425	490	785	
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Rse(m <sup>2</sup> .°C/W)	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	
Factor de sombreamento - opcional	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	
G. Sol. Envolvente Opaca Ex.	157,73	41,55	0,35	176,22	50,22	436,80	25,73	0,67	61,08	975,69	<b>950,35</b>

Ganhos Solares pelos Envidraçados Exteriores

POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL

Designação do envidraçado	Janelas a Norte	Janelas a Sul	Janelas a Poente			
Tipo de Vidro (D-duplo S-simples)	D	D	D			
Orientação	N	S	W			
Área, A (m <sup>2</sup> )	26,30	4,51	11,48			
Fracção envidraçada, Fg	0,70	0,70	0,70			
Fator de seletividade angular Fw,v	0,80	0,75	0,85			
Fração de tempo proteções móveis ativas Fm,v	0,00	0,60	0,70			
FS global prot. Móveis e permanentes gt	0,07	0,07	0,07			
FS global prot. permanentes gtp	0,35	0,35	0,35			
Fator Solar de verão gv	0,28	0,15	0,14			
Área Efetiva As,v	5,15	0,46	1,11			
	x	x	x			
Factor de obstrução, Fs	0,90	0,81	0,76			
	x	x	x			
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m <sup>2</sup> )	220	490	490			
	=	=	=			
Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores	1020,62	184,32	413,69			

Ganhos Solares pelos Envidraçados Interiores

Designação do envidraçado			
Tipo de Vidro (D-duplo S-simples)			
Orientação			
Área, A (m <sup>2</sup> )			
Fracção envidraçada, Fg			
Fator de seletividade angular Fw,v			
gv, int			
gv ENU			
Factor solar do vão envidraçado =(gv) <sub>int</sub> .(gv) <sub>enu</sub>			
	x	x	x
Área Efetiva As,v	0	0	0
Factor de obstrução, Fs			
	x	x	x
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m <sup>2</sup> )			
Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores	0,00	0,00	0,00
	<b>TOTAL</b>		
	<b>0,00</b>		
	(KWh)		
Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores + envidraçados interiores =	<b>1618,63</b>		

### Ganhos Internos

Ganhos Internos médios (W/m <sup>2</sup> )	4	
	x	
Área Útil de Pavimento (m <sup>2</sup> )	154,6	
	x	
	2,928	
	=	
Ganhos internos Totais	1810,68	(KWh)

### Ganhos Totais na estação de arrefecimento

Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados	1618,63	(KWh)
	+	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior	950,35	(KWh)
	+	
Ganhos internos	1810,68	(KWh)
	=	
Ganhos Térmicos Totais	4379,65	(KWh)

ANEXO IV

Valor das Necessidades Nominais de Arrefecimento (Nvc)

Ganhos Térmicos Totais	4379,65	(kWh)
/		
Perdas Térmicas Totais	6894,20	(kWh)
=		
$\gamma$ = Ganhos/Perdas	$\gamma = 0,635$	
Inércia do edifício	Fraca	
<i>(In. Fraca=1,8; In. Média=2,6; In. Forte=4,2)</i>		
a =	1,8	

$$\Delta\theta = (25 - \theta_{ext,v}) = 3,42$$

$$\Delta\theta > 1 \quad \eta_{ref} = 0.52 + 0.22 \cdot \ln(\Delta\theta) = 0,791$$

$$0 < \Delta\theta \leq 1 \quad \eta_{ref} = 0,450$$

$$\Delta\theta \leq 0 \quad \eta_{ref} = 0,300$$

	1	
-		
Factor de utilização dos ganhos, $\eta$	0,776	
=		
	0,224	
x		
Ganhos Térmicos Totais	4379,65	(kWh)
=		
Necessidades Brutas de Arrefecimento	981,39	(kWh/ano)
/		
Área Útil de Pavimento (m <sup>2</sup> )	154,60	
=		
Necessidades Nominais de Arrefecimento - Nvc	6,35	(kWh/(m <sup>2</sup> .ano))
≤		
Necessidades Nominais de Arref. Máximas - Nv	11,28	(kWh/(m <sup>2</sup> .ano))

	1	
-		
Factor de utilização dos ganhos, $\eta_{ref}$	0,791	
=		
	0,209	
x		
Ganhos Térmicos Totais de ref (qint x 2.928 + 0.43 x 0.2 x Isol,ref) x Ap	8325,52	(kWh)
=		
Necessidades Brutas de Arrefecimento	1744,02	(kWh/ano)
/		
Área Útil de Pavimento (m <sup>2</sup> )	154,60	
=		
Necessidades Nominais de Arref. Máximas - Nv	11,28	(kWh/(m <sup>2</sup> .ano))

Verifica	O.K.
Nvc/Nv (%) =	56,27

**Cálculo das necessidades de energia para preparação de água quente sanitária**

Nº de ocupantes	5
Consumo médio diário de referência de AQS ( $M_{AQS}$ ) (edifícios residenciais - 40 litros/ocupante)	300,00
Aumento de temperatura necessário ( $\Delta T$ ) (considerar igual a 35°C)	35
Número anual de dias de consumo ( $n_d$ )	365
Energia despendida com sistemas convencionais ( $Q_a$ )	4457,41 (kW.h/ano)

Fator de eficiência Hídrica (feh)	
Chuveiro A+ ou Superior	0,9
Outros	1

**Equipamentos existentes fração**

Sistema	Descrição	Fonte de Energia	Consumo	FPU (eletricidade=2,5 ; outras=1)	Eficiência Nominal	Consumo
Sistema para aquecimento	Ar Condicionado split com permuta ar-ar	Eletricidade	2,5	2,5	Eficiência Nominal $\eta_i$	4,00
Sistema para arrefecimento	Ar Condicionado split com permuta ar-ar	Eletricidade	2,5	2,5	Eficiência Nominal $\eta_v$	3,77
Sistema para AQS	Termoacumulador elétrico, Volume 300 litros, eficiência 0,93	Eletricidade	2,5	2,5	Eficiência Nominal $\eta_a$	0,91
Sistema com recurso a energia renovável	Sistema solar térmico para AQS	Solar	1			

**Equipamentos de Referência**

Sistema	Descrição	Fonte de energia	Consumo	FPU	η	Consumo
Sistema para aquecimento	Sistemas por defeito	eletricidade	2,5		η	3,41
Sistema para arrefecimento	Sistemas por defeito	eletricidade	2,5			3,01
Sistema para AQS	Sistemas por defeito	eletricidade	2,5			0,91

Ntc			
Nic=	112,87	Fpu=	2,5
			0
		η=	4,00
			0,00
Nvc=	6,35	Fpu=	2,5
			0
		η=	3,77
			0,00
52% Qa=	4457,41	Fpu=	2,5
			0
		η=	0,91
			0,00
Wvm=	0	Fpu=	2,5
			2,5
		η=	1,00
48% Eren=	2123,20	Fpu=	1

Nt			
Ni=	90,89	Fpu=	2,50
			n=
			3,41
Nv=	11,28	Fpu=	2,50
			n=
			3,01
Qa=	4457,41	Fpu=	2,50
			n=
			0,91

Se	η	>	ηref	δ =	0
Se	η	≤	ηref	δ =	1

0,78 ≤ 0,79 δ = 1

Ntc =	Nic.Fpu/n	+	Nvc.Fpu/n	+	Qa/Ap.Fpu/n.%sist	+	Qa/Ap.1.%solar	+	Wvm/Ap.Fpu	-	Eren.Fpu/Ap	=	
Ntc =	70,54	+	4,21	+	41,48	+	13,73	+	0,00	-	13,73	=	116,23

Nt =	Ni.Fpu/n	+	Nv.Fpu/n	+	Qa/Ap.Fpu/n	=	
Nt =	66,63	+	9,37	+	79,21	=	155,21

62,4407593

$R_{ref} = Ntc / Nt = 0,749 = 74,9\%$
---------------------------------------

Classe Energética **B**

ANEXO IV

- Nova Legislação (Posterior a 01-07-2021 – com as referidas alterações)

<b>Pontes térmicas lineares</b>	<b>Comp.</b>	<b><math>\psi</math></b>	<b><math>\psi \cdot B</math></b>
<b>Ligações entre:</b>	<b>B (m)</b>	<b>(W/m.°C)</b>	<b>(W/°C)</b>
Fachada com os pavimentos térreos (Iso. Ext.)	71,95	0,70	50,37
Fachada com os pavimentos térreos (Iso. Int.)	40,59	0,80	32,47
Fachada com pavimentos intermédios	14,73	0,60	8,84
Fachada com cobertura inclinada (Iso. Ext.)	71,95	0,80	57,56
Fachada com cobertura inclinada (Iso. Int.)	49,63	1,00	49,63
Duas paredes verticais (Iso. Ext.)	29,90	0,40	11,96
Duas paredes verticais (Iso. Int.)	40,95	0,10	4,10
Fachada com caixilharia	110,18	0,25	27,55
	<b>429,88</b>	<b>TOTAL</b>	<b>242,47</b>

Hext- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente exterior

da Fracção Autónoma

(W/°C)

<b>TOTAL</b>	<b>555,27</b>
--------------	---------------

## Calculo da Inércia Térmica

### QUANTIFICAÇÃO DA INÉRCIA TÉRMICA

1 - A classe de inércia térmica do edifício ou fração determina-se conforme a Tabela 11, de acordo com o valor da massa superficial útil por superfície de área de pavimento.

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

$$I_t = \frac{\sum_i M_{S_i} \cdot r \cdot S_i}{A_p} \quad [\text{kg/m}^2] \quad (15)$$

em que:

$M_{S_i}$  - Massa superficial útil do elemento  $i$ , [kg/m<sup>2</sup>]

$r$  - Fator de redução da massa superficial útil

$S_i$  - Área da superfície interior do elemento  $i$ , [m<sup>2</sup>]

$A_p$  - Área interior útil de pavimento, [m<sup>2</sup>]

Tabela 11 - Classes de inércia térmica interior,  $I_t$

Classe de inércia térmica	$I_t$ [kg/m <sup>2</sup> ]
Fraca	$I_t < 150$
Média	$150 \leq I_t \leq 400$
Forte	$I_t > 400$

### Inercia Térmica - It

Elemento da Construção	Msi (kg/m <sup>2</sup> )	ri	Si (m <sup>2</sup> )	Msi x Si x ri (kg)
<b>. Elementos EI1</b>				
Paredes da envolvente (antiga)	150,00	1,00	160,15	24022,50
Paredes da envolvente (nova)	150,00	1,00	30,88	4632,00
Pilares (nova)	150,00	1,00	0,60	90,00
Cobertura inclinada	0,00	0,00	221,95	0,00
<b>. Elementos EI2</b>				
Paredes enterradas	0,00	0,00	23,40	0,00
Pavimento térreos	0,00	0,00	136,50	0,00
<b>. Elementos EI3</b>				
Pavimento interiores	300,00	0,50	27,78	4167,00
Paredes interiores de pedra	300,00	1,00	18,27	5481,48
Paredes interiores de betão	300,00	1,00	3,87	1161,60
Paredes interiores de alvenaria	150,00	1,00	44,40	6660,00
<b>Total</b>				<b>46214,58</b>

Área útil de pavimento,  $A_p$  **154,64**

=

Massa superficial útil por m<sup>2</sup> de  $A_p$ ,  $I_t$  **298,84**

**Inércia Térmica Média**

ANEXO IV

Ganhos Úteis Totais:	
$\gamma = \frac{\text{Ganhos Solares Brutos} + \text{Ganhos Internos Brutos}}{\text{Necessidades Brutas de Aquecimento}}$	$\frac{6097,67}{26425,91}$
<b>Inércia do edifício:</b> Fraca	a = 1,80 $\gamma = 0,23$
<i>Fraca=1,8; In. Média=2,6; In. Forte=4,2)</i>	
Factor de Utilização dos Ganhos Térmicos ( $\eta$ )	0,944
	x
Ganhos Solares Brutos + Ganhos Internos Brutos	6097,67
	=
Ganhos Úteis Totais (kWh/ano)	<b>5757,19</b>

## Valor Máximo das Necessidades de Aquecimento (Ni)

Perdas por transmissão pela envolvente exterior e ECS				
	Uref (W/m <sup>2</sup> .°C)	A m <sup>2</sup>	Uref.A (W/°C)	
Paredes exteriores	0,40	203,00	81,20	
Coberturas exteriores	0,35	221,95	77,68	
Pavimentos exteriores		0,00	0,00	
Envidraçados exteriores Aenv	> 0,2*Ap	2,40	30,92	74,21
	42,2913	30,92	0,00	0,00
Paredes Enterrada ECS	0,50	23,40	11,70	
Pavimento Enterrado ECS	0,50	136,60	68,30	
Pavimento Térreo ECS		0,00	0,00	
		<b>TOTAL</b>	<b>313,09</b>	
Pontes térmicas lineares				
	Yref (W/m.°C)	B (m)	Yref.B (W/°C)	
Restantes	0,50	248,85	124,43	
Parede exterior/parede exterior	0,40	70,85	28,34	
Parede exterior/caixilharia	0,20	110,18	22,04	
		<b>TOTAL</b>	<b>429,88</b>	<b>174,80</b>
(Hexts + Hecs)ref- Coeficiente de transferência de calor para EXT e ECS da Fração Autónoma				(W/°C) <b>TOTAL 487,89</b>

Perdas por transmissão pela envolvente interior				
	Área (m <sup>2</sup> )	Uref (W/m <sup>2</sup> .°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
Paredes				0,00
	0,00		<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>
Paredes para Edifícios Adjacentes				
				0,00
	0,00		<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>
Pavimentos sobre espaços não-úteis				
				0,00
	0		<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>
Coberturas Interiores				
				0,00
	0		<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>
Vãos envidraçados em contacto com ENU				
				0,00
	0		<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>
Pontes térmicas (paredes para ENU com btr>0,7)				
	Comp. B (m)	ψref (W/m.°C)	btr (-)	btr.ψ.B (W/°C)
	0			0,00
			<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>
(Henu+Hadj )ref- Coeficiente de transferência de calor para ENU e edifícios adjacentes da Fração Autónoma				(W/°C) <b>TOTAL 0,00</b>

Perdas por renovação de ar	Rph,i	Req.	Rph,i ref	V	0.34*V*Rp h <sub>i,ref</sub>
Hvent =	0,50	≤0,6	0,60	485,44	82,53

Graus-dias no local (°C.dia)

1474

Q <sub>tr,i,ref</sub>	0,024 x GD x H <sub>tr,i,ref</sub>	17259,74
Q <sub>ve,i,ref</sub>	0,024 x GD x H <sub>ve,i,ref</sub>	2919,42
Q <sub>int</sub>	0,72 x 4 x M x Ap	2983,16
G <sub>sol,ref</sub>	G <sub>sub</sub> 0.146x0.15*Ap*M	3062,40
Q <sub>gu,i,ref</sub>	niref= 0,6 niref (Q <sub>int</sub> + Q <sub>sol</sub> )	3627,34

