



ASSOCIAÇÃO IBÉRICA DE POLIESTIRENO EXTRUDIDO



**Soluções de isolamento térmico
com poliestireno extrudido (XPS)
para uma construção sustentável**



Conteúdo

Introdução à eficiência energética na edificação	3
Quadro normativo para a edificação	6
Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)	6
Sustentabilidade: eficiência energética contra a mudança climática	
Directiva 2002/91/CE sobre eficiência energética na edificação	
Evolução legislativa em Portugal até à transposição da Directiva 2002/91/CEI	
Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios	
RCCTE - Caracterização e quantificação das exigências	
Requisitos mínimos de Qualidade Térmica para a Envolvente dos Edifícios	14
Coeficientes de Transmissão Térmica	
Factor Solar máximo admissível	
Materiais de isolamento	17
Propriedades dos isolamentos térmicos	17
Condutibilidades térmicas dos isolamentos térmicos (EN 12667)	
Propriedades de resistência à humidade	
Absorção de água	
Absorção por ciclos de imersão em água líquida: ensaio EN 12087	
Absorção por difusão de vapor de água: ensaio EN 12088	
Absorção por ciclos gelo-degelo: ensaio EN 12091	
Resistência à difusão de vapor: ensaio EN 12086	
Resistência à compressão a curto prazo: ensaio EN 826	
Reacção ao fogo	
Temperatura máxima em serviço permanente	
Normalização e certificação dos isolamentos	24
Normas harmonizadas EN	
Marcação e etiquetagem dos produtos isolantes	
Marcação CE	
Código de Designação	
Especificidades térmicas	
Especificidades sobre a reacção ao fogo	
Marca voluntária de certificação de produto (Marca AENOR)	

Meio ambiente	30
Certificação ambiental de produtos	30
ACV (Análise de Ciclo de Vida)	
Regulamento (CE) N° 66/2010 do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de Novembro de 2009 relativo à etiqueta ecológica da UE	
Implementação de um sistema de certificação energética	32
Certificação Energética dos Edifícios	
Um novo interveniente - o Perito Qualificado	
Declaração de Conformidade Regulamentar e Certificado Energético e da Qualidade do Ar Interior	
Informação contida num certificado energético	
Validade da DCR e do CE	
A Etiqueta Energética	
Metodologia de cálculo	
Poliestireno extrudido	39
O poliestireno extrudido (XPS) para isolamento térmico na edificação	39
Fabrico	
Quadro normativo de produto e qualidade de produto certificada	
Aplicações construtivas em obra nova e reabilitação	
Coberturas planas	44
Coberturas planas invertidas	
Coberturas ligeiras tipo Deck	
Coberturas inclinadas	50
Coberturas inclinadas	
Com telha	
Fachadas isoladas pelo exterior	54
Isolamento pelo exterior de fachadas	
Muros enterrados	
Paredes duplas e isoladas pelo interior	58
Isolamento em paredes duplas	
Isolamento pelo interior	
Pavimentos	62
Lajes térreas de betão armado em contacto com o terreno	
Pavimentos com isolamento inferior	
Pavimentos com isolamento intermédio (pavimentos radiantes)	
Câmaras frigoríficas	66

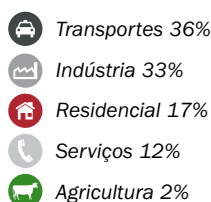
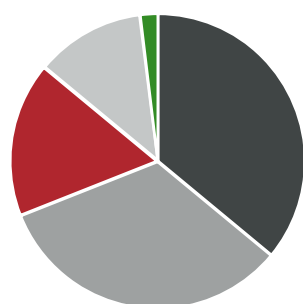
Introdução à eficiência energética na edificação

Vivemos num mundo em que, por um lado, cada vez há mais elementos que consomem energia e, por outro, temos um défice na produção da mesma; isto faz com que seja necessário pensar em medidas que reduzam o consumo da energia sem perder nenhuma das comodidades actuais.

Quase um terço da energia final é consumida nos edifícios

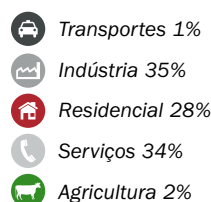
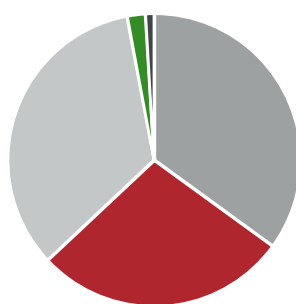
Energia final

Edifícios 29% da energia final



Energia eléctrica

Edifícios 62% da energia final



Fonte: DGEG, Balanço energético de 2006, Energia final.

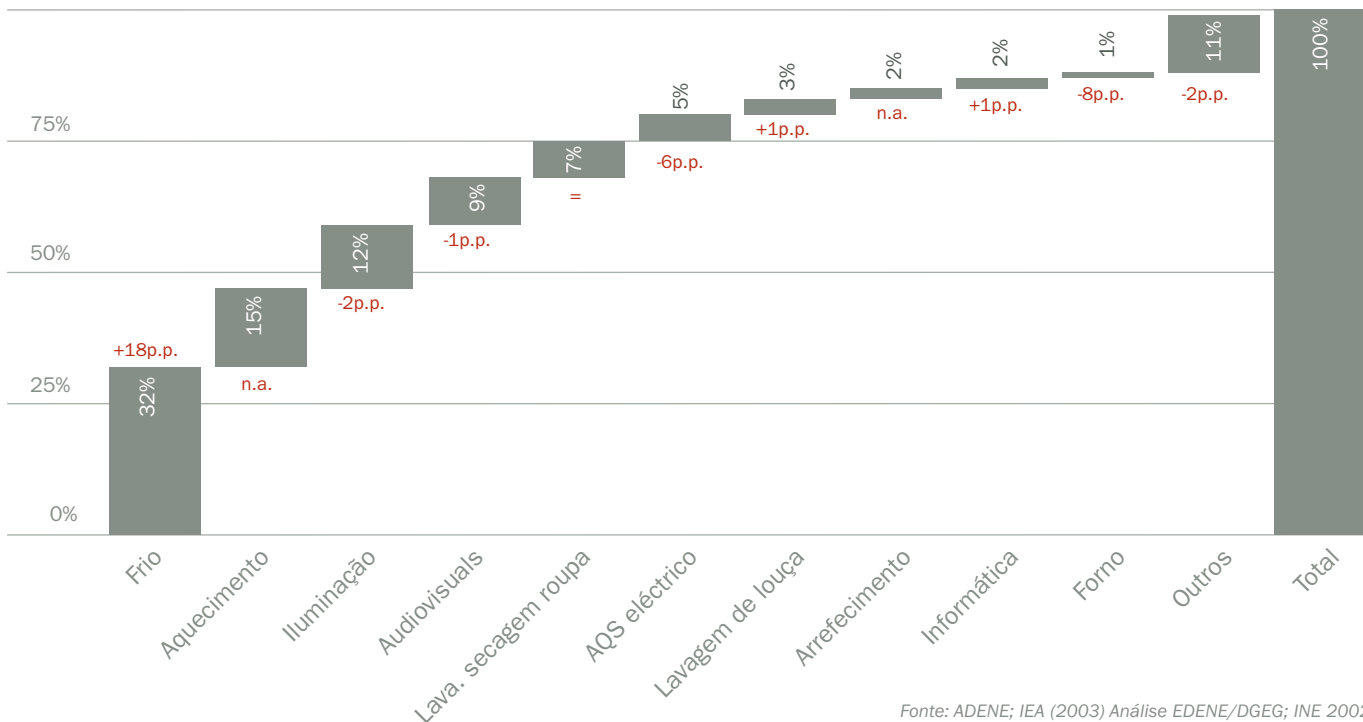
Um terço da energia que se consome na Europa deve-se aos edifícios. Desta energia consumida, metade deve-se praticamente à climatização (aquecimento e refrigeração), ou seja, a energia que temos de utilizar nos edifícios no Inverno e no Verão para que estes sejam cómodos.

A eficiência energética é conseguir a redução do consumo energético do edifício (o que conduz a uma poupança económica) sem diminuir o conforto nem a qualidade de vida, protegendo desta maneira o meio ambiente e fomentando a sustentabilidade do fornecimento energético.