Nec. Nom. de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano) 107,06

Perdas associadas à Renovação de Ar

Área Útil de Pavimento		154,60	(m <sup>2</sup> )
		x	
Pé-direito médio		3,14	(m)
		=	
Volume interior	(V)	485,44	(m <sup>3</sup> )

Volume		485,44	
		x	
Taxa de Renovação Nominal		0,50	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 Fração Autónoma	TOTAL	82,53	(W/°C)



## Perdas - transmissão + ventilação

Perdas associadas às paredes exteriores (U.A)	189,76	(W/°C)
	+	
Perdas associadas aos pavimentos exteriores (U.A)	0,00	(W/°C)
	+	
Perdas associadas às coberturas exteriores (U.A)	71,02	(W/°C)
	+	
Perdas associadas aos envidraçados exteriores (U.A)	52,02	(W/°C)
	+	
Perdas térmicas lineares associadas à parede ext (Y,B)	242,47	(W/°C)
<b>Hext- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente exterior</b>		
da Fração Autónoma	<b>TOTAL</b>	<b>555,27</b> (W/°C)
<b>Hecs- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente ECS</b>		
da Fração Autónoma	<b>TOTAL</b>	<b>109,21</b> (W/°C)
Perdas associadas às paredes para ENU (U.A.btr)	0,00	(W/°C)
	+	
Perdas associadas aos pavimentos para ENU (U.A.btr)	0,00	(W/°C)
	+	
Perdas associadas às coberturas para ENU (U.A.btr)	0,00	(W/°C)
	+	
Perdas associadas aos envidraçados para ENU (U.A.btr)	0,00	(W/°C)
	+	
Perdas térmicas lineares associadas à parede para ENU(Y,B.btr)	0,00	(W/°C)
<b>Henu- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente interior</b>		
da Fração Autónoma	<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b> (W/°C)
<b>H - Coeficiente global de perdas por transmissão da FA</b>		
	<b>TOTAL</b>	<b>664,47</b> (W/°C)
<b>Hve - Coeficiente de perdas por ventilação da FA</b>		
	<b>TOTAL</b>	<b>99,03</b> (W/°C)
	=	
<b>Perdas específicas totais</b>	<b>763,50</b>	<b>(W/°C)</b>

Temperatura interior de referência	25,00	(°C)
	-	
Temperatura média do ar exterior na estação de arrefecimento (Quadro III.9)	21,6	(°C)
	=	
Diferença de temperatura interior-exterior	3,4	
	x	
Perdas específicas totais	763,50	(W/°C)
	x	
	2,928	
	=	
<b>Perdas térmicas totais</b>	<b>7645,52</b>	<b>(kWh)</b>

Valor das Necessidades Nominais de Arrefecimento (Nvc)

Ganhos Térmicos Totais	4379,65	(kWh)
/		
Perdas Térmicas Totais	7645,52	(kWh)
=		
$\gamma$ = Ganhos/Perdas	$\gamma =$	0,573
Inércia do edifício	Fraca	
<i>(In. Fraca=1,8; In. Média=2,6; In. Forte=4,2)</i>		
a =	1,8	

$\Delta\theta = (25-\theta_{ext,v}) =$	3,42
$\Delta\theta > 1$	$\eta_{ref} = 0.52+0.22 \cdot \ln(\Delta\theta) =$ 0,791
$0 < \Delta\theta \leq 1$	$\eta_{ref} =$ 0,450
$\Delta\theta \leq 0$	$\eta_{ref} =$ 0,300

	1	
-		
Factor de utilização dos ganhos, $\eta$	0,802	
=		
	0,198	
x		
Ganhos Térmicos Totais	4379,65	(kWh)
=		
Necessidades Brutas de Arrefecimento	868,83	(kWh/ano)
/		
Área Útil de Pavimento (m <sup>2</sup> )	154,60	
=		
Necessidades Nominais de Arrefecimento - Nvc	5,62	(kWh/(m <sup>2</sup> .ano))
≤		
Necessidades Nominais de Arref. Máximas - Nv	11,28	(kWh/(m <sup>2</sup> .ano))

	1	
-		
Factor de utilização dos ganhos, $\eta_{ref}$	0,791	
=		
	0,209	
x		
Ganhos Térmicos Totais de ref ( $q_{int} \times 2.928 + 0.43 \times 0.2 \times \text{Isol}_{ref}$ ) x $A_p$	8325,52	(kWh)
=		
Necessidades Brutas de Arrefecimento	1744,02	(kWh/ano)
/		
Área Útil de Pavimento (m <sup>2</sup> )	154,60	
=		
Necessidades Nominais de Arref. Máximas - Nv	11,28	(kWh/(m <sup>2</sup> .ano))

Verifica	O.K.
Nvc/Nv (%) =	49,82

**Cálculo das necessidades de energia para preparação de água quente sanitária**

Nº de ocupantes	5
Consumo médio diário de referência de AQS ( $M_{AQS}$ ) (edifícios residenciais - 40 litros/ocupante)	300,00
Aumento de temperatura necessário ( $\Delta T$ ) (considerar igual a 35°C)	35
Número anual de dias de consumo ( $n_d$ )	365
Energia despendida com sistemas convencionais ( $Q_a$ )	4457,41 (kW.h/ano)

Fator de eficiência Hídrica (feh)	
Chuveiro A+ ou Superior	0,9
Outros	1

**Equipamentos existentes fração**

Sistema	Descrição	Fonte de Energia	Eletricidade	FPU (eletricidade=2,5 ; outras=1)	Eficiência Nominal	Valor
Sistema para aquecimento	Ar Condicionado split com permuta ar-ar	Fonte de Energia	Eletricidade	FPU (eletricidade=2,5 ; outras=1)	$\eta_i$	4,00
Sistema para arrefecimento	Ar Condicionado split com permuta ar-ar		Eletricidade		$\eta_v$	3,77
Sistema para AQS	Termoacumulador elétrico, Volume 300 litros, eficiência 0,93		Eletricidade		$\eta_a$	0,91
Sistema com recurso a energia renovável	Sistema solar térmico para AQS		Solar			

**Equipamentos de Referência**

Sistema	Descrição	Fonte de energia	eletricidade	FPU	$\eta$	Valor	
Sistema para aquecimento	Sistemas por defeito	Fonte de energia	eletricidade	FPU	$\eta$	3,41	
Sistema para arrefecimento	Sistemas por defeito		eletricidade			2,5	3,01
Sistema para AQS	Sistemas por defeito		eletricidade			2,5	0,91

**Ntc**

Nic=	Fpu=	$\eta$ =	Valor
133,69	2,5	4,00	0,00
5,62	2,5	3,77	0,00
4457,41	2,5	0,91	0,00
0	2,5	1,00	
2123,20	1		

**Nt**

Ni=	Fpu=	n=	Valor
107,06	2,50	3,41	
11,28	2,50	3,01	
4457,41	2,50	0,91	

Se $\eta > \eta_{ref}$	$\delta = 0$
Se $\eta \leq \eta_{ref}$	$\delta = 1$

$0,80 \leq 0,79 \quad \delta = 1$

Ntc =	Nic.Fpu/n	+	Nvc.Fpu/n	+	Qa/Ap.Fpu/n.%sist	+	Qa/Ap.1.%solar	+	Wvm/Ap.Fpu	-	Eren.Fpu/Ap	=	128,76
Ntc =	83,56	+	3,73	+	41,48	+	13,73	+	0,00	-	13,73	=	128,76

Nt =	Ni.Fpu/n	+	Nv.Fpu/n	+	Qa/Ap.Fpu/n	=	167,07
Nt =	78,49	+	9,37	+	79,21	=	167,07

62,4407593

$R_{HT} =$	Ntc / Nt	=	0,771	=	77,1%
------------	----------	---	-------	---	-------

Classe Energética **B**

**ANEXO V – FOLHA SCE (OPTIMIZAÇÃO|EDIFÍCIOS COM  
NECESSIDADES QUASE NULAS DE ENERGIA)**



Relatório de simulação de desempenho de sistema solar térmico												1/2	
<b>Sumário</b>													
Instalação em Fundões (Castelo de Paiva) 2 coletores BAXI SOL 250 » painel de 4,74 m <sup>2</sup> (inclinação 35° e azimute 0°) » depósito de 300 l, modelo BAXI AS 300-2E													
				Necessidades de energia: AQS regulamentar (REH) Energia útil solicitada: 2 376 kWh - satisfeitas por origem solar 2 095 kWh 88% - satisfeitas pelo apoio 280 kWh 12%				Indicadores principais (sistema solar) rendimento: 32% produtividade: 442 kWh/m <sup>2</sup> perdas: 27%					
<b>Local e clima</b>													
NUTS III: Tâmega		Município: Castelo de Paiva			Local: Fundões			elevação: 260 m		albedo: 20%			
<b>obstruções do horizonte</b>													
azimute:		E -85° -80° -75° -70° -65° -60° -55° -50° NE -40° -35° -30° -25° -20° -15° -10° -5° S											
altura angular: .....													
azimute:		S 5° 10° 15° 20° 25° 30° 35° 40° NW 50° 55° 60° 65° 70° 75° 80° 85° W											
altura angular: .....													
<b>Configuração do sistema solar</b>													
Sistema solar por medida, em circulação forçada, com 4,7 m <sup>2</sup> de coletores com inclinação 35° e orientação 0°, e armazenamento de água sanitária com 300 litros, apoio de montagem em série com controlo temporizado.													
Circuito primário com 24 m de comprimento, sem permutador externo, tubagens de calibre 15 mm, isolamento em poliuretano com 20 mm de espessura. Bombas de 30 W, garantindo um caudal nominal de 46 l/m <sup>2</sup> por hora, fluido circulante com 25% de anticongelante.													
2 coletores BAXI SOL 250 - certificado 078/000133 de AENOR (ES), dados inseridos por (válido até 2022-07-24). Área de abertura 2,37 m <sup>2</sup> , coeficientes de perdas térmicas a1 = 3,48 W/m <sup>2</sup> K e a2 = 0,018 W/m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> , rendimento óptico = 81%.													
1 depósito de modelo BAXI AS 300-2E, com capacidade 300 litros, em posição vertical; coeficiente de perdas térmicas global = 2,6 W/K, paredes em ESMALTADO, temperatura máxima de operação 95°C.													
Apoio energético fornecido por sistema elétrico (eletricidade) com eficiência nominal 100%.													
Água quente distribuída por tubagens de calibre 18 mm isoladas por poliuretano com espessura 20 mm, com 20 m entre depósito e pontos de consumo.													
<b>Necessidades de energia</b>													
Águas quentes sanitárias - padrão REH													
edifício:		<b>Residências</b>										<b>T3</b>	
		nº fracções desta tipologia										1	
		nº ocupantes por fracção										4	
		consumo diário por ocupante (litros)										40	
<b>temperaturas</b>													
		jan    fev    mar    abr    mai    jun    jul    ago    set    out    nov    dez											
abastecimento de água		12    13    14    14    16    18    19    19    18    16    14    13    °C											
pretendida no consumo		50    50    50    50    50    50    50    50    50    50    50    50    °C											
<b>energia diária</b>													
		jan    fev    mar    abr    mai    jun    jul    ago    set    out    nov    dez											
segunda-feira		7,2    7,0    6,8    6,7    6,4    6,1    5,8    5,8    6,0    6,4    6,8    7,0    kWh											
terça-feira		7,2    7,0    6,8    6,7    6,4    6,1    5,8    5,8    6,0    6,4    6,8    7,0    kWh											
quarta-feira		7,2    7,0    6,8    6,7    6,4    6,1    5,8    5,8    6,0    6,4    6,8    7,0    kWh											
quinta-feira		7,2    7,0    6,8    6,7    6,4    6,1    5,8    5,8    6,0    6,4    6,8    7,0    kWh											
sexta-feira		7,2    7,0    6,8    6,7    6,4    6,1    5,8    5,8    6,0    6,4    6,8    7,0    kWh											
sábado		7,2    7,0    6,8    6,7    6,4    6,1    5,8    5,8    6,0    6,4    6,8    7,0    kWh											
domingo		7,2    7,0    6,8    6,7    6,4    6,1    5,8    5,8    6,0    6,4    6,8    7,0    kWh											
<b>perfil de consumo</b>													
		hora    7    8    9    10    11    12    13    14    15    16    17    18											
(período diurno)		15%    15%    10%    .    .    .    5%    5%    .    .    .    10%											
		hora    19    20    21    22    23    24    1    2    3    4    5    6											
(período nocturno)		15%    15%    10%    .    .    .    .    .    .    .    .    .											