A poupança energética será a quantidade de energia que se deixa de utilizar depois de implementar as distintas medidas de controlo energético nos edifícios. Para evitar este esbanjamento de energia, impõe-se a regra das três reduções:

- » Redução da energia não renovável
- » Redução da ineficiência dos sistemas
- » Redução da procura

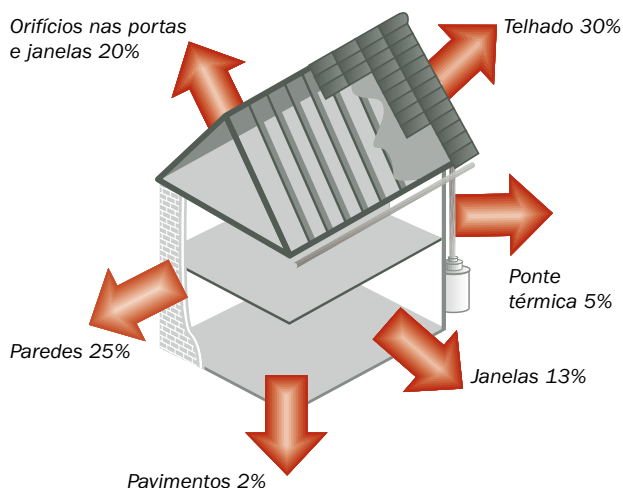
100%



Fonte: ADENE; IEA (2003) Análise EDENE/DGEG; INE 2002

A base da poupança energética será conseguir a redução da procura do edifício de energia; esta redução será mais eficiente se incidir sobretudo na parte que mais consome: a climatização. Reduzindo o consumo na climatização actua-se sobre praticamente metade do consumo do edifício, pelo que a medida adoptada será mais eficiente se apenas se incidir numa actuação com uma percentagem de influência no consumo menor, como é o caso da iluminação.

Para reduzir o consumo em climatização, a forma mais eficiente e económica é a melhoria da estrutura que envolve o edifício, uma vez que é através da “pele” do edifício que se verificam as maiores perdas energéticas:



O isolamento é a solução mais efectiva uma vez que com um investimento mínimo permite rentabilizar a poupança energética ao longo de toda a vida útil do edifício.

Estudos realizados demonstram que 1 € investido em isolamento produz 7 € de devolução.

Estudo realizado pela consultoria Ecophys em 2006

Este estudo teve como referência o preço da energia que se aplicava em 2006, nestes últimos anos, a energia tem subido e é previsível que continue a subir enquanto que o custo dos materiais de isolamento e a sua instalação tem tido um crescimento muito mais moderado, pelo que, hoje em dia, a devolução será de uma quantia superior. Se incrementarmos o isolamento da estrutura que envolve o edifício, conseguiremos que a energia introduzida no edifício não se perca, pelo que não será preciso usar constantemente energia para garantir a poupança e a eficiência energética.

Com um adequado tratamento da estrutura envolvente do edifício: fachadas, pavimentos, pontes térmicas, etc., poderemos conseguir que os edifícios consumam até 75% menos da energia do que actualmente consomem. Nisto, deve-se basear a eficiência energética, em conservar o conforto térmico actual que temos nos edifícios sem necessidade de gastar um excesso de energia que cada vez é mais cara e complexa de conseguir. Uma vez melhorada a estrutura envolvente do edifício aumentando a sua transmitância térmica com a inclusão de

isolamento térmico, os seguintes passos serão reduzir a ineficiência dos sistemas implementados e, por último, reduzir o consumo de energias não renováveis do edifício.

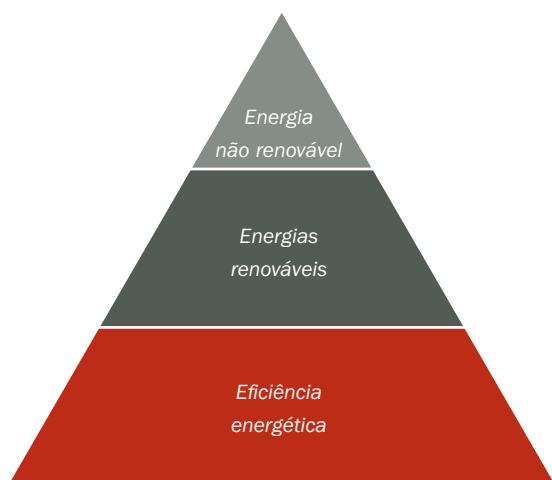
Para concluir, podemos observar que o isolamento tem um enorme potencial para enfrentar a mudança climática e a dependência energética, com um custo baixo e uma devolução imediata à sua instalação.

“Entre todas as alternativas para aumentar a eficiência energética dos edifícios, o isolamento é a mais rentável.

A Pirâmide Energética

Para atingir uma eficiência energética adequada na construção, devemos actuar onde se conseguem melhores valores; esta actuação deve-se realizar primeiro na base das perdas energéticas.

Para realizar a correcta actuação usamos o princípio da “Pirâmide Energética”:



- » Primeira actuação: reduzir a procura de energia evitando perdas energéticas e implementando medidas de poupança energética.
- » Segunda fase: utilizar fontes energéticas sustentáveis em vez de combustíveis fósseis renováveis.
- » Terceira acção: produzir e utilizar energia fóssil da forma mais eficiente possível.

A Pirâmide Energética é uma forma de gerir a energia para conseguir poupança energética, redução da dependência energética e vantagens meio ambientais, mantendo o conforto e o progresso.

“Aplicar este princípio nos edifícios implica que um isolamento óptimo seja o requisito prévio para ter edifícios sustentáveis.

A casa passiva

O conceito de Pirâmide Energética torna-se realidade com a habitação passiva.

As casas passivas costumam ser definidas como casas sem sistemas de aquecimento tradicionais e sem refrigeração activa. Isto implica que o desenho do edifício deva estar cuidado, deva ter um sistema de ventilação mecânico com recuperação de calor muito eficiente e níveis de isolamento muito elevados para conseguir chegar a edifícios que não precisem praticamente de energia exterior para conseguir o mesmo conforto térmico de um edifício actual. Portugal assumiu com a União Europeia compromissos de sustentabilidade e terá, até 2020, que garantir edifícios de consumo quase zero.

- » As casas passivas reduzem as perdas de calor. É um conceito que optimiza a comodidade do interior e os custos do edifício ao longo do seu ciclo de vida.
- » Isto significa que a poupança de custos por não ter sistemas de aquecimento / arrefecimento activos compensa o custo elevado dos componentes do edifício de alto rendimento.
- » Além disso, ao utilizar menos energia durante o seu ciclo vital, uma casa passiva gera um impacto ambiental menor.

A casa passiva baseia-se em estruturas envolventes super-isoladas e herméticas em combinação com uma recuperação muito eficiente.

“Numa vivenda passiva o consumo energético é até 85% mais baixo do que numa casa standard.

Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)

O desenvolvimento económico tem-se baseado, no último século, em utilizar fontes de energia abundantes e baratas proporcionadas pelos combustíveis fósseis. Não obstante, nos últimos 35 anos, desde a Crise do Petróleo de 1973, o mundo inteiro tem vindo a ganhar consciência dos “*limites do crescimento*” (“*The limits to growth*”), como os designava no seu famoso relatório, já em 1972, o Clube de Roma (www.clubofrome.org).

As duas questões fundamentais são, por um lado, os limites de crescimento por puro esgotamento dos combustíveis, e, por outro (embora houvesse combustíveis para outros dez mil anos), a incidência meio ambiental que acarreta a sua combustão, isto é, a emissão de gases poluentes, e especialmente o dióxido de carbono, CO₂, que conduz a um aumento do efeito de estufa sobre a superfície terrestre e por conseguinte aquecimento global, identificado com uma mudança climática de origem humana.

Daí que em Dezembro de 1997 se produzisse o *Protocolo de Quioto sobre a Mudança Climática*.

Protocolo de Quioto (1997)

O *Protocolo de Quioto sobre Mudança Climática* compromete as nações que o ratificaram a fixar uma redução de -5% das suas emissões de gases de efeito estufa no período 2008-2012 relativamente às existentes no ano base 1990. Este é o valor médio de redução para todos os países, no caso da União Europeia (UE) é -8%.