Relatório de simulação de sistema solar térmico - continuação													2/2	
<i>Aproveitamento do recurso solar</i>														
<b>radiação solar directa</b>		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
horizontal (à superfície)		0,8	1,7	2,4	2,9	4,2	5,2	5,3	4,7	3,2	1,7	1,1	0,6	2,8 kWh/m <sup>2</sup> .dia
incidente nos colectores		1,6	3,0	3,2	3,2	4,0	4,6	4,8	4,9	4,0	2,6	2,1	1,3	3,3 kWh/m <sup>2</sup> .dia
absorvida pelos colectores		1,5	2,8	3,0	3,0	3,5	3,9	4,1	4,5	3,8	2,5	2,0	1,2	3,0 kWh/m <sup>2</sup> .dia
<b>radiação solar global</b>		média	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
no topo da atmosfera		4,1	5,6	7,6	9,6	11,0	11,6	11,3	10,1	8,3	6,2	4,5	3,6	7,8 kWh/m <sup>2</sup> .dia
na horizontal (à superfície)		1,7	2,8	4,1	5,3	6,5	7,4	7,5	6,6	5,0	3,2	2,0	1,5	4,5 kWh/m <sup>2</sup> .dia
incidente nos colectores		2,7	4,4	5,2	5,7	6,3	6,8	7,0	6,9	6,0	4,3	3,2	2,4	5,1 kWh/m <sup>2</sup> .dia
absorvida pelos colectores		2,3	3,7	4,3	4,7	5,0	5,3	5,6	5,8	5,1	3,6	2,7	1,9	4,2 kWh/m <sup>2</sup> .dia
<i>Desempenho energético</i>														
<b>temperaturas</b>		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
ambiente		8	10	12	13	16	20	23	23	21	16	12	10	15 °C
abastecimento de água		12	13	14	14	16	18	19	19	18	16	14	13	15 °C
base do armazenamento		27	41	48	52	60	67	73	70	64	46	34	25	51 °C
topo do armazenamento		38	55	63	66	75	82	86	84	78	60	47	34	64 °C
pretendida no consumo		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50 °C
<b>massas</b>		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
pretendida no consumo		160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160 litros/dia
extraída do armazenamento		156	133	119	115	98	83	75	79	91	127	143	159	115 litros/dia
nota: adicionada		4	27	41	45	62	77	85	81	69	33	17	1	45 litros/dia
<b>balanços de energia</b>		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
- sistema solar		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
nota: radiação solar na horizontal		255	377	607	749	956	1 046	1 097	973	708	469	285	219	7 741 kWh
energia primária (radiação solar incidente)		402	582	762	812	929	964	1 036	1 019	857	637	453	346	8 801 kWh
energia solar captada		189	252	312	332	343	355	385	411	338	273	209	164	3 564 kWh
perdas térmicas no circuito primário		3	5	8	8	10	10	11	10	9	6	4	2	87 kWh
perdas térmicas no armazenamento		26	50	71	76	95	107	119	113	100	67	40	20	886 kWh
consumos eléctricos parasíticos		6	5	7	7	7	6	7	6	7	7	5	5	75 kWh
energia final (calor de origem solar)		160	214	263	252	286	277	289	286	266	232	178	140	2 843 kWh
- sistema de apoio		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
energia primária (eletricidade via SEP)		186	62	40	26	7				2	23	121	235	701 kWh
energia final (calor)		75	25	16	10	3				1	9	48	94	281 kWh
- circuito de distribuição		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
perdas térmicas		0	0	0	0	0				0	0	0	0	1 kWh
- fornecimento de água quente		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
necessidades (consumo de energia útil)		223	197	212	201	200	182	179	180	180	199	205	218	2 376 kWh
energia de origem solar (útil)		148	172	196	191	197	182	179	180	180	190	156	125	2 095 kWh
energia com origem no apoio (útil)		74	25	16	10	3				1	9	48	94	280 kWh
<i>Desempenho global do sistema</i>														
fracção solar		88% em termos de energia útil												
produtividade		442 kWh/m <sup>2</sup> de colector												
i.e.		33% da produtividade limite dos colectores, 1358 kWh/m <sup>2</sup>												
rendimento - definição física		32% em relação à energia solar no plano dos colectores												
rendimento - definição estatística		27% em relação à energia solar na horizontal												
perdas térmicas e consumos parasíticos		29% da energia solar captada												
(*) estas avaliações podem não ser adequadas se as cargas térmicas tiverem grande variação durante a semana e/ou ano.														
15/06/2021 22:38 software SCE.ER - versão 1.7.0														

## **ANEXO VI – FICHAS TÉCNICAS / DECLARAÇÃO DE DESEMPENHO DOS PRODUTOS E EQUIPAMENTOS**

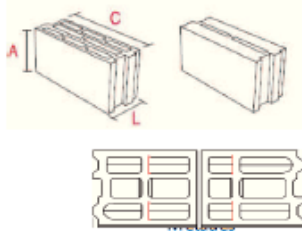
1. Código de identificação único do produto-tipo:  
 BTE - BLOCO TÉRMICOproETICS<sup>®</sup>



2. Número do tipo, do lote ou da série, ou quaisquer outros elementos que permitam a identificação do produto de construção:

Modelo Variante	Comprimento (C) - 5 mm + 3 mm	Altura (A) - 5 mm + 3 mm	Largura (L) - 5 mm + 3 mm	Massa (kg/un)* ± 15%
BTE.5015	500	190	150	11,3
BTE.5020			200	13
BTE.5025			250	14,5
BTE.5030			300	16

Os blocos são providos de reentrâncias, ou dispositivos de encaixe e apresentam arestas vivas, boleadas ou chanfradas.  
 Espessura dos septos (quando existentes) ≥ 17 mm.  
 \*Os pesos aqui referidos não incluem o peso das paletes.



3. Utilização ou utilizações previstas do produto de construção, de acordo com a especificação técnica harmonizada aplicável, tal como previsto pelo fabricante: Destinado à execução de paredes simples e duplas, onde a exigência de isolamento térmico se impõe. As paredes exteriores simples, constituem o universo de utilização do BLOCO TÉRMICOproETICS<sup>®</sup> artebel.

4. Nome, designação comercial ou marca comercial registada e endereço de contacto do fabricante, nos termos do nº5 do art. 11<sup>º</sup>:

ARTEBEL, S.A.	<i>Sede e Fábrica 1</i> Rua das Achadas Largas, Nº 20 3105-219 Meirinhas Pombal Telefone : +351 236.949.180 Fax: +351 236.949.189	<i>Fábrica 2</i> Venda da Cruz 3100-300 Pela ríga Pombal Telefone : +351 236.211.742 Fax: +351 236.219.692
NIPC: 500 688 281		
Página Web: <a href="http://www.artebel.pt">www.artebel.pt</a> Email: <a href="mailto:comercial@artebel.pt">comercial@artebel.pt</a>		

5. Sistema ou sistemas de avaliação e verificação da regularidade do desempenho do produto de construção tal como previsto no Anexo V: Sistema 4 – EN 771-3:2011+A1:2015

6. Desempenho declarado:

CARACTERÍSTICAS ESSENCIAIS	MODELO VARIANTE	DESEMPENHO	ESPECIFICAÇÃO EUROPEIA HARMONIZADA
Configuração, aparência, dimensões nominais externas Tolerâncias dimensionais	Todos	Ver ponto 2 Categoria D1	EN 771-3
Resistência média à compressão. $\perp$ à face de assentamento $\perp$ à face de topo		≥ 3,0 N/mm <sup>2</sup>	
Reação ao fogo		Classe A1	
Baridade (massa volúmica seca ± 15%)		1000 kg/m <sup>3</sup>	
Absorção de água		DND	
Isolamento sonoro. Sons aéreos nas condições finais de utilização <sup>(1) (2)</sup>	BTE.5015	48 dB(A)	
	BTE.5020	48 dB(A)	
	BTE.5025	47 dB(A)	
	BTE.5030	46 dB(A)	
Durabilidade. Resistência ao gelo/degelo	Todos	DND	
Coeficiente de transmissão térmica <sup>(1)</sup>	BTE.5015	1,28 W/m <sup>2</sup> °C	
	BTE.5020	0,99 W/m <sup>2</sup> °C	
	BTE.5025	0,93 W/m <sup>2</sup> °C	
	BTE.5030	0,89 W/m <sup>2</sup> °C	
Substâncias perigosas	Todos	DND	

DND – Desempenho Não Declarado.

<sup>(1)</sup> Valores obtidos em ensaios em laboratório acreditado. <sup>(2)</sup> Considerando 2,5 cm de reboco.

**7. Informações complementares:**

**7.1. Descrição do produto:** O BLOCO TÉRMICOproETICS<sup>®</sup> é um bloco em betão leve de agregados de argila expandida. O seu comportamento térmico regulamentar, constitui alternativa a soluções de parede dupla, conjugado com outros materiais subsidiários.

Apresenta encaixe macho-fêmea, permitindo a realização de juntas verticais secas, com opção de preenchimento.

**7.2. Vantagens:**

- Isolamento térmico;
- Isolamento acústico;
- Elevada rentabilidade;
- Simplicidade na aplicação;
- Reduzido consumo de argamassa de assentamento;
- Estabilidade dimensional;
- Reduzida absorção por capilaridade;
- Verticalidade e planimetria de superfícies.



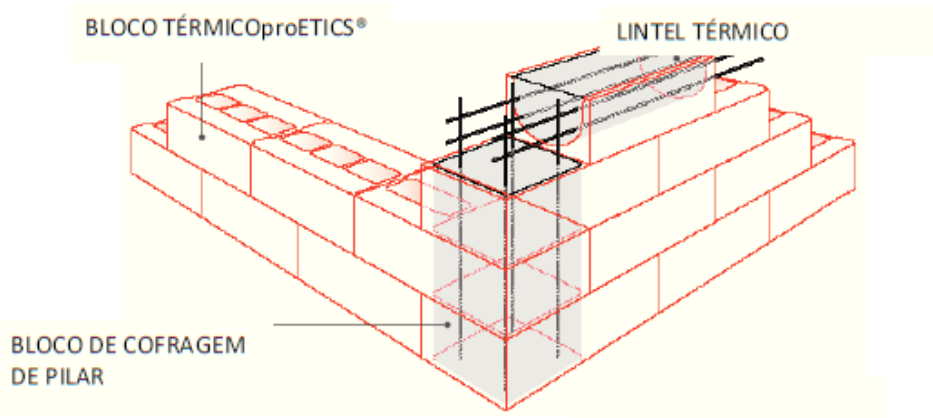
**7.3. Recomendações/Fases para aplicação:**

- O bloco deverá apresentar-se limpo e livre de gorduras. O assentamento deverá ser realizado contra fiado, com o cuidado de deixar as duas faces da parede regulares. O bloco é assente com argamassa nas juntas, com espessura entre 10 mm a 15 mm, preferencialmente com argamassa pré-doseada ou em alternativa com uma argamassa bastarda, com um traço volumétrico aproximado de 1; ½; 8, (cimento; cal hidráulica; areia). Caso as condições atmosféricas se encontrem com humidade reduzida ou temperaturas muito elevadas, os blocos deverão ser humedecidos.
- A abertura dos roços deverá ser efetuada de preferência com abre-roços elétrico, reduzindo ao mínimo as dimensões e o número de septos afetados.

A artebel propõe a conjugação do BLOCO TÉRMICOproETICS com o BLOCO DE COFRAGEM DE PILAR (BCP) e com o LINTEL TÉRMICO. Os três elementos permitem simplificar o processo construtivo e aumentar a rapidez de execução das paredes, dispensando recurso a materiais subsidiários para cofragem, tendo uma vasta aplicação em construções de baixo porte, tais como moradias.

O BLOCO TÉRMICOproETICS<sup>®</sup> constitui uma solução ideal de suporte para os sistemas de isolamento térmico de fachadas pelo exterior (ETICS), pela elevada inércia e coeficientes de transmissão térmica que proporciona.

**ESQUEMA CONSTRUTIVO**



**8. O desempenho do produto identificado nos pontos 1 e 2 é conforme com o desempenho declarado no ponto 6**  
A presente declaração de desempenho é emitida sob a exclusiva responsabilidade do fabricante identificado no ponto 4.

Assinado por e em nome do fabricante por:

Pombal, 25 de outubro de 2018

Virgílio Rosa  
Administrador

# SecilTEK HidroSTOP

ARGAMASSA DE IMPERMEABILIZAÇÃO MONOCOMPONENTE DE BASE CIMENTÍCIA

TC.E.1082.5

## 1. DESCRIÇÃO

O *SecilTEK HidroSTOP* é uma argamassa impermeabilizante de base cimentícia, pré-doseada resistente a pressões positivas e negativas de água com aprovação (EPAL) para contacto com água potável.

O *SecilTEK HidroSTOP* é uma argamassa formulada a partir de ligantes mistos, agregados siliciosos e adições.

## 2. DOMÍNIO DE UTILIZAÇÃO

O *SecilTEK HidroSTOP* é uma argamassa especialmente formulada para a impermeabilização de estruturas não deformáveis, tais como, reservatórios de água potável, construções enterradas, caves, parques subterrâneos, caixas de elevadores, fundações, muros de contenção. Por ser resistente à pressão negativa de água, é também indicado para a impermeabilização pelo interior de paredes enterradas.

É adequado para ser aplicado sobre suportes cimentícios, tais como betão, betonilha, reboco e tijolos cerâmicos e bloco de betão.

## 3. CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO

PRODUTO EM PÓ	VALOR	NORMA
Cor	Cinza	-
Granulometria	< 1,0 mm	-
PRODUTO EM PASTA	VALOR	NORMA
Água de amassadura	23,0 ± 1,0 %	-
Consumo teórico	1,4 kg/m <sup>2</sup> /mm	-
PRODUTO ENDURECIDO	VALOR	NORMA
Resistência à flexão aos 28 dias	≥ 5,0 N/mm <sup>2</sup>	EN 1015-11
Resistência à compressão aos 28 dias	≥ 22,0 N/mm <sup>2</sup>	EN 1015-11
Massa volúmica	1700 ± 100 kg/m <sup>3</sup>	EN 1015-10
Aderência ao tijolo e bloco / Modo de fractura	≥ 1,5 MPa / B	EN 1015-12
Capilaridade	Classe W2	EN 1015-18
Permeabilidade ao vapor de água μ	15	EN 1015-19
Reação ao Fogo	Classe A1	EN 998-1
Condutibilidade térmica	1,17 W(m/K) (P=50%)	NP EN 1745
Alteração da potabilidade	Nula *	NP EN 1745

\*- Atestado de compatibilidade com água potável emitido pela EPAL. Relatório nº156\_157/2015

## 4. APLICAÇÃO

### Preparação de suportes

Os suportes devem estar limpos e isentos de poeiras, óleos descofrantes, eflorescências e/ou quaisquer outras matérias que possam afetar a sua aderência. Devem ainda encontrar-se devidamente regularizados, desempenados e coesos. Se necessário, lavar o suporte com jato de água/areia.

Sobre suportes muito absorventes, deverá proceder-se ao seu humedecimento antes da aplicação. No entanto, não devem estar saturados de água no momento da aplicação.

## Secil Argamassas

Secil Martingança, S.A.

Apoio ao Cliente: Apartado 2 | 2406 – 909 – Maçeira – LRA – Portugal

Tel: +351 244 770 220 | Fax: +351 244 777 997 | E-mail: comercial@secilargamassas.pt



1/3

www.secilargamassas.pt

# SecilTEK HidroSTOP

ARGAMASSA DE IMPERMEABILIZAÇÃO MONOCOMPONENTE DE BASE CIMENTÍCIA

TC.E.1082.5

O suporte deve estar regularizado, de forma a garantir a aplicação homogénea e contínua do **SecilTEK HidroSTOP** sem variações relevantes de espessura. Caso seja necessário recomenda-se a regularização com **MAXDUR** ou **BETONILHA DE Alta Resistência**, ou com produtos da gama **REABILITA Betão**.

Caso o suporte não se apresente regular, as irregularidades ou concavidades devem ser preenchidas previamente, com argamassa adequada ao tipo de suporte e à espessura de preenchimento, seguida da aplicação de **SecilTEK HidroSTOP** na espessura recomendada.

Sobre tijolos e blocos de betão, recomenda-se a prévia aplicação de uma camada de reboco de elevadas performances tipo **MAXDUR**.

Sempre que necessário proceder ao tratamento de pontos singulares.

## Preparação da mistura

O **SecilTEK HidroSTOP** deve ser amassado com a quantidade de água apropriada (5,5 a 6,0 litros por saco de 25 kg), em pequenas quantidades e com recurso a berbequim eléctrico, de forma a obter uma pasta uniforme e sem grumos.