O Protocolo afirma que o objectivo, em última instância, é “a estabilização das concentrações de gases efeito estufa na atmosfera a um nível que impeça a interferência antropogénica perigosa com o sistema climático”. Não obstante, considera-se que, se alcançar o objectivo de Quioto para o período 2008-2012, o resultado, segundo os modelos climáticos, será bastante modesto, por volta da décima de grau abaixo do aumento da temperatura média que se prevê se não se tomasse nenhuma medida. A realidade é que para inverter com efectividade no processo, estabilizando a temperatura e evitando o Aquecimento Global não basta manter as taxas de emissão em valores próximos dos de 1990, mas haveria que as reduzir bastante, aproximadamente 60%.

De modo mais pormenorizado, e tendo em conta o artigo 2 do Protocolo especifica-se que “com o fim de promover o desenvolvimento sustentável, cada uma das partes (=Estados) aplicará e/ou continuará a elaborar políticas e medidas de conformidade com as suas circunstâncias nacionais, por exemplo as seguintes:

- i) fomento da eficiência energética ...;
- ii) protecção e melhoria dos escoadores e depósitos dos gases de efeito estufa...; promoção de práticas sustentáveis de gestão florestal, a florestação e a

reflorestação;

iii) *promoção de modalidades agrícolas sustentáveis...*;

iv) *... formas novas e renováveis de energia...*;

v) *eliminação gradual das deficiências do mercado, ... que sejam contrárias ao objectivo da Convenção em todos os sectores emissores de gases de efeito de estufa...*

Tendo em conta o nosso objectivo, é muito significativo que se refira em primeiro lugar a eficiência energética.

Sustentabilidade: eficiência energética

contra a mudança climática

A eficiência energética é um dos principais instrumentos para restabelecer a proporção de gases de Efeito Estufa a um nível compatível com o equilíbrio meio ambiental desejado para a Terra. Para alcançar esses 60% de redução de emissões (por agora, fora dos objectivos de Quioto no período contemplado, até 2012), a “parte positiva” é que na actualidade utiliza-se a energia de modo tão eficiente que essas reduções poderiam ser possíveis sem que fosse necessário colapsar as economias industriais.

Exemplos:

› Fomento da eficiência energética em todos os sistemas, desde as centrais térmicas até ao desenho de edifícios (orientação, ventilação, aproveitamentos passivos...), passando, por exemplo, pelas instalações de iluminação, as caldeiras e o isolamento térmico adequado das habitações e edifícios em geral.

› Fomento de fontes energéticas renováveis que não originam dióxido de carbono, como a energia solar, a eólica ou a hidroeléctrica.

› Desenvolvimento (no qual se trabalha há muito tempo) e comercialização de tecnologia energética a partir da *Fusão Nuclear* (distinguir das centrais normais até agora, de *fissão nuclear*, com dificuldades no tratamento e armazenagem dos resíduos radioactivos e reservas limitadas de urânio).

› O processo de melhoria na eficiência poderia apoiar-se utilizando mecanismos de mercado, como impostos sobre o carvão ou a energia, que reflectissem o prejuízo que causam as emissões de dióxido de carbono.

› No transporte também há um longo caminho para percorrer, mudando o insustentável paradigma do automóvel privado, em que quase se chega ao limite de uma pessoa = um automóvel (por mais avançado que esteja como máquina e como técnica), por políticas de transporte novas que não fomentem os automóveis, mas sim o transporte público, ao mesmo tempo que se reduzem as necessidades de deslocação através de mudanças na planificação urbana e regional.

Para reduzir os consumos de energia na edificação a ferramenta mais eficiente é reduzir a procura, pois desta forma evita-se o efeito de “lente de aumento”. Este efeito dá-se pelo facto dos equipamentos e as máquinas de climatização terem rendimentos que nunca são de 100% e portanto, o consumo é sempre superior à procura que o origina.

“ Nos edifícios a forma mais eficiente de reduzir a procura de energia é, além de melhorar a eficiência térmica das janelas e controlar as infiltrações não desejadas de ar exterior, a introdução de um isolamento térmico adequado em toda a envolvente.

Directiva 2002/91/CE

sobre eficiência energética na edificação

Na sua proposta para uma edificação “sustentável”, em linha com o *Protocolo de Quioto*, a União Europeia publicou em 2002 a *Directiva 2002/91/CE* sobre eficiência energética na edificação, que todos os Estados da União deviam transpor para as suas regulamentações nacionais antes do dia 4 de Janeiro de 2006.

A Comissão Europeia estima que, com o novo quadro normativo definido pela Directiva, as emissões da União Europeia podem ser reduzidas até 45 milhões de toneladas de CO₂ por ano, o que representa 22% do compromisso da UE no *Protocolo de Quioto*.

Os objectivos da Directiva são:

› Aumentar progressivamente as exigências regulamentares relativas à qualidade térmica dos edifícios de obra nova, de forma que se reduza o consumo energético. Como o consumo é a procura energética dividida pelo rendimento médio do sistema de climatização há dois termos sobre os quais incidir:

- » No numerador, isto é, reduzir a procura de duas maneiras:
 - Construindo edifícios de maior qualidade térmica;
 - Usando energias renováveis cujo efeito é reduzir a procura de energia não renovável do edifício.
- » No denominador, ou seja, aumentar o rendimento dos sistemas convencionais (baseados em energias não renováveis) de climatização.
- › Promover edifícios de obra nova com elevada eficiência energética.
- › Identificar medidas que tendam a melhorar a efi-

ciência energética de edifícios existentes.

Com tais objectivos, na Directiva estabelece-se:

- Uma *metodologia comum de cálculo* da eficiência energética (Artigo 3), respondendo assim à pergunta de como calcular o consumo energético do edifício.
- Os *requisitos mínimos* que se devem satisfazer (Artigo 4), ou seja, define-se o consumo energético máximo permitido.
- A *certificação energética* (Artigo 7), que é a forma de reconhecer o esforço utilizado para alcançar uma maior eficiência energética.
- E a *inspecção periódica* de caldeiras e sistemas de climatização (Artigo 8), a qual garante que o consumo previsto se manterá (e não crescerá) no futuro.

No que concerne à certificação energética, o *Certificado Energético* deverá descrever, na medida do possível, a situação real da eficiência energética do edifício e poderá, portanto, sofrer revisões. Os edifícios públicos devem dar exemplo, sendo periodicamente objecto de certificação energética, e mostrando de forma destacada o *Certificado Energético*. Desta forma, o facto de mostrar as temperaturas interiores oficialmente recomendadas, juntamente com temperatura realmente registada, deve desencorajar-se a má utilização dos sistemas de climatização e ventilação. Isto deve contribuir para evitar o consumo desnecessário de energia, mantendo condições ambientais interiores adequadas (conforto térmico), em função da temperatura exterior.

“A Directiva Europeia 2002/91/CE do Parlamento Europeu de 16 de Dezembro de 2002 foi transposta para o Direito Nacional Português de 4 de Abril de 2006 através de um pacote legislativo composto por três Decretos-lei: O Decreto-Lei n.º 78/2006, Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE); o Decreto-Lei n.º 79/2006, Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios (RSECE) e o Decreto-Lei n.º 80/2006, Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE).

Evolução legislativa em Portugal

até à transposição da Directiva 2002/91/CE

Desde a década de 80 que Portugal tem vindo continuamente e de forma crescente a evoluir nos conceitos, estratégias e implementação de regras para a melhoria da qualidade da construção e funcionamento dos edifícios.

Na década de 80 existiu em Portugal um manual técnico designado “Regras para a Qualidade térmica dos edifícios” que indicava algumas regras qualitativas de projecto e construção relativas ao correcto isolamento térmico. Esta ferramenta não tinha carácter legal, não era obrigatória e foi elaborada com base em alguns conceitos importados de outros países.

Em 1990 foi publicado em Portugal o Dec. Lei 40/90 de 06 de Fevereiro de 1990. O “*Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios*”, designado por RCCTE. Este documento já com vínculo legal veio introduzir conceitos e parâmetros fundamentais quer em projecto quer em obra que ainda hoje são usados. Conceitos como “pontes térmicas” ou “coeficiente de transmissão térmica de referência”.

Durante a década de 90, em 1992 surgiu o RQSECE que posteriormente veio originar o Dec Lei 118/98 de 7 de Maio, o RSECE “*Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios*” que visa fundamentalmente os edifícios com sistemas de climatização, de forma a melhorar a sua eficiência energética. Este regulamento estabelece um conjunto de regras de modo que “as exigências de conforto e de qualidade do ambiente impostas no interior dos edifícios, possam vir a ser asseguradas em condições de eficiência energética”.

Contudo, estes regulamentos não demonstraram ser suficientemente restritivos ou esclarecedores quando foi necessário reduzir o consumo dos edifícios e torná-los energeticamente mais eficientes. Assim, por transposição da directiva europeia 2002/91/CE para o direito nacional foram publicados três Decretos-Lei que continuam a vigorar e que vieram impor a Certificação Energética dos edifícios.

Todos os três decretos de lei vieram de forma explícita, ou implícita direccionar as soluções construtivas para um melhor isolamento térmico, nomeadamente com a necessidade de incremento de espessuras.

Novas exigências introduzidas pela transposição da directiva relativamente à legislação anterior, nomeadamente ao Decreto Lei nº 40/1990

O regulamento anterior ao publicado em 2006, por transposição da *Directiva 2002/91/CE* foi o *Decreto Lei nº 40/1990* e no quadro seguinte apresenta-se uma análise comparativa da legislação existente e actual.

RCCTE (DL nº 40/1990)	RCCTE (DL nº 80/2006)
Abordagem Nacional	Abordagem Europeia dada pela Directiva 2002/91/SE, Eficiência Energética dos Edifícios
Necessidades nominais anuais de energia útil	Inclusão da determinação das Necessidades Energéticas para preparação das Águas Quentes Sanitárias (QAS) Promoção, e em alguns casos, obrigatoriedade na utilização de sistemas solares térmicos para preparação de AQS Introdução de taxas de Renovação de ar
Zonamento Climático abrangente	Maior discriminação das zonas climáticas, nomeadamente com influência da distância à linha de costa e altitude Introdução de novos conceitos, como: Factor de forma do edifício; permeabilidade ao ar das caixilharia; pontes térmicas planas e lineares
Isolamento Térmico	Aumento das espessuras dos isolamentos térmicos na ordem do dobro, por via do melhoramento de cerca de 40% dos coeficiente de transmissão térmica. Promoção das energias renováveis
Dificuldade na fiscalidade do cumprimento da legislação	Obrigatoriedade da emissão de um Certificado Energético para edifícios novos e existentes Obrigatoriedade da revisão da legislação a cada 5 anos

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

Objectivos e Âmbito de aplicação

A nova regulamentação assenta no pressuposto de que uma parte significativa dos edifícios vêm a ter meios de promoção das condições ambientais nos espaços interiores, quer no Inverno quer no Verão, e impõe limites aos consumos que decorrem dos seus potenciais existência e uso.

Estão abrangidos pelo *Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios* (SCE), os seguintes edifícios:

- » Os novos edifícios, bem como os existentes sujeitos a grandes intervenções de reabilitação, ou seja uma intervenção na envolvente ou nas instalações, energéticas ou outras, do edifício, cujo custo seja superior a 25 % do valor do edifício, nas condições definidas no RCCTE, independentemente de estejam ou não sujeitos a licenciamento ou a autorização, e da entidade competente para o licenciamento ou autorização, se for o caso;
- » Os edifícios de serviços existentes, sujeitos periodicamente a auditorias, conforme especificado no RSECE;
- » Os edifícios existentes, para habitação e para serviços, aquando da celebração de contratos de venda e de locação, incluindo o arrendamento, casos em que o proprietário deve apresentar ao potencial comprador, locatário ou arrendatário o certificado emitido no âmbito do SCE.

Excluem-se do âmbito de aplicação do SCE as infra-estruturas militares e os imóveis afectos ao sistema de informações ou a forças de segurança que se encontrem sujeitos a regras de controlo e confidencialidade.

Em relação aos regulamentos técnicos (RCCTE e RSECE), o âmbito de aplicação pode ser sintetizado nas seguintes tabelas:

Aplicação dos Regulamentos Térmicos dos edifícios		
Habitação	Sujeitos a licenciamento municipal e a processo de Certificação Energética	
Novos edifícios	Regulamentos aplicáveis	Requisitos
sem sistemas de climatização ou $Pr^* \leq 25$ kW	RCCTE	Energéticos
com sistemas de climatização ou $Pr^* > 25$ kW	RCCTE + RSECE	Energéticos e qualidade do ar
Serviços	Sujeitos a licenciamento municipal e a processo de Certificação Energética	
Novos edifícios	Regulamentos aplicáveis	Requisitos
todos os pequenos edifícios sem sistemas de climatização ou $P \leq 25$ kW	RCCTE	Energéticos
Pequenos áreas < 1000/500 m ² todos os edifícios com $P > 25$ kW	RSECE	Energéticos e qualidade do ar
Grandes áreas > 1000/500 m ² todos os edifícios	RSECE	Energéticos e qualidade do ar
Edifícios serviços existentes	Procedimentos	Requisitos
Grandes áreas > 1000/500 m ²	Auditoria energética e QAI	Energéticos e qualidade do ar

* potência nominal de aquecimento ou arrefecimento. Fonte: www.adene.pt

RCCTE - Caracterização e quantificação das exigências

A caracterização de um edifício para efeitos de análise térmica baseia-se em inúmeros factores e características tais como a forma do edifício, o sistema construtivo da estrutura envolvente, a localização geográfica do edifício, a sua inércia térmica e outros. Duas das mais importantes características são a localização do edifício e a sua inércia térmica.

A importância deste parâmetro não é a mesma para todo o tipo de edifícios e ocupação:

- » No Verão (estação quente) a inércia dos edifícios é sempre muito vantajosa.
- » No Inverno (estação fria) a inércia é um factor importante nos edifícios com aquecimento contínuo e/ou ocupação intermitente (edifícios residenciais), mas menos importante em edifícios com aquecimento intermitente ou ocupação descontínua.

Para otimizar a inércia de um edifício deve procurar-se que a massa dos elementos construtivos em contacto com o ambiente interior, isto é, que estão do lado interior da camada de isolamento térmico seja elevada.

Na caracterização térmica de um edifício ou fracção o RCCTE impõe a caracterização das necessidades energéticas dos edifícios através da quantificação dos seguintes índices fundamentais:

- » Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento – **Nic**;
- » Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento – **Nvc**;
- » Necessidades nominais anuais de energia para produção de águas quentes sanitárias – **Nac**;
- » Necessidades globais de energia primária – **Ntc**.

Para cada um destes parâmetros é fixado um limite máximo admissível designados, respectivamente, por N_i , N_v , N_a e N_t . A quantificação destes limites é relativamente simples e depende, entre outros, do factor de forma do edifício, dos graus dias de aquecimento, da zona climática, do número de habitantes na fracção ou edifício, e da área útil do pavimento.

Por outro lado, a metodologia de obtenção destes índices fundamentais pressupõe a quantificação, sob condições específicas, dos seguintes parâmetros complementares:

- » Coeficientes de transmissão térmica superficiais **U**;
- » Coeficientes de transmissão térmica lineares λ ;
- » A classe de inércia térmica do edifício ou fracção autónoma **It**;
- » O factor solar dos vãos envidraçados **g**;
- » A taxa de renovação do ar interior **Rph**.

A metodologia de verificação do RCCTE admite determinadas condições interiores de referência, definidas no

Artigo 14.º, que são as seguintes:

- » Temperatura do ar no Inverno = 20 °C
- » Temperatura do ar no Verão = 25 °C e Humidade Relativa = 50%
- » Ventilação = 0,6 renovações/hora
- » Consumo de água quente sanitária a 60 °C = 40 l/pessoa

A transferência de calor através da envolvente dos edifícios depende das condições interiores (definidas anteriormente) e do clima exterior. Face à variabilidade das condições do clima exterior, o RCCTE apresenta dados climáticos médios para cada concelho de Portugal Continental e para as Regiões Autónomas, distinguindo três zonas climáticas, tanto na estação de aquecimento (zonas climáticas de Inverno: I_1 , I_2 e I_3) como na estação de arrefecimento (zonas climáticas de Verão: V_1 , V_2 e V_3).