Deixar a mistura repousar durante cerca de 3 a 5 minutos e continuar a amassadura até se obter uma mistura homogénea e fluida.

## Aplicação

O **SecilTEK HidroSTOP** deve ser aplicado com o recurso a uma trincha ou uma talocha denteada (até 3 mm).

O **SecilTEK HidroSTOP** deve ser aplicado em pelo menos duas camadas, cada uma com uma espessura máxima de 2 mm.

Aplicar a segunda camada perpendicularmente à anterior com um intervalo de pelo menos 4 a 5 horas. Em reservatórios com água ou em locais com elevada pressão aplicar três camadas.

Caso se pretenda aplicar alguma pintura, ou outro revestimento, esperar pelo menos 4 dias antes da sua aplicação.

Em reservatórios de água esperar pelo menos 14 dias, antes de encher com água.

Devem ser respeitadas as juntas estruturais existentes no suporte, tais como, juntas de dilatação. Estas devem ser tornadas estanques pela aplicação de um selante adequado.

Na impermeabilização de construções enterradas com a impermeabilização na face exposta à água (pressão positiva), a altura da impermeabilização deve exceder a superfície do terreno em, pelo menos, 30 cm.

## Restrições

O **SecilTEK HidroSTOP** não é adequado para ser aplicado sobre suportes deformáveis em que existe risco elevado de fissuração. Para este tipo de situações recomenda-se o **SecilTEK HidroSTOP Flex**.

O **SecilTEK HidroSTOP**, por se tratar de uma argamassa hidráulica, não deve ser aplicado quando a temperatura do ambiente ou suporte for inferior a 5 °C ou superior a 30 °C.

O seu tempo de cura é de 28 dias.

Em locais subterrâneos assegurar a ventilação do espaço.

O **SecilTEK HidroSTOP** não deve estar exposto a radiação U.V. direta pelo que se recomenda o seu revestimento com a membrana impermeabilizante **SecilTEK HidroSTOP Elástico/Elástico Fibras**,

ou outro tipo de revestimento adequado. Em situações de exposição solar ou geada, deve ser protegido até à aplicação do revestimento.

## Conselhos complementares

- ▶ A água de amassadura deve ser isenta de impurezas (argila, matérias orgânicas), devendo, de preferência, ser potável;
- ▶ Não deve ser aplicada qualquer argamassa que tenha ultrapassado o seu tempo aberto. Não amolentar as argamassas pela adição de água, após preparação;
- ▶ Não adicionar quaisquer outros produtos à argamassa, devendo o **SecilTEK HidroSTOP**, ser aplicado tal como é apresentado na sua embalagem de origem;
- ▶ Limpar as ferramentas com água;
- ▶ Não utilizar em meio ácido com pH < 5;
- ▶ As soluções de impermeabilização devem ser cuidadosamente estudadas definindo-se o sistema mais apropriado para cada situação atendendo ao grau de exposição da água, da carga expectável, características dos solos, da água e da construção.

## 5. EMBALAGEM E VALIDADE

### Embalagem

Sacos de papel de 25 kg em paletes plastificados de 60 sacos.



## Secil Argamassas

Secil Martingança, S.A.

Apoio ao Cliente: Apartado 2 | 2406 - 909 - Maçela - LRA - Portugal

Tel: +351 244 770 220 | Fax: +351 244 777 997 | E-mail: comercial@seclargamassas.pt



2/3

www.seclargamassas.pt

# SecilTEK HidroSTOP

ARGAMASSA DE IMPERMEABILIZAÇÃO MONOCOMPONENTE DE BASE CIMENTÍCIA

TC.E.1082.5

## Validade

12 meses desde que permaneçam inalteradas as condições da embalagem originais e em condições de armazenagem ao abrigo de temperaturas extremas e da humidade.

## 6. PRODUTOS ASSOCIADOS

- ▶ **MAXDUR**  
(Reboco de elevadas prestações)
- ▶ **GAMA ADHERE**  
(Colagem e betumação de juntas)
- ▶ **MICROCIMENTO SECIL**  
(Revestimento decorativo)
- ▶ **BETONILHA de Alta Resistência**  
(Betonilha melhorada)
- ▶ **GAMA REABILITA BETÃO**  
(Argamassas para reparação de betão)

## 7. HIGIENE E SEGURANÇA

(NÃO DISPENSA A CONSULTA DA FICHA DE SEGURANÇA DO PRODUTO)

- ▶ Irritante para os olhos, vias respiratórias e pele;
- ▶ Pode causar sensibilização em contacto com a pele;
- ▶ Não respirar as poeiras;
- ▶ Evitar o contacto com a pele e os olhos;
- ▶ Em caso de contacto com os olhos, lavar imediatamente e abundantemente com água e consultar um especialista;
- ▶ Usar vestuário de protecção e luvas adequadas;
- ▶ Conservar fora do alcance das crianças.

*Estando as condições de aplicação dos nossos produtos fora do nosso alcance não nos responsabilizamos pela sua incorrecta utilização. É dever do cliente verificar a idoneidade do produto para o fim previsto. Em qualquer caso a nossa responsabilidade está limitada ao valor da mercadoria por nós fornecida. A informação constante da presente ficha pode ser alterada sem aviso prévio. Em caso de dúvida, e se pretender esclarecimentos complementares solicitamos o contacto com os nossos serviços técnicos.*

Revisão de Maio de 2017  
TC.E.082.5



12

**SecilTEK HidroSTOP**

EN 998-1:2010

Argamassa de reboco de uso geral (GP) para revestimentos exteriores

Declaração de desempenho TC.E.0982

## Secil Argamassas

Secil Martingança, S.A.

Apoio ao Cliente: Apartado 2 | 2406 – 909 – Maçeira – URA – Portugal

Tel: +351 244 770 220 | Fax: +351 244 777 997 | E-mail: comercial@seclargamassas.pt



3/3

www.seclargamassas.pt

# REABILITA RJ 35

ARGAMASSA PARA REABILITAÇÃO DE JUNTAS DE ALVENARIAS ANTIGAS

TC.E.041.3

## 1. DESCRIÇÃO

A Argamassa **REABILITA RJ 35** é uma argamassa seca, formulada a partir de ligantes exclusivos à base de cal hidráulica natural, agregados siliciosos e calcários criteriosamente seleccionados e adições, destinada ao refechamento de juntas de alvenarias antigas.

Dispõe de propriedades particulares de aderência e durabilidade particularmente adaptadas à função a que se destina.

## 2. DOMÍNIO DE UTILIZAÇÃO

O **REABILITA RJ 35** utiliza-se em trabalhos de recuperação e reabilitação estética de alvenarias antigas quando se pretenda respeitar o aspecto original daquele elemento construtivo, através do preenchimento das juntas entre os elementos. A sua caracterização físico-química possibilita-lhe um óptimo desempenho a nível de aderência sobre os diversos tipos de elementos pétreos que constituem os suportes desta natureza.

O **REABILITA RJ 35** é uma argamassa cuja aplicação pressupõe a sua exposição directa a águas de precipitação, pelo que a sua composição contempla adições de agentes específicos para melhoria das suas propriedades hidrófugas, garantindo a respiração da parede.

## 3. CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO

PRODUTO EM PÓ	VALOR	NORMA
Granulometria	< 2,0 mm	-

PRODUTO EM PASTA	VALOR	NORMA
Água de amassadura	18,5 ± 0,5 %	-
Consumo teórico	16,0 kg/m <sup>2</sup> /cm	-

PRODUTO ENDURECIDO	VALOR	NORMA
Resistência à compressão	Classe CS I	EN 1015-11
Aderência ao tijolo e bloco / Modo de fractura	≥ 0,2 MPa / A e B	EN 1015-12
Módulo de elasticidade	4000 N/mm <sup>2</sup>	BS 1881-5
Massa volúmica	1600 ± 50 kg/m <sup>3</sup>	EN 1015-10
Capilaridade	Classe W2	EN 1015-18
Permeabilidade ao vapor de água μ	< 15	EN 1015-19

## 4. APLICAÇÃO

### Preparação de suportes

Deverá proceder-se à limpeza com escovagem dos elementos pétreos e/ou cerâmicos com escova de arame, de forma a obter-se uma boa superfície de aderência, eliminando os materiais desagregados ou que possam prejudicar a aderência da nova argamassa.

Realizar uma lavagem com um jacto de água, de pressão controlada, procurando minimizar-se a acção sobre as juntas de alvenaria, evitando-se a remoção da argamassa da mesma.

### Preparação da argamassa

O **REABILITA RJ 35** deve ser amassado em equipamento de amassadura contínua do produto.

Em máquinas sem doseamento automático de água amassar o **REABILITA RJ 35**, na proporção de 5,5 a 6,0 litros de água por saco de 30 kg.

Em máquinas com doseamento automático de água regular o caudal mínimo de água que permita uma boa trabalhabilidade.

### Aplicação

Após a amassadura, **REABILITA RJ 35** deve ser aplicado manualmente, com recurso a equipamento próprio, de forma a preencher correctamente os vazios nas juntas entre os vários elementos das alvenarias a tratar. Se a situação o justificar, deverá efectuar-se um preenchimento inicial de cavidades na alvenaria com pequenos cerâmicos envolvidos com a argamassa. Neste caso, o trabalho deverá ser executado em duas fases

## Secil Argamassas

Secil Martingança, S.A.

Apoio ao Cliente: Apartado 2 | 2406 – 909 – Maçeira – LRA – Portugal

Tel: +351 244 770 220 | Fax: +351 244 777 997 | E-mail: comercial@secilargamassas.pt



1/3

www.secilargamassas.pt

# REABILITA RJ 35

ARGAMASSA PARA REABILITAÇÃO DE JUNTAS DE ALVENARIAS ANTIGAS

TC.E.041.3



Preparação do suporte



Aplicação manual da argamassa



Aspecto final da argamassa

para que a primeira camada de argamassa aplicada endureça possuindo consistência suficiente para o efeito.

Para uma protecção de superfície adicional após 28 dias recomenda-se a aplicação do **SeciTEK AD 40**.

Cada trabalho de reabilitação tem especificidades próprias, pelo que, se recomenda a consulta dos nossos serviços técnicos no momento da selecção dos produtos.

## Restrições

O **REABILITA RJ 35** não deve ser aplicado a temperaturas ambientes e de suporte inferiores a 5 °C e superiores a 30 °C. O seu tempo de cura é de 28 dias.

Em tempo quente e/ou seco ou no caso de suportes expostos à acção directa dos raios solares, deve humedecer-se previamente o suporte iniciando a aplicação quando este se mostrar seco.

Nestas condições deve proceder-se à rega diária das superfícies executadas, durante uma semana, de forma a manter os rebocos permanentemente humedecidos.

A aplicação na presença de ventos fortes pode provocar a fissuração do reboco. Neste caso proceder à protecção dos paramentos de modo a

minimizar os efeitos da acção do vento.

## Conselhos complementares

- ▶ A água de amassadura deve ser isenta de impurezas (argila, matérias orgânica), devendo, de preferência, ser potável;
- ▶ Não deve ser aplicada qualquer argamassa que tenha ultrapassado o seu tempo aberto. Não amolentar as argamassas pela adição de água, após preparação;
- ▶ Não adicionar quaisquer outros produtos à argamassa, devendo a **REABILITA RJ 35**, ser aplicada tal como é apresentada na sua embalagem de origem.

## 5. EMBALAGEM E VALIDADE

### Embalagem

Sacos de papel de 30 kg em paletes plastificadas de 54 sacos.



## Validade

6 meses desde que permaneçam inalteradas as condições da embalagem originais e em condições de armazenagem ao abrigo de temperaturas extremas e da humidade.

## 6. PRODUTOS ASSOCIADOS

- ▶ **SeciTEK AD 40**  
(Protector de superfície à base de silanos siloxanos)

## 7. HIGIENE E SEGURANÇA

(NÃO DISPENSA A CONSULTA DA FICHA DE SEGURANÇA DO PRODUTO)

- ▶ Irritante para os olhos, vias respiratórias e pele;
- ▶ Pode causar sensibilização em contacto com a pele;
- ▶ Não respirar as poeiras;
- ▶ Evitar o contacto com a pele e os olhos;

## Secil Argamassas

Secil Martingança, S.A.

Apoio ao Cliente: Apartado 2 | 2406 – 909 – Maceira – LRA – Portugal

Tel: +351 244 770 220 | Fax: +351 244 777 997 | E-mail: comercial@secilargamassas.pt



2/3

www.secilargamassas.pt

# REABILITA RJ 35

ARGAMASSA PARA REABILITAÇÃO DE JUNTAS DE ALVENARIAS ANTIGAS

TC.E.041.3

- ▶ Em caso de contacto com os olhos, lavar imediatamente e abundantemente com água e consultar um especialista;
- ▶ Usar vestuário de protecção e luvas adequadas;
- ▶ Conservar fora do alcance das crianças.

*Estando as condições de aplicação dos nossos produtos fora do nosso alcance não nos responsabilizamos pela sua incorrecta utilização. É dever do cliente verificar a idoneidade do produto para o fim previsto. Em qualquer caso a nossa responsabilidade está limitada ao valor da mercadoria por nós fornecida. A informação constante da presente ficha pode ser alterada sem aviso prévio. Em caso de dúvida, e se pretender esclarecimentos complementares solicitamos o contacto com os nossos serviços técnicos.*

Revisão de Agosto de 2013  
TC.E.041.3

## Secil Argamassas

Secil Martingança, S.A.

Apoio ao Cliente: Apartado 2 | 2406 – 909 – Maçeira – LRA – Portugal

Tel: +351 244 770 220 | Fax: +351 244 777 997 | E-mail: comercial@secilargamassas.pt



3/3

www.secilargamassas.pt

# ISODUR

REBOCO TÉRMICO PROJECTADO

TC.E.068.6

## 1. DESCRIÇÃO

O *ISODUR* é uma argamassa seca, formulada a partir de ligantes mistos, agregados especiais de muito baixa densidade (Poliestireno Expandido - EPS) e adições, destinada à execução de rebocos exteriores e interiores de isolamento térmico.

É um produto vocacionado para aplicação projectada.

## 2. DOMÍNIO DE UTILIZAÇÃO

O *ISODUR* é utilizado como reboco de isolamento térmico, aplicado sobre suportes em alvenaria de tijolo, blocos de cimento ou betão, sendo constituinte do sistema de revestimento isolante que promove o tratamento térmico das paredes envolventes utilizando pano simples e/ou duplo.

Utilizado em intervenções de renovação de edifícios, a aplicação de *ISODUR* constitui um método prático e eficiente para incrementar o desempenho térmico daquelas construções, quer se trate de paredes de pano duplo quer de monolíticas.

O sistema do revestimento isolante que integra o *ISODUR* foi desenvolvido para fazer face às exigências regulamentares. O sistema aplicado de forma contínua nas superfícies da envolvente promove o tratamento eficaz das pontes térmicas, contribuindo de forma decisiva para a prevenção de patologias na construção.