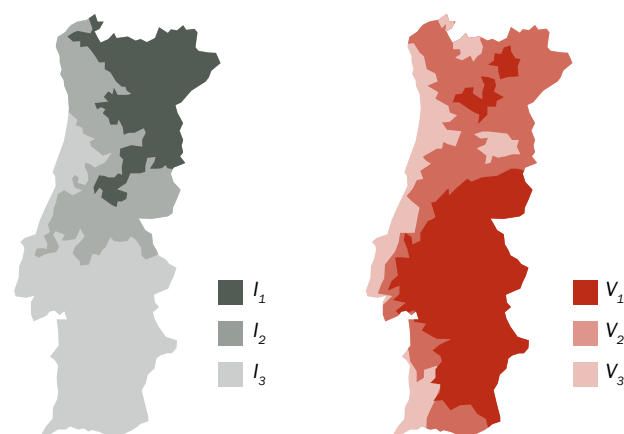
Estas zonas climáticas podem ser influenciadas pelos dados climáticos médios, mas também, tal como se apresenta nos quadros seguintes, pela altitude e distância à costa.

A zona I_1 é a mais fria durante o Inverno e a zona V_1 a mais quente no Verão.

Na figura abaixo pode observar-se a distribuição dessas zonas climáticas em Portugal Continental.

Zonamento climático de Portugal Continental

Zonas climáticas inverno Zonas climáticas verão



A seguir indicam-se, para cada concelho de Portugal Continental, as zonas climáticas de Inverno e de Verão, que devem ser corrigidas nos seguintes casos particulares:

- » Nos concelhos de Alcobaça, Leiria e Pombal, os locais situados numa faixa litoral com 10 km de largura são incluídos na zona climática de Inverno I_1 .
- » Nos concelhos de Pombal e Santiago do Cacém, os locais situados numa faixa litoral com 15 km de largura são incluídos na zona climática de verão V_1 .
- » No concelho de Alcácer do Sal, os locais situados numa faixa litoral com 10 km de largura são incluídos na zona climática de verão V_2 .

Concelho	Zona climática de inverno	Zona climática de verão
Abrantes	I2	V3
Águeda	I1	V1
Aguiar da Beira	I3	V2
Alandroal	I1	V3
Albergaria-a-Velha	I1	V1
Albufeira	I1	V2
Alcácer do Sal	I1	V3
Alcanena	I2	V2
Alcobaça	I2	V1
Alcochete	I1	V3
Alcoutim	I1	V3
Alenquer	I1	V2
Alfândega da Fé	I3	V2
Aljô	I3	V3
Aljezur	I1	V1
Aljustrel	I1	V3
Almada	I1	V1
Almeida	I3	V2
Almeirim	I1	V3
Almodôvar	I1	V3
Alpiarça	I1	V3
Alter do Chão	I1	V3
Alvaiázere	I2	V3
Alvito	I1	V3
Amadora	I1	V1
Amarante	I2	V2
Amares	I2	V2
Anadia	I1	V2
Ansião	I2	V2
Arcos de Valdevez	I3	V2
Arganil	I2	V2
Armamar	I3	V3
Arouca	I2	V1
Arraiolos	I1	V3
Arronches	I1	V3
Arruda dos Vinhos	I1	V2
Aveiro	I1	V1
Avis	I1	V3
Azambuja	I1	V3
Baião	I3	V3
Barcelos	I2	V1
Barrancos	I1	V3
Barreiro	I1	V2
Batalha	I2	V1
Beja	I1	V3
Belmonte	I2	V2
Benavente	I1	V3
Bombarral	I1	V1
Borba	I1	V3
Boticas	I3	V1
Braga	I2	V2
Bragança	I3	V2
Cabeceiras de Basto	I3	V2
Cadaval	I2	V1
Caldas da Rainha	I1	V1

Concelho	Zona climática de inverno	Zona climática de verão
Caminha	I2	V2
Campo Maior	I1	V3
Cantanhede	I1	V1
Carrazeda de Ansiães	I3	V2
Carregal do Sal	I2	V2
Cartaxo	I1	V3
Cascais	I1	V1
Castanheira de Pêra	I3	V3
Castelo Branco	I2	V3
Castelo de Paiva	I2	V1
Castelo de Vide	I2	V3
Castro Daire	I3	V2
Castro Marim	I1	V3
Castro Verde	I1	V3
Celorico da Beira	I3	V1
Celorico de Basto	I2	V2
Chamusca	I2	V3
Chaves	I3	V2
Cinfães	I3	V2
Coimbra	I1	V2
Condeixa-a-Nova	I2	V2
Constância	I2	V3
Coruche	I1	V3
Covilhã	I3	V2
Crato	I1	V3
Cuba	I1	V3
Elvas	I1	V3
Entroncamento	I1	V3
Espinho	I2	V1
Esposende	I2	V1
Estarreja	I1	V1
Estremoz	I1	V3
Évora	I1	V3
Fafe	I2	V2
Faro	I1	V2
Feira (Santa Maria da)	I2	V1
Felgueiras	I2	V2
Ferreira do Alentejo	I1	V3
Ferreira do Zêzere	I2	V3
Figueira da Foz	I1	V1
Figueira de Castelo Rodrigo	I3	V2
Figueiró dos Vinhos	I2	V3
Fornos de Algodres	I2	V1
Freixo de Espada à Cinta	I3	V2
Fronteira	I1	V3
Fundão	I2	V3
Gavião	I2	V3
Góis	I3	V2
Golegã	I1	V3
Gondomar	I2	V1
Gouveia	I3	V1
Grândola	I1	V2
Guarda	I3	V1
Guimarães	I2	V2
Idanha-a-Nova	I2	V3

Quadro normativo para a edificação

Concelho	Zona climática de inverno	Zona climática de verão
Ílhavo	I1	V1
Lagoa	I1	V2
Lagos	I1	V1
Lamego	I3	V3
Leiria	I2	V1
Lisboa	I1	V2
Loulé	I1	V2
Loures	I1	V2
Lourinhã	I1	V1
Lousã	I2	V2
Lousada	I2	V2
Mação	I2	V3
Macedo de Cavaleiros	I3	V2
Mafra	I1	V1
Maia	I2	V1
Mangualde	I2	V2
Manteigas	I3	V1
Marco de Canaveses	I2	V2
Marinha Grande	I1	V1
Marvão	I2	V3
Matosinhos	I2	V1
Mealhada	I1	V2
Mêda	I3	V2
Melgaço	I3	V1
Mértola	I1	V3
Mesão Frio	I2	V3
Mira	I1	V1
Miranda do Corvo	I2	V2
Miranda do Douro	I3	V2
Mirandela	I3	V3
Mogadouro	I3	V2
Moimenta da Beira	I3	V3
Moita	I1	V2
Monção	I2	V2
Monchique	I1	V1
Mondim de Basto	I3	V2
Monforte	I1	V3
Montalegre	I3	V1
Montemor-o-Novo	I1	V3
Montemor-o-Velho	I1	V1
Montijo	I1	V3
Mora	I1	V3
Mortágua	I1	V2
Moura	I1	V3
Mourão	I1	V3
Murça	I3	V2
Murtosa	I1	V1
Nazaré	I1	V1
Nelas	I2	V2
Nisa	I2	V3
Óbidos	I1	V1
Odemira	I1	V1
Odivelas	I1	V2
Oeiras	I1	V1
Oleiros	I3	V3

Concelho	Zona climática de inverno	Zona climática de verão
Olhão	I1	V2
Oliveira de Azeméis	I2	V1
Oliveira de Frades	I2	V1
Oliveira do Bairro	I1	V1
Oliveira do Hospital	I2	V2
Ourique	I1	V3
Ovar	I1	V1
Paços de Ferreira	I2	V2
Palmela	I1	V3
Pampilhosa da Serra	I3	V3
Paredes	I2	V1
Paredes de Coura	I3	V2
Pedrógão Grande	I2	V3
Penacova	I2	V2
Penafiel	I2	V2
Penalva do Castelo	I2	V1
Penamacor	I2	V3
Penedono	I3	V2
Penela	I2	V2
Peniche	I1	V1
Peso da Régua	I2	V3
Pinhel	I3	V2
Pombal	I2	V2
Ponte da Barca	I3	V2
Ponte de Lima	I2	V2
Ponte de Sôr	I1	V3
Portalegre	I2	V3
Portel	I1	V3
Portimão	I1	V1
Porto	I2	V1
Porto de Mós	I2	V1
Póvoa de Lanhoso	I2	V2
Póvoa de Varzim	I2	V1
Proença-a-Nova	I2	V3
Redondo	I1	V3
Reguengos de Monsaraz	I1	V3
Resende	I3	V3
Ribeira de Pena	I3	V2
Rio Maior	I2	V2
Sabrosa	I3	V3
Sabugal	I3	V2
Salvaterra de Magos	I1	V3
Santa Comba Dão	I1	V2
Santa Marta de Penaguião	I2	V3
Santarém	I1	V3
Santiago do Cacém	I1	V2
Santo Tirso	I2	V2
São Brás de Alportel	I1	V2
São João da Madeira	I2	V1
São João da Pesqueira	I3	V3
São Pedro do Sul	I2	V2
Sardoal	I2	V3
Sátão	I3	V2
Seia	I3	V2
Seixal	I1	V2