O *ISODUR* pode ainda ser utilizado como betonilha aligeirada para o enchimento de pavimentos.

## 3. CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO

PRODUTO EM PÓ	VALOR	NORMA
Cor	Branco	-
Granulometria	< 1,5 mm	EN 1015-1
PRODUTO EM PASTA	VALOR	NORMA
Água de amassadura	85,0 ± 5,0 %	-
Massa volúmica	450 ± 50 kg/m <sup>3</sup>	EN 1015-6
Consumo teórico	3,1 kg/m <sup>2</sup> /cm	-
PRODUTO ENDURECIDO	VALOR	NORMA
Resistência à compressão	Classe CS I	EN 1015-11
Aderência ao tijolo e bloco / Modo de fractura	0,1 MPa / B	EN 1015-12
Massa volúmica	300 ± 50 kg/m <sup>3</sup>	EN 1015-10
Módulo de elasticidade	600 ± 50 N/mm <sup>2</sup>	BS 1881-5
Capilaridade	Classe W2	EN 1015-18
Permeabilidade ao vapor de água μ	< 5	EN 1015-19
Reacção ao fogo	Classe B-s1 d0	EN 988-1
Condutibilidade térmica	0,05 W.(m/K)	EN 12664
Índice de redução sonora*	44 dB	-

\* Índice de redução sonora a sons aéreos (Rw) - (parede de tijolo cerâmico de 22 cm com 1 cm de RHP Plus Interior e 4 cm de *ISODUR* revestido com 3 mm de *FLEXDUR* no exterior)

## 4. APLICAÇÃO

### Preparação de suportes

Os suportes devem estar isentos de poeiras, descofrantes, matérias desagregadas ou instáveis, eflorescências, bem como, de qualquer tipo de material que afecte as normais condições de aderência.

Em tempo quente ou seco o suporte deve ser saturado com água iniciando-se a sua aplicação quando este se mostrar seco.

## Secil Argamassas

Secil Martingança, S.A.

Apoio ao Cliente: Apartado 2 | 2406 – 909 – Macieira – LRA – Portugal

Tel: +351 244 770 220 | Fax: +351 244 777 997 | E-mail: comercial@seclargamassas.pt



1/3

www.seclargamassas.pt

# ISODUR

REBOCO TÉRMICO PROJECTADO

TC.E.068.6



Amassadura do ISODUR



Regulação da consistência



Projecção do ISODUR



Regularização com régua metálica



Aplicação do FLEXDUR

Em arestas, particularmente em cunhais dos edifícios e ombreiras de vãos, aconselha-se a aplicação de perfis adequados (metálicos).

No caso de aplicação manual, recomenda-se a aplicação de chapisco ou salpico (ver *Argamassa de Chapisco*).

Em superfícies de betão, em especial em tectos e zonas de significativo desenvolvimento ou solicitação, deve preparar-se o suporte com um filme de aderência (ver *SedITEK AD 90*).

Em aplicações sobre suportes antigos ou em operações de reabilitação de edifícios sugerimos a consulta prévia dos nossos Serviços Técnicos.

## Preparação da mistura

O ISODUR deve ser amassado em equipamento de projecção com pré-amassadura do produto.

Em máquinas sem doseamento automático de água amassar o ISODUR na proporção de 9,0 a 10,0 litros de água por saco de 11 kg.

Em máquinas com doseamento automático de água regular o caudal mínimo de água que permita uma boa trabalhabilidade.

## Aplicação

O ISODUR deve projectar-se directamente sobre os suportes dispondo a argamassa horizontalmente em cordões sobrepostos, de baixo para cima. Finalizada a projecção de uma camada deve nivelar-se utilizando régua metálica adequadas, efectuando passagens de baixo para cima.

Obtida a espessura total de enchimento convenientemente nivelada com régua metálica, deve

proceder-se à preparação da superfície do reboco. Este processo efectua-se com recurso a uma régua de corte ou uma talocha de pregos e tem como objectivo remover os excessos de material, e tornar a superfície de reboco rugosa promovendo uma melhor aderência da camada de regularização. Este processo deve ser executado durante as primeiras 24 horas após finalizada a projecção.

Após preparação da superfície do reboco ISODUR deve-se esperar 3 semanas para a aplicação da camada de regularização FLEXDUR ou ADHERE Vit FibraFLEX.

De forma a minimizar as juntas de trabalho, deverá assegurar-se - sempre que possível - a execução de panos completos. A retoma das juntas de trabalho deve ser realizada num prazo máximo de 12 horas.

## Espessuras

A aplicação de ISODUR deve ser realizada com espessuras totais entre 20 a 100 mm. Para espessuras superiores a 40 mm recomenda-se a execução do reboco térmico em duas camadas de espessura idêntica separadas por um intervalo não inferior a 2 horas. A espessura de cada sub-camada não deve exceder os 4 cm. Para espessuras totais superiores às mencionadas recomenda-se o reforço do reboco ISODUR com a incorporação de uma rede de fibra de vidro com tratamento anti-alcálico fixada ao suporte com buchas adequadas.

No caso de aplicação do ISODUR em suportes pouco absorventes como é o caso de suportes em betão, a camada inicial de ISODUR não deve exceder os 2 cm de espessura.

## Secil Argamassas

Secil Martingança, S.A.

Apoio ao Cliente: Apartado 2 | 2406 – 909 – Macelra – LRA – Portugal

Tel: +351 244 770 220 | Fax: +351 244 777 997 | E-mail: comercial@seclargamassas.pt



2/3

www.seclargamassas.pt

# ISODUR

REBOCO TÉRMICO PROJECTADO

TC.E.068.6

## Restrições

O *ISODUR* não deve ser aplicado a temperaturas ambientes e de suporte inferiores a 5 °C e superiores a 30 °C. O seu tempo de cura é de 3 semanas.

Em tempo quente e/ou seco ou no caso de suportes expostos à acção directa dos raios solares, deve humedecer-se previamente o suporte iniciando a aplicação quando este se mostrar seco.

Nestas condições deve proceder-se à rega diária das superfícies executadas, durante uma semana, de forma a manter os rebocos permanentemente humedecidos.

A aplicação na presença de ventos fortes pode provocar a fissuração do reboco. Neste caso proceder à protecção dos paramentos de modo a minimizar os efeitos da acção do vento.

## Conselhos complementares

- ▶ A água de amassadura deve ser isenta de impurezas (argila, matérias orgânicas), devendo, de preferência, ser potável;
- ▶ Não deve ser aplicada qualquer argamassa que tenha iniciado o processo de presa. Não amolentar as argamassas pela adição de água, após preparação;
- ▶ Não adicionar quaisquer outros produtos à argamassa, devendo o *ISODUR*, ser aplicado tal como é apresentado na sua embalagem de origem.

## 5. EMBALAGEM E VALIDADE

### Embalagem

Sacos de papel de 11 kg em paletes plastificadas de 50 sacos.



### Validade

12 meses desde que permaneçam inalteradas as condições da embalagem originais e em condições de armazenagem ao abrigo de temperaturas extremas e da humidade.

## 6. PRODUTOS ASSOCIADOS

- ▶ **FLEXDUR**  
(Argamassa para regularização e acabamento areado)
- ▶ **ADHERE Vit FibrasFLEX**  
(Argamassa para regularização)
- ▶ **SeciTEK PK 02**  
(Estuque sintético para exteriores)
- ▶ **SeciTEK AD 20**  
(Primário anti-alcálico)
- ▶ **REVDUR**  
(Acabamento acrílico decorativo)
- ▶ **SeciTEK AD 90**  
(Ponte de aderência monocomponente)

## 7. HIGIENE E SEGURANÇA

(NÃO DISPENSA A CONSULTA DA FICHA DE SEGURANÇA DO PRODUTO)

- ▶ Irritante para os olhos, vias respiratórias e pele;
- ▶ Pode causar sensibilização em contacto com a pele;
- ▶ Não respirar as poeiras;
- ▶ Evitar o contacto com a pele e os olhos;
- ▶ Em caso de contacto com os olhos, lavar imediatamente e abundantemente com água e consultar um especialista;
- ▶ Usar vestuário de protecção e luvas adequadas;
- ▶ Conservar fora do alcance das crianças.

*Estando as condições de aplicação dos nossos produtos fora do nosso alcance não nos responsabilizamos pela sua incorrecta utilização. É dever do cliente verificar a idoneidade do produto para o fim previsto. Em qualquer caso a nossa responsabilidade está limitada ao valor da mercadoria por nós fornecida. A informação constante da presente ficha pode ser alterada sem aviso prévio. Em caso de dúvida, e se pretender esclarecimentos complementares solicitamos o contacto com os nossos serviços técnicos.*

Revisão de Junho de 2017  
TC.E.068.6



09

### ISODUR

EN 998-1:2010

Argamassa de isolamento térmico (T) para revestimentos exteriores e interiores.

Declaração de desempenho DOP 015

## Secil Argamassas

Secil Martingança, S.A.

Apoio ao Cliente: Apartado 2 | 2406 – 909 – Maçeira – LRA – Portugal

Tel: +351 244 770 220 | Fax: +351 244 777 997 | E-mail: comercial@seclargamassas.pt



3/3

www.seclargamassas.pt

## TAFIBRA®

### DEFINIÇÃO

Aglomerado de fibras de madeira de densidade média (MDF) com resistência melhorada à humidade, de uso estrutural para utilização em ambiente húmido.

### APLICAÇÕES

Mobiliário, portas, divisórias, decoração de interiores, molduras, traseiras, embalagens e outras aplicações.

### MEDIDAS E ESPESSURAS STANDARD

Consultar a tabela de dimensões na nossa página web: [www.tafibra.com](http://www.tafibra.com)

### ESPECIFICAÇÕES GERAIS

PROPRIEDADES	TESTE DE REFERÊNCIA	UNIDADES	ESPESSURA (mm)						
			2,5	> 2,5 a 4	> 4 a 6	> 6 a 9	> 9 a 12	> 12 a 19	> 19 a 30
Tolerâncias sobre as dimensões nominais: Espessura	EN 324-1	mm	± 0,2	± 0,2	± 0,2	± 0,2	± 0,2	± 0,2	± 0,3
Comprimento e Largura	EN 324-1	mm/m	± 2 (máximo de 5 mm)	± 2 (máximo de 5 mm)	± 2 (máximo de 5 mm)	± 2 (máximo de 5 mm)	± 2 (máximo de 5 mm)	± 2 (máximo de 5 mm)	± 2 (máximo de 5 mm)
Esquadria	EN 324-2	mm/m	2	2	2	2	2	2	2
Teor de humidade	EN 322	%	4 a 11	4 a 11	4 a 11	4 a 11	4 a 11	4 a 11	4 a 11
Tolerância sobre a densidade média dentro de cada placa	EN 323	%	± 7	± 7	± 7	± 7	± 7	± 7	± 7

Nota: Em função do período e condições de armazenagem as características dimensionais podem alterar-se.

### PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS

PROPRIEDADES	TESTE DE REFERÊNCIA	UNIDADES	ESPESSURA (mm)						
			2,5	> 2,5 a 4	> 4 a 6	> 6 a 9	> 9 a 12	> 12 a 19	> 19 a 30
Densidade (*)	EN 323	Kg/m <sup>3</sup>	860±30	840±30	820±30	780±30	770±30	780±30	730±30
Inchamento 24 horas	EN 317	%	35	30	18	12	10	8	7
Resistência à tração	EN 319	N/mm <sup>2</sup>	1,25	1,25	1,15	1,10	1,00	1,00	1,00
Resistência à flexão	EN 310	N/mm <sup>2</sup>	34	34	34	34	32	30	28
Módulo de elasticidade	EN 310	N/mm <sup>2</sup>	3000	3000	3000	3000	2800	2700	2600

(\*) Valor não normativo. Deve ser usado somente como referência.

Nota: Valores baseados na norma NP EN 622-5 – Fibreboards – Specifications – Part 5: Requirements for dry process boards (MDF). Type MDF.HLS

TAFIBRA<sup>®</sup>SONAEPAN  
TIPO: MR (Hidrófugo)

## RESISTÊNCIA À HUMIDADE

PROPRIEDADES	TESTE DE REFERÊNCIA	UNIDADES	ESPESSURA (mm)						
			2,5	> 2,5 a 4	> 4 a 6	> 6 a 9	> 9 a 12	> 12 a 19	> 19 a 30
Resistência à tração após teste cíclico V313	EN 321	N/mm <sup>2</sup>	0,35	0,35	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Inchamento após teste cíclico V313	EN 321	%	50	40	25	19	16	15	15

## TEOR DE FORMALDEÍDO

De acordo com a Norma EN 13986 as placas de MDF Sonaepan MR são classificadas com **Classe E1**.

**CLASSE E1.** Teor ≤ 8 mg/100 g de placa seca, calculado pelo método do perfurador segundo a EN 120.

## QUALIDADE DA SUPERFÍCIE

Adequada para revestir com papel, folha de madeira e para lacagem.

Os pigmentos adicionados no processo de fabrico deste produto poderão em casos excepcionais interferir com certos tipos de colas e lacas, deve pois realizar um teste antes de os aplicar.

## REACÇÃO AO FOGO

De acordo com a norma EN 13986 as placas de MDF Sonaepan MR são classificadas como **D-s2,d0** (Euroclasse segundo a norma EN 13501-1) sempre que com densidade mínima de 600 kg/m<sup>3</sup> e espessura igual ou superior a 9 mm.

Para requisitos mais exigentes, consultar mais informação sobre produtos com reacção ao fogo melhorada fornecida sobre consulta e/ou disponível em [www.tafibra.com](http://www.tafibra.com)

Produto com marcação CE de acordo com a Norma Europeia EN 13986 e fabricado em instalações com certificação EN ISO 9001



## TAFIBRA<sup>®</sup>

### DEFINIÇÃO

Aglomerado de fibras de madeira de densidade média (MDF) de uso não estrutural para utilização em ambiente húmido, adequado para o fabrico de molduras.

### APLICAÇÕES

Molduras e perfis para mobiliário, pavimentos e portas, carpintaria de construção civil em ambiente húmido.

### MEDIDAS E ESPESSURAS STANDARD

Consultar a tabela de dimensões na nossa página web: [www.tafibra.com](http://www.tafibra.com)

### ESPECIFICAÇÕES GERAIS

PROPRIEDADES	TESTE DE REFERÊNCIA	UNIDADES	ESPESSURA (mm)			
			> 6 a 9	> 9 a 12	> 12 a 19	> 19 a 30
Tolerâncias sobre as dimensões nominais: Espessura	EN 324-1	mm	± 0,2	± 0,2	± 0,2	± 0,3
Comprimento e Largura	EN 324-1	mm/m	± 2 (máximo de 5 mm)	± 2 (máximo de 5 mm)	± 2 (máximo de 5 mm)	± 2 (máximo de 5 mm)
Esquadria	EN 324-2	mm/m	2	2	2	2
Teor de humidade	EN 322	%	4 a 11	4 a 11	4 a 11	4 a 11
Tolerância sobre a densidade média dentro de cada placa	EN 323	%	± 7	± 7	± 7	± 7

Nota: Em função do período e condições de armazenagem as características dimensionais podem alterar-se.

### PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS

PROPRIEDADES	TESTE DE REFERÊNCIA	UNIDADES	ESPESSURA (mm)			
			> 6 a 9	> 9 a 12	> 12 a 19	> 19 a 30
Densidade (*)	EN 323	Kg/m <sup>3</sup>	680±30	680±30	680±30	680±30
Inchamento	EN 317	%	12	10	8	7
Resistência à tração	EN 319	N/mm <sup>2</sup>	1,00	1,00	1,00	0,90
Resistência à flexão	EN 310	N/mm <sup>2</sup>	27	26	24	22
Módulo de elasticidade	EN 310	N/mm <sup>2</sup>	2700	2500	2400	2300

(\*) Valor não normativo. Deve ser usado somente como referência.

Nota: Valores baseados na norma NP EN 622-5 – Fibreboards – Specifications – Part 5: Requirements for dry process boards (MDF). Type MDF.H



#### RESISTÊNCIA À HUMIDADE

PROPRIEDADES	TESTE DE REFERÊNCIA	UNIDADES	Espessura (mm)			
			> 6 a 9	> 9 a 12	> 12 a 19	> 19 a 30
Resistência à tração após teste cíclico V313	EN 321	N/mm <sup>2</sup>	0,30	0,25	0,20	0,15
Inchamento após teste cíclico V313	EN 321	%	19	16	15	15

#### TEOR DE FORMALDEÍDO

De acordo com a Norma EN 13986 as placas de MDF Sonaepan T1 MR são classificadas com **Classe E1**.

**CLASSE E1.** Teor  $\leq 8$  mg/100 g de placa seca, calculado pelo método do perfurador segundo a EN 120.

#### QUALIDADE DA SUPERFÍCIE

Adequada para revestir com papel, folha de madeira.

Os pigmentos adicionados no processo de fabrico deste produto poderão em casos excecionais interferir com certos tipos de colas e lacas, deve pois realizar um teste antes de os aplicar.

#### REACÇÃO AO FOGO

De acordo com a norma EN 13986 as placas de MDF Sonaepan T1 MR são classificadas como **D-s2, d0** (Euroclasse segundo a norma EN 13501-1) sempre que com densidade mínima de 600 kg/m<sup>3</sup> e espessura igual ou superior a 9 mm.

Para requisitos mais exigentes, consultar mais informação sobre produtos com reacção ao fogo melhorada fornecida sobre consulta e/ou disponível em [www.tafibra.com](http://www.tafibra.com)

## 1. Painel Sandwich Ondutherm

O isolamento térmico de uma cobertura é fundamental para a correcta performance térmica do edifício. Este tem sido um aspecto muito menosprezado ao longo dos últimos anos. O isolamento ou não existia ou era desadequado para as reais necessidades do edifício em causa (quase sempre por questões económicas).

Felizmente, com as recentes alterações regulamentares, que levaram ao aparecimento de novos interlocutores nesta área, tal como os peritos qualificados (parte integrante do novo Sistema de Certificação Energética), parece-nos que finalmente se está no bom caminho para reverter esta situação.

Assim, com a finalidade de complementar a solução de impermeabilização apresentada anteriormente e, de maneira a permitir uma solução técnica mais completa, a Onduline disponibiliza o painel sandwich Ondutherm.

Sendo um produto bastante versátil, este pretende garantir um correcto isolamento térmico da cobertura, aliando outros factores de ordem estética e prática.

Esta é uma solução inovadora, dado que nos permite com um só material, aliar conforto térmico, possuindo um isolamento térmico em Poliestireno extrudido com espessuras de 30 até 100 mm, a uma solução estética que nos permite ter vários acabamentos visíveis pelo interior da cobertura, tais como, Friso de Abeto Natural ("forro de madeira"), gesso cartonado, aglomerado de partículas OSB, aglomerado de madeira-cimento ou simplesmente aglomerado hidrófugo. Pode ser aplicado, quer em edifícios com estruturas de cobertura já existentes, desde que estas se encontrem em bom estado de conservação e estejam preparadas ou sejam convenientemente adaptadas para suportar o peso adicional deste material (figura 36) ou em edifícios em que a estrutura vá ser executada de novo, por estar em deficientes condições funcionais (figura 37).



Fig. 36 – Ondutherm sobre estrutura existente



Fig. 37 – Ondutherm sobre estrutura nova

Dadas as dimensões deste material (2,50 x 0,60 m: 1,5 m<sup>2</sup>) e a sua simplicidade de aplicação, conseguimos trabalhos executados com grande rapidez, o que se traduzirá com certeza numa elevada poupança (especialmente nos custos de mão-de-obra), quando compararmos esta solução com soluções mais tradicionais. O facto de possuir diversos acabamentos, permite ocupar o espaço imediatamente abaixo da cobertura.

Aglomerado Hidrófugo com 10, 16 ou 19 mm de espessura

Isolamento térmico em XPS com espessura de 30 até 100 mm

Acabamentos diversos

Lista dos acabamentos mais comuns para o painel sandwich Ondutherm



Friso de Abeto Natural  
ou envernizado com



Tipo de Painel	Dimensões (mm)	Secção (mm)	Cargas admissíveis com (kg/m <sup>2</sup> ):		
			3 apoios	4 apoios	5 apoios
H19+A40+H10/FAN	2500X600	69	220	335	450
H19+A50+H10/FAN	2500X600	79	260	400	530
H19+A60+H10/FAN	2500X600	89	305	455	615
H19+A80+H10/FAN	2500X600	109	365	553	712
H19+A100+H10/FAN	2500x600	129	520	705	910
H19 A40 até A100 H10 FAN	Aglomerado hidrófugo com 19 mm de espessura Isola. Térmico em XPS com espessuras entre 40 e 100 mm Aglomerado hidrófugo com 10 mm de espessura Friso de abeto natural com 12,3 mm de espessuras				

Em função da solução estética que se pretenda poderemos optar por diversos tipos de estrutura de apoio:



Fig. 38 – Aplicação de painel sobre estrutura de madeira



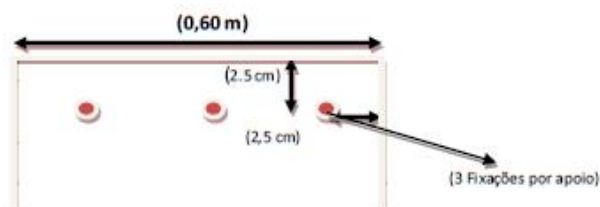
Fig. 39 – Aplicação de painel sobre estrutura de betão



Fig. 40 – Aplicação de painel sobre estrutura metálica

### 1.1.2 Fixação dos painéis

Cada painel sandwich deverá ser fixado com 3 fixações por apoio (figura 41), não devendo ultrapassar as 9 fixações por painel. Deverá ser deixado um bordo livre de pelo menos 2.5 cm (quer longitudinalmente, quer transversalmente):



O tipo de fixação irá variar de acordo com o tipo de estrutura.

**Madeira:** Parafuso standard para madeira

**Vigotas de Betão:** Grampo em alumínio com 250 mm ou parafuso tapit

**Estrutura metálica:** Parafuso auto perfurante (não comercializado pela Onduline) ou grampo de alumínio

Estas fixações já foram referidas no anterior ponto 2.2.7.

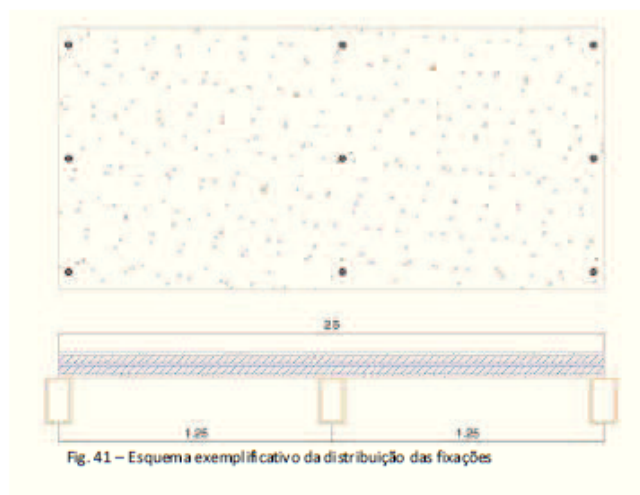


Fig. 41 – Esquema exemplificativo da distribuição das fixações

### 1.1.3 Isolamento térmico

Como já referido, um dos materiais que compõem o painel sandwich Ondutherm é o poliestireno extrudado da camada intermédia. Esta vem com espessuras que variam entre os 30 e os 100 mm, permitindo dar resposta às mais variadas necessidades de cada projecto ou edifício.

Nas tabelas seguintes podemos observar as características térmicas e dimensionais do painel Ondutherm, para as suas diversas composições. A partir dos valores incluídos nestas, poderemos calcular a resistência térmica do painel:

PAINEL SANDWICH ONDUTHERM		
Composição do painel sandwich:	Face superior	Núcleo
Densidade nominal	700kg/m <sup>3</sup>	35 kg/m <sup>3</sup>
Espessura	19 mm	De 30 até 100 mm
Coef. De Cond. Térmica $\lambda$ (w/m <sup>2</sup> °C)	0,13	0,034 (e ≤ 60 mm) 0,036 (e > 60 mm)
Resistência à compressão (N/mm <sup>2</sup> )	---	300kg/cm <sup>2</sup>
Resistência à flexão (N/mm <sup>2</sup> )	20	---
Resistência à flexão (N/mm <sup>2</sup> )	18	---
Absorção máx. por imersão durante 24h	12%	---
Resistência ao fogo	---	E

<i>Características dos acabamentos (Face inferior)</i>			
	$\lambda$ (W/m°C)	Densidade média (Kg/m <sup>3</sup> )	Espessura (mm)
<i>Friso de Abeto Natural (FAN)</i>	0,13	450	12,3
<i>Aglomerado hidrófugo (H)</i>	0,13	700	10
<i>Gesso Cartonado (YF)</i>	0,18	830	9,5
<i>Madeira/cimento</i>	0,23	1000	10
<i>OSB3</i>	0,13	620	10

#### 1.1.4 Outras recomendações na aplicação do Painel Ondutherm

- A. O painel Ondutherm deve sempre terminar em cima de um apoio, **não devendo trabalhar em consola.**
- B. Quando não se aplique por cima do painel, um sistema complementar de impermeabilização, é recomendável efectuar a selagem das juntas do painel Ondutherm. Esta selagem poderá ser efectuada com o mástique Onduflex (figura 42) ou com fita asfáltica auto-adesiva Ondufilm (figura 43):



Fig. 42 – Remate das juntas com mástique



Fig. 43 – Remate com fita Ondufilm

- C. O Painel sandwich Ondutherm deve ser aplicado com junta desencontrada (em quincôncio)



Fig. 44 – Forma de colocação do painel sandwich Ondutherm

Sistema LT  
System | Système



sistema de batente de 67mm com corte térmico

67mm opening system with thermal break

système d'ouvrant de 67mm à rupture de pont thermique

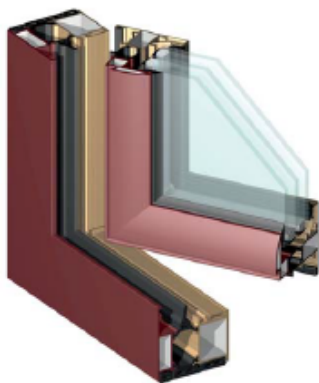


SISTEMAS  
**EURO 2000**<sup>®</sup>  
PERFIS DE ALUMÍNIO E VIDROS PARA ARQUITECTURA

## Características do Sistema - Sistema LT

System features - LT System

Caractéristiques du système - Système LT



O sistema LT foi projetado para responder às necessidades de grande conforto. A combinação deste sistema com vidros tripos seletivos proporciona altas prestações de isolamento térmico e/ou acústico.

The LT system has been designed to provide great comfort. The combination of this system with selective triple glazing offers high thermal and/or acoustic insulation.

Le système LT a été conçu pour répondre aux exigences de grand confort. La combinaison de ce système et du triple vitrage procure de hautes prestations d'isolation thermique et acoustique.

<b>Apresentação:</b> Presentation Présentation	<b>Reta   Oval</b> Straight   Oval Droite   Ovale
<b>Dimensões:</b> Dimensions Dimension	<b>Aro Fixo:</b> 67mm Fixed frame Cadre dormant <b>Aro Móvel:</b> 74mm Mobile frame Cadre ouvrant
<b>Bites:</b> Glazing beads Pardoses	<b>Retos ou Redondos</b> Straight or Round Droite ou Arrondie
<b>Enchimento:</b> Filling Remplissage	<b>De 14 a 50mm (vidro)</b> From 14 to 50mm (glass) De 14 à 50mm (vitrage)
<b>Cortes:</b> Cuts Coupes	<b>45°   90°</b>
<b>Vedação:</b> Insulation Étanchéité	<b>Junta em EPDM</b> EPDM joints Joint en EPDM
<b>União:</b> Joint Union	<b>Exteriores de várias dimensões   Esquadros de bloqueio interiores uniões de travessa</b> Exteriors of several dimensions   Inner blocking brackets and transoms unions Extérieures de différentes dimensions   Équerres de verrouillage intérieurs et unions des traverses
<b>Peso máximo*:</b> Maximum weight* Poids maximale*	<b>Janela batente (int./ext. 1   2 folhas) - 150 Kg/folha   leaf   vantail</b> Casement (in/out 1   2 leaves)   Fenêtre à la française (int./ext. 1   2 vantaux) <b>Portabatente (int./ext. 1   2 folhas) - 180 Kg/folha   leaf   vantail</b> Fen ch door (in/out 1   2 leaves)   Porte (int./ext. 1   2 vantaux) <b>Oscilo-batente - 130 Kg/folha   leaf   vantail</b> Tilt and turn   Oscillo-Battant <b>Oscilo-paralela - 160 Kg/folha   leaf   vantail</b> Tilt and slide   Oscillo-coussant <b>Projeteante - 120 Kg/folha   leaf   vantail</b> Awning   À l'italienne <b>Pivotante Vertical - 175 Kg/folha   leaf   vantail</b> Center pivot vertical   Pivotante <b>Pivotante Horizontal - 175 Kg/folha   leaf   vantail</b> Center pivot horizontal   Basculante <b>Basculante - 70 Kg/folha   leaf   vantail</b> Hopper   À soufflet <b>Harmónio - 80 Kg/folha   leaf   vantail</b> Fold   Repliable

  
Licença nº. 1406 - SOSOARES  
Licença nº. 1411 - ALFA SUL

  
Licença nº. 809 - SOSOARES

\*Verificar limites de utilização nos dados do acessório a aplicar  
\*Check usage limits on the accessory to be applied  
\*Vérifier les limites d'utilisation sur le boîtier accessoire à appliquer

**Acabamentos:** Lacados | Anodizados | Bicolores  
Finishes: Powder coating | Anodizing | Bicolor  
Finitions: Laqué | Anodisé | Bicolore



## Características do Sistema - Sistema LT Oculta

System features - Concealed LT system

Caractéristiques du système - Système LT Ouvrant Caché



De forma a dar resposta às solicitações dos projetistas, foi concebida a LT Oculta. Esta vertente da LT vem colmatar uma lacuna que se fazia notar na série minimalista de correr OS, sendo agora possível compatibilizar o sistema de correr com este sistema de batente, mantendo a coerência da linguagem arquitetónica.