Concelho	Zona climática de inverno	Zona climática de verão
Sertã	I2	V3
Sesimbra	I1	V2
Setúbal	I1	V2
Sever do Vouga	I2	V1
Silves	I1	V2
Sines	I1	V1
Sintra	I1	V1
Sobral de Monte Agraço	I1	V2
Soure	I1	V2
Sousel	I1	V3
Tábua	I2	V2
Tabuaço	I3	V3
Tarouca	I3	V3
Tavira	I1	V2
Terras de Bouro	I3	V2
Tomar	I2	V3
Tondela	I2	V2
Torre de Moncorvo	I3	V2
Torres Novas	I2	V3
Torres Vedras	I1	V1
Trancoso	I3	V2
Trofa	I2	V1
Vagos	I1	V1
Vale de Cambra	I2	V1
Valença	I2	V2
Valongo	I2	V1
Valpaços	I3	V3
Vendas Novas	I1	V3

Concelho	Zona climática de inverno	Zona climática de verão
Viana do Alentejo	I1	V3
Viana do Castelo	I2	V1
Vidigueira	I1	V3
Vieira do Minho	I3	V2
Vila de Rei	I2	V3
Vila do Bispo	I1	V1
Vila do Conde	I2	V1
Vila Flor	I3	V2
Vila Franca de Xira	I1	V3
Vila Nova da Barquinha	I2	V3
Vila Nova de Cerveira	I2	V2
Vila Nova de Famalicão	I2	V1
Vila Nova de Foz Côa	I3	V2
Vila Nova de Gaia	I2	V1
(Vila Nova de) Ourém	I2	V2
Vila Nova de Paiva	I3	V2
Vila Nova de Poiares	I2	V2
Vila Pouca de Aguiar	I3	V2
Vila Real	I3	V2
Vila Real de Santo António	I1	V3
Vila Velha de Ródão	I2	V3
Vila Verde	I2	V2
Vila Viçosa	I1	V3
Vimioso	I3	V2
Vinhais	I3	V2
Viseu	I2	V2
Vizela	I2	V2
Vouzela	I2	V1

Abaixo indicam-se as alterações a introduzir no zonamento climático em Portugal Continental, em função da altitude dos locais.

Zona climática de Inverno do concelho	Zona climática de Inverno a considerar na altitude z	
	Altitude (z) do local - [m]	
	400 < z ≤ 600	z > 600
I1	I2	I3
I2	I2	I3
I3	I3	I3

Zona climática de Verão do concelho	Zona climática de Verão a considerar na altitude z	
	Altitude (z) do local - [m]	
	600 < z ≤ 800	z > 800
V1	V2	V1
V2	V2	V1
V3	V3	V1

Abaixo indicam-se as zonas climáticas a considerar para as Regiões Autónomas (RA), dos Açores e da Madeira, respectivamente

Dados climáticos para a Região Autónoma da Açores			
Altitude do local (z) - [m]	z ≤ 600	600 < z ≤ 1000	z > 1000
Zona climática de Inverno	I1	I2	I3
Zona climática de Verão	V1	V1	V1

Dados climáticos para a Região Autónoma da Madeira			
Altitude do local (z) - [m]	z ≤ 800	800 < z ≤ 1100	z > 1100
Zona climática de Inverno	I1	I2	I3
Zona climática de Verão	V1	V1	V1

Requisitos mínimos de Qualidade Térmica para a Envolvente dos Edifícios

O RCCTE definiu requisitos mínimos de qualidade térmica dos edifícios não só para a estação de aquecimento, mas também para a estação de arrefecimento, assim :

Coeficientes de Transmissão Térmica

Nenhum elemento da envolvente de qualquer edifício pode ter um Coeficiente de Transmissão Térmica em zona corrente (U) superior ao respectivo valor do quadro seguinte.

Coeficientes de Transmissão Térmica Superficiais máximos admissíveis de elementos opacos U(W/m² °C)

Elementos exteriores em zona corrente*

Zona Climática	I1	I2	I3
Zonas opacas Verticais	1.8	1.6	1.45
Zonas opacas Horizontais	1.25	1	0.9

Elementos Interiores em zonas corrente**

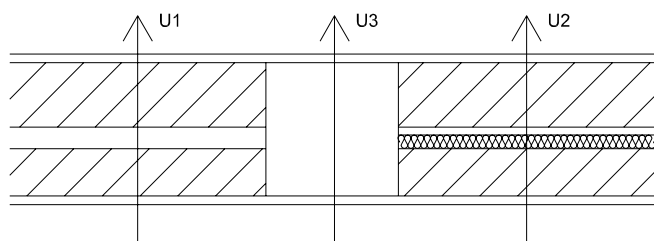
Zona Climática	I1	I2	I3
Zonas opacas Verticais	2	2	1.9
Zonas opacas Horizontais	1.65	1.3	1.2

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

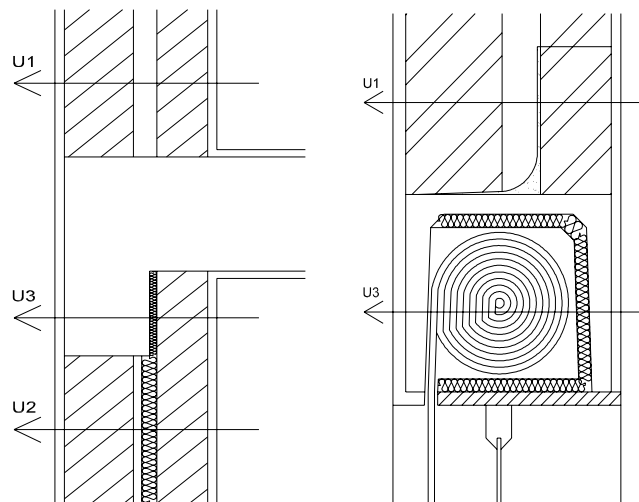
** Para outros edifícios e zonas anexas não úteis

Em zonas não correntes

Nenhuma zona de qualquer elemento opaco da envolvente, incluindo zonas de ponte térmica plana (pilares, vigas, caixas de estore) pode ter um valor de U, calculado de forma unidimensional na direcção normal à envolvente, superior ao dobro do dos elementos homólogos (verticais ou horizontais) em zona corrente, respeitando sempre, no entanto os valores máximos indicados no quadro acima. Ou seja, considerando a figura abaixo temos



Ponte térmica plana - pilar Intermediário



Pontes térmicas planas - Talão de Viga e Caixa de Estore

- Regra 1

$$U3 \leq 2 \times U1$$

$$U3 \leq 2 \times U2$$

- Regra 2

$$U3 \leq U_{\text{máx}}$$

Factor Solar máximo admissível

Nenhum vão envidraçado da envolvente de qualquer edifício com área total superior a 5% da área útil de pavimento do espaço que serve, desde que não orientado a norte (entre noroeste e nordeste), pode apresentar um factor solar correspondente ao vão envidraçado com o(s) respectivo(s) dispositivo(s) de protecção 100% activo(s) que exceda os valores do quadro abaixo.

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

Classe de Inércia Térmica(*), factor solar

Zona Climática	V1	V2	V3
Fraca	0.15	0.15	0.10
Média	0.56	0.56	0.50
Baixa	0.56	0.56	0.50

(*) A Inércia Térmica de um edifício (It) define a capacidade de amortecimento que este oferece às alterações de temperatura que se verificam no exterior, e resulta da sua capacidade de armazenamento de calor.

O RCCTE apresenta ainda valores de referência de U (Coeficiente de Transmissão Térmica) e valores de referência de Factores Solares em envidraçados (com mais de 5% de área útil do espaço que servem). Estes valores de referência permitem uma verificação simplificada do RCCTE em habitações unifamiliares com área útil menor que Amv (50m²). No entanto, para além desta condição é também necessário satisfazer as seguintes condições:

- » Nenhum elemento opaco da envolvente, em zona corrente, pode ter um coeficiente de transmissão térmica superior ao valor correspondente ao indicado no quadro (“Coeficiente de Transmissão Térmica de referência”) obedecendo também ao limite estabelecido em Zonas não Correntes em termos de valores locais para as zonas de ponte térmica plana;
- » As coberturas têm de ser de cor clara;
- » A inércia térmica do edifício tem de ser média ou forte;
- » A área dos envidraçados não pode exceder 15% da área útil do pavimento do edifício;
- » Os vãos envidraçados com mais de 5% de área útil do espaço que servem e não orientados no quadrante norte devem ter factores solares que não excedam os valores indicados no quadro dos “Factores Solares de referência em envidraçados com mais de 5% da área útil do espaço que servem”.

Factores Solares de referência em envidraçados com mais de 5% da área útil do espaço que servem			
Zona Climática	V1	V2	V3
	0.25	0.20	0.15

Estes valores de factor solar são correspondentes ao vão envidraçado com o(s) respectivo(s) de protecção 100% activos

Coeficientes de Transmissão Térmica de referência U(W/m ² °C)				
Elementos exteriores em zona corrente**				
Zona Climática	I1	I2	I3	RA(*)
Zonas opacas Verticais	0.7	0.6	0.5	1.4
Zonas opacas Horizontais	0.5	0.45	0.4	0.8
Elementos interiores em zona corrente**				
Zona Climática	I1	I2	I3	RA(*)
Zonas opacas Verticais	1.4	1.2	1	2
Zonas opacas Horizontais	1	0.9	0.8	1.25
Envidraçados	4.3	3.3	3.3	4.3

(*) Regiões autónomas da Madeira e dos Açores apenas para edifícios na zona I1;

(**) Para outras zonas anexas não úteis

Os valores máximos de U têm por objectivo auxiliar o controlo das condensações superficiais, enquanto que os valores de referência pretendem ser um indicativo sobre a qualidade mínima, do ponto de vista térmico, da envolvente dos edifícios.

Ambos os parâmetros são essenciais na avaliação do comportamento térmico do edifício.

Resumo das espessuras mínimas para cumprir as exigências do actual RRCTE de acordo com a zona climática e elemento construtivo.

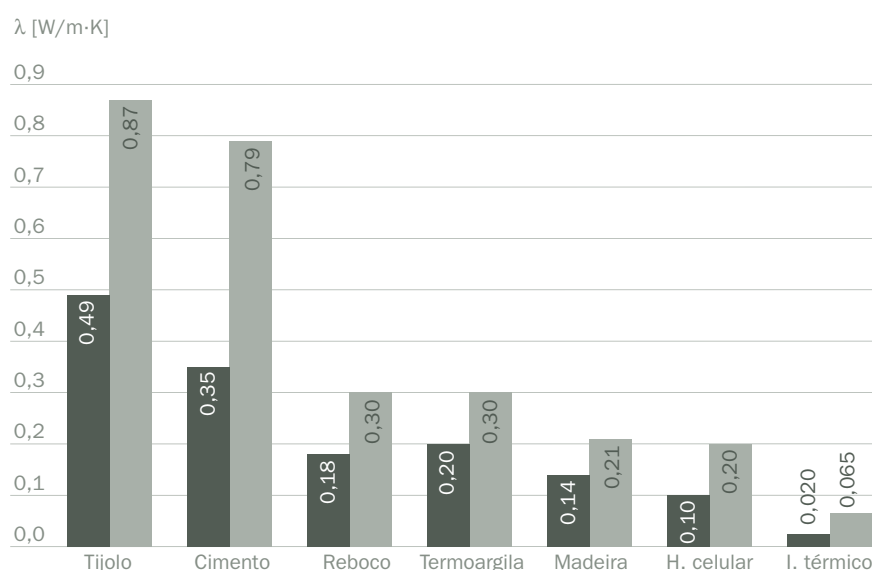
Elementos Construtivo	Zona Climática			
	I1	I2	I3	RA
	Espessura de isolante em XPS (mm)			
Parede dupla	30	30	40	0
Paredes simples com isolamento pelo exterior	40	40	50	0
Paredes simples com isolamento pelo interior	40	40	60	0
Paredes enterradas	30	30	30	30
Cobertura s inclinadas com isolamento nas vertentes (sobre a estrutura)	60	70	80	30
Coberturas inclinadas leves	60	70	80	40
Coberturas em desvão	60	60	70	30
Coberturas em terraços	60	60	70	30
Coberturas em Terraços-Jardim	30	30	40	30
Pavimentos sobre espaços exteriores (isolante sob a estrutura)	50	60	70	30
Pavimentos sobre espaços exteriores (isolante sobre a estrutura)	50	50	60	30
Pavimentos térreos	30	30	30	30

Propriedades dos isolamentos térmicos

Os isolamentos térmicos funcionam reduzindo intensamente a transmitância térmica (valor U , antigo coeficiente K) através da superfície envolvente do edifício. Pode-se verificar que o parâmetro inverso, a Resistência Térmica “ R ”, é, assim, aumentada tanto quanto possível.

Se dissermos “intensamente” é porque diferenciamos as prestações térmicas oferecidas por um isolamento térmico, das oferecidas por qualquer outro material de construção. O valor que define as referidas prestações é a condutibilidade térmica, λ (lambda). Está claro que na expressão da “ R ” sempre se obterá um valor distinto de zero, por muito pequeno que seja, para qualquer material, uma vez que não há nenhum valor tão condutor de calor que tenha uma condutibilidade térmica infinita. Do mesmo modo não existe nenhum super isolante que corte totalmente o fluxo de calor com uma condutibilidade nula.

Em última análise, os isolamentos térmicos apresentam valores muito baixos de condutibilidade e isolam termicamente, como se mostra no gráfico em anexo, com uma diferença grande relativamente aos outros materiais. Oferecem-se duas colunas para cada grupo de materiais, representativas do valor mínimo e máximo habituais na categoria de condutibilidade de cada grupo.



Categorias típicas de valores λ de diversos materiais de construção

Condutibilidades térmicas

dos isolamentos térmicos (EN 12667)

No gráfico em anexo mostram-se duas colunas, para cada tipo de produto isolante, que delimitam a categoria habitual de valores mínimo e máximo de condutibilidade térmica.

Portanto, as condutibilidades térmicas dos diversos materiais isolantes presentes normalmente no mercado oscilam entre valores de 25 e 50 mW/m°C.

Como norma empírica, válida na maioria de soluções construtivas, podemos tomar 1cm mais necessário de espessura de isolamento térmico por cada 7-8 mW de diferença em condutibilidade.

Ou seja, esses 25 mW de diferença (50-25) podem representar, para obter uma mesma prestação térmica, uma diferença de espessura de 3-4cm.

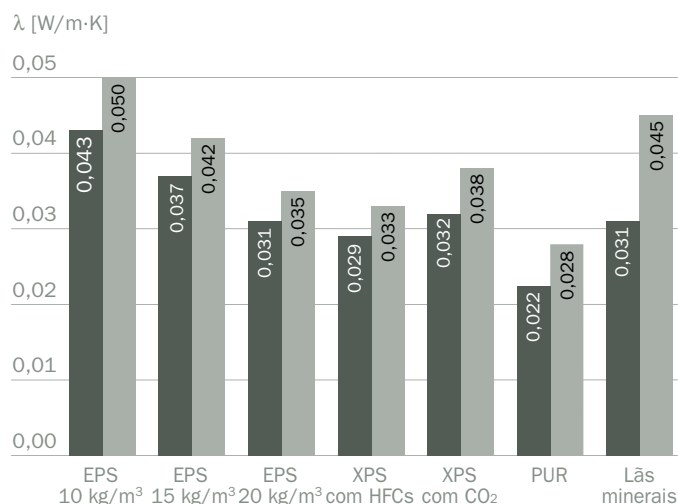
“ Por conseguinte, depois da característica básica que é a condutibilidades térmica do material, ter-se-á que considerar outras propriedades que, em função do tipo de aplicação, também podem influir, e muito, nas prestações térmicas do isolamento.