Concealed LT was created to answer designers' requests. This variant of LT has come to fill a gap in the minimalist sliding system OS, making it now possible to coordinate the sliding system with this opening system, maintaining architectural lines coherent.

De manière à répondre aux exigences des maîtres d'œuvre, la LT Ouvrant Caché a été élaborée. Cette version de la LT pallie à une lacune notable de la série minimaliste de coulissant OS. A présent, la série OS (coulissant) est compatible avec cette série de ouvrant et donc cohérente pour répondre à l'expression architecturale.

<b>Apresentação:</b>	Oculta	
Presentation	Concealed	
Présentation	Caché	
<b>Dimensões:</b>	<b>Aro Fixo:</b>	<b>67mm</b>
Dimensions	Fixed frame	
Dimension	Cadre dormant	
	<b>Aro Móvel:</b>	<b>67mm</b>
	Mobile frame	
	Cadre ouvrant	
<b>Enchimento:</b>	Vidro recomendado para áreas superiores a 1,20m <sup>2</sup> : 28mm	
Filling	Recommended glass for areas higher than 1,20m <sup>2</sup> : 28mm	
Remplissage	6mm/temperado   tempered   trempé) + 14mm + 8mm(temperado   tempered   trempé)	
	6mm/temperado   tempered   trempé) + 14mm + 4.4.1mm	
<b>Cortes:</b>	45°   90°	
Cuts		
Coupes		
<b>Vedação:</b>	Junta em EPDM	
Insulation	EPDM joints	
Étanchéité	Joint en EPDM	
<b>União:</b>	Exteriores de várias dimensões   Esquadros de bloqueio interiores e uniões de travessa	
Joint	Exteriors of several dimensions   Inner blocking brackets and transoms unions	
Union	Extérieures de différentes dimensions   Équerres de verrouillage intérieurs et unions des traverses	
<b>Peso máximo*:</b>	Janelabatente 1   2 folhas - 130 Kg/folha   leaf   vantail	
Maximum weight**	Casement 1 2 leaves   Fenêtre à la française 1 2 vantaux	
Poids maximale*	Portabatente 1   2 folhas - 130 Kg/folha   leaf   vantail	
	French door 1 2 leaves   Porte 1 2 vantaux	
	Oscilo-batente (standard) - 130Kg/folha   leaf   vantail	
	Tilt and turn   Oscillo-Battant	
	Oscilo-batente (oculta) - 100 Kg/folha   leaf   vantail	
	Tilt and turn   Oscillo-Battant	
	Basculante - 70 Kg/folha   leaf   vantail	
	Hopper   A soufflet	
	* Verificar limites de utilização nos abacos de acórcio a aplicar	
	* Check usage limits on the accessory abacus to be applied	
	* Vérifier les limites d'utilisation sur le boulier accessoire à appliquer	
<b>Área máxima**:</b>	2,60m <sup>2</sup> /folha	
Maximum area**	2,60m <sup>2</sup> /leaf	
Aire maximale**	2,60m <sup>2</sup> /vantail	
	** em conformidade com ITT	
	** in accordance with ITT	
	** conformément à ITT	
<b>Acabamentos:</b>	Lacados   Anodizados   Bicolores	
Finishes	Powder coating   Anodizing   Bicolour	
Finitions	Lacqué   Anodisé   Bicolore	



Batente 1 | 2 folhas  
casement 1|2 leaves  
française 1|2 vantaux



Porta | Door | Porte  
Batente 1 | 2 folhas  
door 1|2 leaves  
française 1|2 vantaux

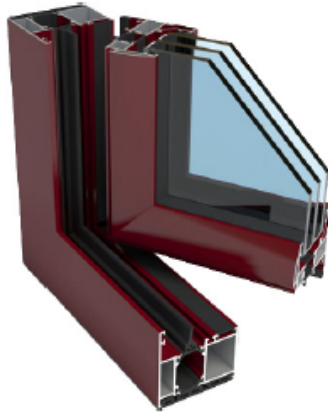


Oscilo-batente 1|2 folhas  
tilt and turn 1|2 leaves  
oscillo-battant 1|2 vantaux



Basculante  
hopper  
à soufflet





**LT**  
sistema de batente de 67mm com ponte térmica

O sistema LT foi projectado para responder às necessidades de grande conforto. A combinação deste sistema com vidros triplos selectivos proporciona altas prestações de isolamento térmico e/ou acústico.

APRESENTAÇÃO	Oval   Recta	
DIMENSÕES	Aro fixo	67mm
	Aro móvel	74mm
ENCHIMENTO	De 20 a 53mm	
CORTES	à meia esquadria	
UNIÕES	Exteriores de várias dimensões Esquadros de bloqueio interiores e uniões de travessa	
VEDAÇÃO	Junta em E.P.D.M.	
POLIAMIDAS	24 mm	
ABERTURAS/PESO MÁXIMO	Janela de batente (Int./ext. 1   2 folhas)	- 150Kg/folha
	Porta (Int./ext. 1   2 folhas)	- 180Kg/folha
	Oscilo-batente (1   2 folhas)	- 150Kg/folha
	Basculante	- 70Kg/folha
	Projectante	- 120Kg/folha
	Oscilo-paralela	- 150Kg/folha
	Harmónio (de 3 a 7 folhas)	- 80Kg/folha
ACABAMENTOS	Lacados   Anodizados   Bicolores	

**Marcação CE**

NP EN 14351-1

Janela de batente de 2 folhas com 1,60m x 1,40m  
Vidro: 8 + 16 + 8

Janela de batente de 2 folhas e fixo lateral com 2,60m x 2,40m  
Vidro: 8 + 16 + 8 (Folha fixa)  
Vidro: 8 + 16 + 8 (Folha móvel)

Permeabilidade ao AR EN 12 207:2000	Classe 4	Classe 4
Estanquidade à ÁGUA EN 12 208:2000	Classe E900	Classe E900
Resistência ao VENTO EN 12 210:2000	Classe 5	Classe B4
Coef. Transm. TÉRMICA UNE-ISO 13647:2006 Janela de 2 folhas com 1,60m x 1,40m	$U_w = 1,67 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U_g \text{ vidro} = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Isolamento ACÚSTICO NP EN 14351-1:2008 - ANEXO B	$R_w = 36\text{dB}$ $R_w \text{ vidro (IGU)} = 36\text{dB}$ , área $\leq 2,70\text{m}^2$	

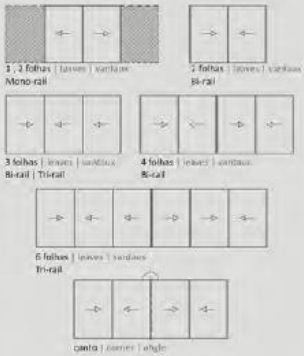


**marcação CE**  
CE marking  
marquage CE

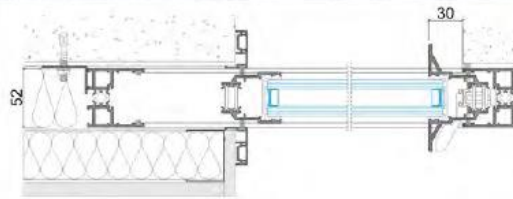
<b>Resultado de ensaio</b>   Test results   Resultats des tests NP EN 14351-1		
<b>Características</b>   Features   Caractéristiques	<b>Classificação</b> Classification Classification	
Janela de 2 folhas com 4,00m x 2,70m 2 leaves window with 4,00m x 2,70m Fenêtre à 2 feuilles avec 4,00m x 2,70m		
<b>Permeabilidade ao AR</b> AIR Permeability Perméabilité à l'AIR		<b>3</b>
<b>Estanquidade à ÁGUA</b> WATER Tightness Étanchéité à l'EUA		<b>7A</b>
<b>Resistência ao VENTO</b> WIND Resistance Résistance au VENT		<b>B2</b>
<b>Coef. Transm. TÉRMICA</b> THERMAL Transmittance Coef. de Transmission THERMIQUE	<b>Uw = 1,26 W/m² K</b> Ug = 1,1W/m² K (janela 2 folhas 2 leaves   2 feuilles 4,10x2,70m)	
<b>Isolamento ACÚSTICO</b> ACOUSTIC Insulation Isolation ACOUSTIQUE	<b>Rw janela(dB) = 30dB</b> Rw vidro (IGU) = 36dB, área < 2,70m² Rw glass (IGU) = 36dB, area < 2,70m² Rw verre(IGU) 36dB, surface < 2,70m²	

# características features caractéristiques

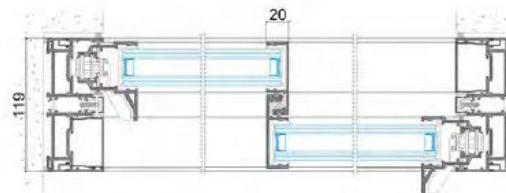
<b>Aros Fijos:</b>	52 mm   119 mm   186 mm
Fixed frames   Cadre fixe	
<b>Aros Móviles:</b>	46 mm   71 mm   96 mm
Mobile frame   Cadre mobile	
<b>Aros Centrais:</b>	65 mm   50 mm   100 mm
Middle profile   Centre	
<b>Vista Lateral:</b>	30 mm
Lateral sight   Vue latérale	
<b>Vista Central:</b>	20 mm
Central sight   Vue centrale	
<b>Vistas Superior e Inferior:</b>	0 mm
Upper and lower sights   Vues supérieure et inférieure	
<b>Enchimento:</b>	32 mm (vidros temperados)
Filling   Remplissage	Tempered glass   Verre trempé
<b>Área máxima:</b>	6,00m <sup>2</sup> /folha   leaf   vantail
Maximum area   Surface maximale	
<b>Peso máximo:</b>	320Kg/folha   leaf   vantail
Maximum weight   Poids maximale	
<b>Altura máxima:</b>	3000mm/folha   leaf   vantail
Maximum height   Hauteur maximale	



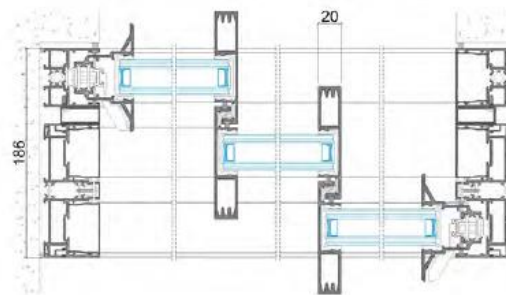
Mono-rail



Bi-rail



Tri-rail

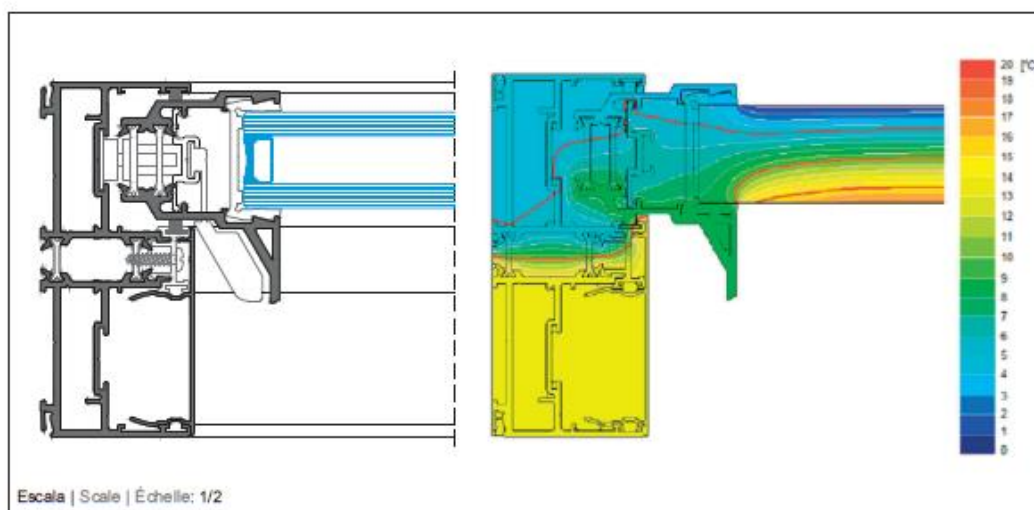


## DESEMPENHO DO SISTEMA

system performance | performance du système

<b>Marcação CE</b> CE MARKING Marquage CE  <b>Ensaio   Test   Essais CXL 123/19 - 17-12-2019</b>	<b>Janela de 2 folhas de correr com 3,195m x 2,595m</b> <b>Vidro: 8 + 16 + 8 (temperados)</b> 2 leaves window 3,195m x 2,595m - Glass: 8 + 16 + 8 (tempered) Fenêtre 2 vantaux 3,195m x 2,595m - Verre: 8 + 16 + 8 (trempé)
<b>Permeabilidade ao AR</b> AIR Permeability   Perméabilité à l'AIR	4
<b>Estanquidade à ÁGUA</b> WATER Tightness   Étanchéité à l'EAU	7A
<b>Resistência ao VENTO</b> WIND Resistance   Résistance au VENT	B3
<b>Coef. Transm. TÉRMICA*</b> THERMAL Transmittance   Coef. Transm. THERMIQUE	<b>Uw = 1,26 W/m²K</b> Ug = 1,1 W/m²K (Janela de 2 folhas com 4,10x2,70m - LxH) (2 leaves window   fenêtre 2 vantaux)
<b>Isolamento ACÚSTICO</b> ACOUSTIC Insulation   Isolation ACOUSTIQUE	<b>Rw = 39dB - Ensaio   Test   Essais nº 166-19 de 26-06-2019</b> Janela de 2 folhas com 1210mm x 1460mm - LxH - OS Opéra Opéra 2 leaves window with 1210mm x 1460mm - WxH - OS Operated GB Fenêtre 2 vantaux avec 1210mm x 1460mm - LxH - OS Seul Cadré

\* Cálculo realizado considerando o caixilho embutido na parede  
 Calculated taking into account the frame built into the wall  
 Calcul effectué en tenant compte du cadre encastré dans le mur





## Unidade de chão sem envolvente

FNQ-A, FXNQ-A



Funcionamento em  
modo de ausência  
de casa



Modo potência



Multi locatários  
(FXNQ-A)

### Unidade concebida para ficar oculta na parede

- › Ideal para instalação em escritórios, hotéis e aplicações residenciais
- › A sua pequena altura permite a instalação sob uma janela
- › Escondida discretamente na parede, sendo que apenas as grelhas de descarga e de aspiração são visíveis
- › Requer muito pouco espaço de instalação, com uma profundidade de apenas 200 mm
- › A sua elevada pressão estática permite uma instalação flexível

## FNQ-A *SkyAir*

Perfeita para aplicações comerciais ligeiras e residenciais

## FXNQ-A *VRV*

Soluções totalmente integradas para ambientes comerciais médios a grandes



Unidade interior	FNQ	25A	35A	50A	60A
Dimensões	Unidade	620 / 720x205x200(1)		620 / 720(1), 150x200(1)	
Nível de potência sonora	Arrefecimento	53		56	
Nível de pressão sonora	Arrefecimento	33/31/28		36/33/30	
	Aquecimento	33/31/28		36/33/30	
Sistemas de controlo	Controlo remoto por infravermelhos	BRC4C65			
	Controlo remoto com fios	BRC1E52 / BRC1E52A/B			

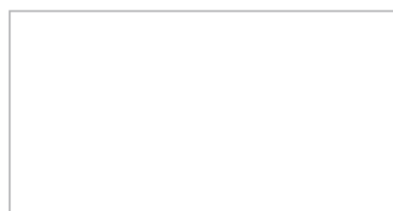
! Incluiendo o preço de instalação

Dados de eficiência	FNQ + RFS	25A + 25L3	35A + 35L3	50A + 50L	60A + 60L
Potência de arrefecimento	Nom.	2,6	3,4	5,0	6,0
Potência de aquecimento	Nom.	3,20	4,00	5,80	7,00
Potência absorvida	Arrefecimento	0,69	1,11	1,49	2,24
	Aquecimento	0,80	1,15	1,74	2,25
Eficiência sazonal de acordo com EN14523	Arrefecimento	A+		A+	A
	Pdesign	2,60	3,40	5,00	6,00
	SEER	5,63	5,65	5,72	5,51
	Consumo anual de energia	162	211	306	381
	Aquecimento (clima médio)	A+			
	Pdesign	2,90	2,90	4,00	4,60
	SCOP	4,24	4,05	4,09	4,16
	Consumo anual de energia	925	1,002	1,369	1,548
Eficiência nominal	EER	3,77	3,06	3,35	2,68
	COP	4,00	3,48	3,34	3,11
	Consumo anual de energia	345	556	746	1,119
	Etiqueta energética	A/A	B/B	A/C	D/D

Unidade exterior	RFS	25L3	35L3	50L	60L
Dimensões	Unidade	550x765x285		750x825x300	
Nível de potência sonora	Arrefecimento	59		62	
	Aquecimento	61		62	
Limites de funcionamento	Arrefecimento	Ambiente	Min.-Máx.	-10-46	
	Aquecimento	Ambiente	Min.-Máx.	-15-18	
Fluido refrigerante	Tipo/GWP	R-410A/2.087,5			
	Carga	1,32/5		1,7/9,5	1,5/3,1
Alimentação elétrica	Fase/Frequência/Tensão	1~/50/220-240		1~/50/220-230-240	

Unidade interior	FXNQ	20A	25A	32A	40A	50A	63A
Potência de arrefecimento	Nom.	2,2	2,8	3,6	4,5	5,6	7,1
Potência de aquecimento	Nom.	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,00
Potência absorvida - 50 Hz	Arrefecimento	0,071		0,078		0,099	
	Aquecimento	0,068		0,075		0,096	
Dimensões	Unidade	750		620 / 720		950	
	Altura	750		620 / 720		950	
	Largura	750		620 / 720		950	
	Profundidade	200		200		200	
Peso	Unidade	23,5		27,5		32	
Ventilador - Qualidade - 50 Hz	Arrefecimento	8,0/7,2/6,4		10,5/9,5/8,5		12,5/11/10,0	
	Aquecimento	8,0/7,2/6,4		10,5/9,5/8,5		12,5/11/10,0	
Pressão estática disponível do ventilador - 50 Hz	Arrefecimento	41/10		42/10		52/15	
	Aquecimento	51/1		52/1		59/1	
Nível de potência sonora	Arrefecimento	30/28,5/27		32/30/28		38,5/1/29	
	Aquecimento	30/28,5/27		32/30/28		38,5/1/29	
Nível de pressão sonora	Arrefecimento	30/28,5/27		32/30/28		38,5/1/29	
	Aquecimento	30/28,5/27		32/30/28		38,5/1/29	
Fluido refrigerante	Tipo	R410A					
Ligações das tubagens	Líquido	DE		6,35		9,52	
	Gás	DE		12,7		15,9	
	Drenagem	VP20 (I.D. 20"/O.D. 26)					
Alimentação elétrica	Fase/Frequência/Tensão	1~/50/220-240/220					
Corrente - 50 Hz	Dijuntor de proteção (máximo)	16					
Sistemas de controlo	Controlo remoto por infravermelhos	BRC4C65					
	Controlo remoto com fios simplificado para aplicações em hotéis	BRC1E52C (modelo recuperação de calor) / BRC1E52C (modelo bomba de calor)					
	Controlo remoto com fios	BRC1E52 / BRC1E51 / BRC1E52A/B					

EER/COP de acordo com a UEver 2010, apenas para utilização da UE | Eficiência nominal, arrefecimento a 35/27° de carga nominal, aquecimento a 20°/27° de carga nominal | Corréis gases fluídos com efeito de estufa



EGPPT15-106A CD-04/15



Daikin Europe NV participa no Programa de Certificação Eurovent para o Conjunto de Chillers Líquidos ECFL Unidades de Tratamento de Ar (WHL), Unidades Ventilador-convector FCU e Sistemas de Caudal Variável de Fluido Refrigerante (VRF) a alidade do certificado pode verificar-se on-line: [www.eurovent-certification.com](http://www.eurovent-certification.com)

A presente publicação foi criada apenas para informação e não constitui uma oferta contratual para a DAIKIN EUROPE NV. A DAIKIN EUROPE NV, ao publicar este conteúdo, declara que o mesmo contém informações corretas e não constitui uma oferta contratual para a DAIKIN EUROPE NV. A DAIKIN EUROPE NV não se responsabiliza por quaisquer erros ou omissões, no seu conteúdo, na sua utilização, ou em qualquer relação com a utilização e/ou interpretação do conteúdo publicado. Todo o conteúdo está sujeito a direitos de copyright pela DAIKIN EUROPE NV.

A presente publicação substitui a EGPPT15-106. Impresso em papel reciclado.

### DAIKIN AIRCONDITIONING PORTUGAL S.A.

Sede: Edifício D. Maria I - Piso D Alto A/B - Quinta da Fonte - 2710-229 Paço de Arcos | Tel. +351 21 426 87 00 | Fax: +351 21 426 12 94 | Email: [info@daikin.pt](mailto:info@daikin.pt)  
 Delegação Norte: Rua B - Zona Industrial de Vazideira - Lotes 50 e 51 - 4480-620 Árvore | Tel. +351 21 426 87 90 | Fax: +351 252 637 020  
[www.daikin.pt](http://www.daikin.pt)

## Energia solar e acumuladores | Coletores solares térmicos planos

Sol 250

Sol 250 H

Sol 200

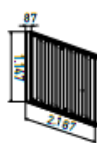
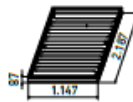
Sol 200 H



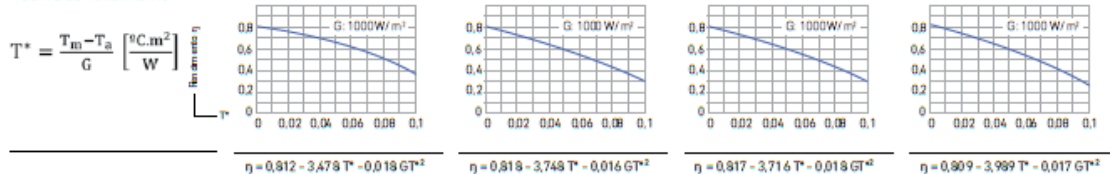
Instalação	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
Superfície total m <sup>2</sup>	2,5	2,5	2	2
Coletores por fila	Até 10	Até 10	Até 10	Até 10
Absorvedor	De alumínio, com tratamento altamente seletivo	De alumínio, com tratamento altamente seletivo	De alumínio, com tratamento altamente seletivo	De alumínio, com tratamento altamente seletivo
Espessura absorvedor mm	0,4	0,4	0,4	0,4
Absortância %	95	95	95	95
Emitância %	5	5	5	5
Circuito hidráulico	Serpentina	Serpentina	Serpentina	Serpentina
Vidro solar	Texturizado 3,2 mm	Texturizado 3,2 mm	Texturizado 3,2 mm	Texturizado 3,2 mm
Isolamento posterior	Fibra de vidro com manto negro de 40 mm	Fibra de vidro com manto negro de 40 mm	Fibra de vidro com manto negro de 40 mm	Fibra de vidro com manto negro de 40 mm
Carcaça	Alumínio cinzento RAL 7016	Alumínio cinzento RAL 7016	Alumínio cinzento RAL 7016	Alumínio cinzento RAL 7016
Garantia (1) anos	10	10	10	10

### Características coletores solares

Superfície total m <sup>2</sup>	2,51	2,51	2,01	2,01
Superfície abertura m <sup>2</sup>	2,37	2,37	1,90	1,90
Capacidade l	2,9	2,7	1,9	2,2
Peso vazio kg	47	47	34	35
Pressão máx. trabalho bar	10	10	10	10
Temp. estagnação °C	198	221	213	211



### Curva de rendimento



$$\eta = 0,812 - 3,478 T^* - 0,018 GT^{*2}$$

$$\eta = 0,818 - 3,748 T^* - 0,016 GT^{*2}$$

$$\eta = 0,817 - 3,716 T^* - 0,018 GT^{*2}$$

$$\eta = 0,809 - 3,999 T^* - 0,017 GT^{*2}$$

(1) Ver condições detalhadas da garantia nas Condições de Garantia que acompanham o produto.

(2) Referida à superfície de abertura



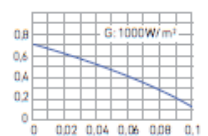
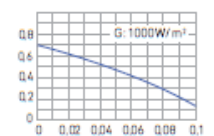
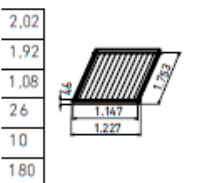
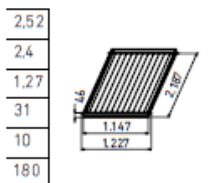
**Slim 250**

**Slim 200**



Vertical
2,5
até 8
De alumínio, com tratamento altamente seletivo
0,4
95
5
Harpa
Texturizado 3,2 mm
Fibra de vidro de 20 mm
Alumínio
8

Vertical
2
até 8
De alumínio, com tratamento altamente seletivo
0,4
95
5
Harpa
Texturizado 3,2 mm
Fibra de vidro de 20 mm
Alumínio
8



$\eta = 0,742 - 3,923 T^* - 0,014 GT^{*2}$
GPS-86 00
<b>7219376</b>
<b>561 €</b>

$\eta = 0,729 - 3,847 T^* - 0,017 GT^{*2}$
GPS-86 00
<b>7219375</b>
<b>459 €</b>

## Dados técnicos

Gama NaturaAqua Plus Reversível		ES P 35	ES P 50	ES P 80	ES P 100	ES P 120	ES P 150
Classificação Energética							
Escala ErP		A' + F	A' + F	A' + F	A' + F	A' + F	A' + F
Perfil de consumo		S	M	M	L	L	XL
Capacidade	litros	34	47	76	95	115	142
Potência	kW	1,2	1,6	2	2	2	2,4
Consumo monofásico	A	5,2	6,9	8,7	8,7	8,7	10,4
Tempo de aquecimento	( $\Delta T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ )	1h 40 min	1h 44 min	2h 14 min	2h 46 min	3h 21 min	3h 27 min
Temperatura de aquecimento	$^{\circ}\text{C}$	Até 70 $^{\circ}\text{C}$	Até 70 $^{\circ}\text{C}$	Até 70 $^{\circ}\text{C}$	Até 70 $^{\circ}\text{C}$	Até 70 $^{\circ}\text{C}$	Até 70 $^{\circ}\text{C}$
Pressão Máxima	bar	8	8	8	8	8	8
Entrada / saída de água	polegadas	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
Tensão de Conexão	Vac	230	230	230	230	230	230
Frequência	Hz	50	50	50	50	50	50
Classe de Proteção		I	I	I	I	I	I
Grau de Proteção		IP24	IP24	IP24	IP24	IP24	IP24
<b>Dimensões</b>							
Diâmetro	mm	486	486	486	486	486	486
Altura	mm	485	585	810	960	1110	1329
Peso (vazio)	kg	15,7	19,2	22,5	25,8	29,3	35
Peso (cheio)	kg	49,7	66,2	98,5	120,8	144,3	177

Gama NaturaAqua Grandes Capacidades		ES GC 150	ES GC 200	ES GC 300
Classificação Energética				
Escala ErP		A' + F	A' + F	A' + F
Perfil de consumo		M	L	L
Capacidade	litros	150	200	300
Potência	kW	2,2	2,2	3
Consumo monofásico	A	9,6	9,6	13 / 4,4 *
Tempo de aquecimento	( $\Delta T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ )	4h 10 min	6h 01 min	5h 43 min
Temperatura de aquecimento	$^{\circ}\text{C}$	Até 62 $^{\circ}\text{C}$	Até 62 $^{\circ}\text{C}$	Até 71 $^{\circ}\text{C}$
Pressão Máxima	bar	8	8	8
Entrada / saída de água	polegadas	3/4"	3/4"	3/4"
Tensão de Conexão	Vac	230	230	230
Frequência	Hz	50	50	50
Classe de Proteção		I	I	I
Grau de Proteção		IP25	IP25	IP25
<b>Dimensões</b>				
Diâmetro	mm	530	540	590
Altura	mm	1240	1570	1780
Peso (vazio)	kg	41	52	73
Peso (cheio)	kg	191	252	373

\* Corrente por fase.

Nota: A classificação energética indicada pode variar de acordo com cada produto.