No caso das espumas orgânicas celulares isolantes sucede que retêm, na sua estrutura, ar ou outros gases de condutibilidade baixa.

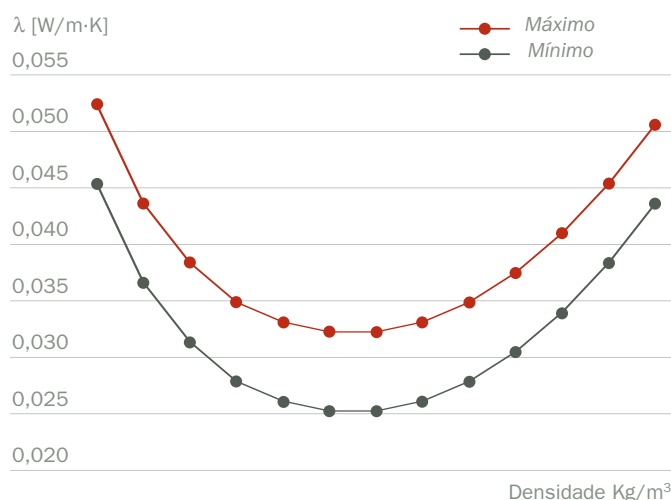
Assim, a transferência de calor através delas implica os três seguintes mecanismos clássicos, a saber:

- » A convecção: não se considera, dado o tamanho mínimo das células que habitualmente formam as espumas.
- » A condução é menor quanto menos matéria (a matéria plástica que forma a estrutura celular) exista para conduzir o calor, mas ao mesmo tempo, a radiação aumenta, ao diminuir a matéria que a pode absorver.
- » Quanto mais matéria existir, mais poderá ocorrer o efeito contrário (condução excessiva apesar de uma radiação baixa), pelo que ambos os mecanismos se compensam.

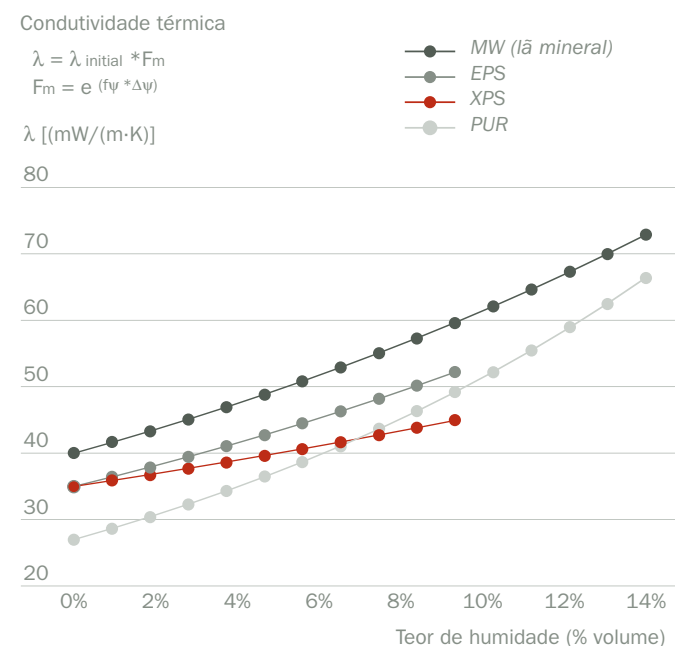
O que se verifica para este tipo de produtos é um mínimo de condutibilidade, isto é um gráfico com duas linhas ascendentes, tanto em densidades baixas (abaixo dos 25 kg/m³) como altas (acima dos 50 kg/m³).



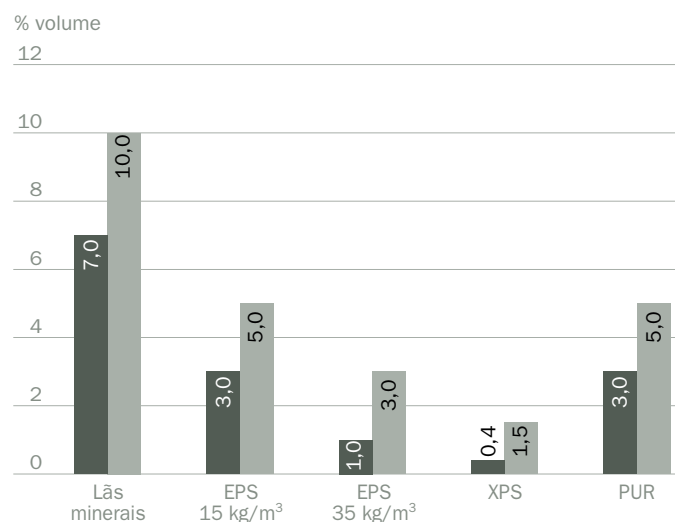
Categorias típicas de valores λ de diversos isolantes térmicos



Valor λ em função da densidade (espumas isolantes orgânicas)



Valor λ em função do teor de humidade (segundo EN ISO 10456)



Resultados típicos no ensaio de absorção de água por imersão.

Fonte: Overview of Physical Properties of Cellular Thermal Insulations, Insulations Materials, Testing and Applications, ASTM STP 1030.

Propriedades de resistência à humidade

Embora a água não seja um material de construção por si só (apesar das coberturas cisternas, onde se aproveita a sua capacidade calorífica – inércia térmica – não o seu escasso poder isolante), forma parte não desejada mas inevitável da construção, tanto na sua forma líquida, como na mais perigosa forma sólida (gelo). Assim ocorre com as infiltrações de água da chuva, as nevadas, as geladas, as condensações, a capilaridade ascendente desde o terreno, a própria água utilizada na construção do edifício, etc. Como consequência, produz-se um aumento de condutibilidade térmica dos materiais de construção quando absorvem água. No caso de alguns isolamentos térmicos também se pode produzir este efeito nocivo, uma vez que o ar ou gás confinados que constituem o isolamento, podem ser substituídos por água, que conduz 25 vezes mais o calor, ou inclusive, por gelo, que conduz 90 vezes mais calor. É um fenómeno que todos podemos sentir quando se molha a roupa.

O gráfico relaciona a absorção de água com a condutibilidade térmica, de acordo com os valores de projecto definidos da EN ISO 10456. Em todos os materiais isolantes, em maior ou menor medida, se produz um aumento da condutibilidade com valores crescentes de absorção de água. Os limites das curvas são dados através do método definido em EN ISO 10456, o que não significa que não possam ocorrer maiores absorções em todos os casos.

Absorção de água

No gráfico mostram-se as categorias de valores típicos de absorção de água para os distintos isolamentos térmicos nos diversos ensaios de absorção de água. Estes ensaios, mais do que qualificar directamente as condições reais do isolamento instalado num edifício e numa dada climatologia, devem-se interpretar como ensaios de envelhecimento acelerado para determinar a durabilidade das prestações do produto.

Absorção por ciclos de imersão

em água líquida: ensaio EN 12087

Os valores referidos para lãs minerais no gráfico, não procedem do ensaio de absorção a longo prazo EN 12087, mas de ensaios a curto prazo (48 horas). Portanto, caracterizam o produto mas não permitem a comparação nas mesmas condições com os restantes isolamentos térmicos. Pode-se observar o caso particular do poliestireno expandido (EPS), em que a densidade começa a ser uma variável que incide no seu comportamento face à humidade, com valores de absorção mais elevados para as densidades baixas (por outro lado, os mais habituais no mercado).

“ Por fim, no caso do XPS os produtos com pele de extrusão apresentam absorções que não superam 0,7%,

mas quando se elimina, através de um processo mecânico a referida pele, pode aumentar a absorção de água na superfície até 1,5%.

Absorção por difusão de vapor

de água: ensaio EN 12088

Como se pode observar no gráfico, quando há dados disponíveis, as fibras ou lã minerais dão os maiores valores de absorção. Não obstante, é mais frequente que estas prestações não tenham sido determinadas (N.P.D. = No Performance Determined) por não fazer senti-do ensaiá-las com este tipo de isolamentos térmicos.

De qualquer forma, o ensaio de absorção de água por difusão de vapor é mais duro que o de imersão, para qualquer material, como se comprova pelo facto de que todos eles registarem maiores absorções com este ensaio.

Absorção por ciclos gelo-degelo: ensaio EN 12091

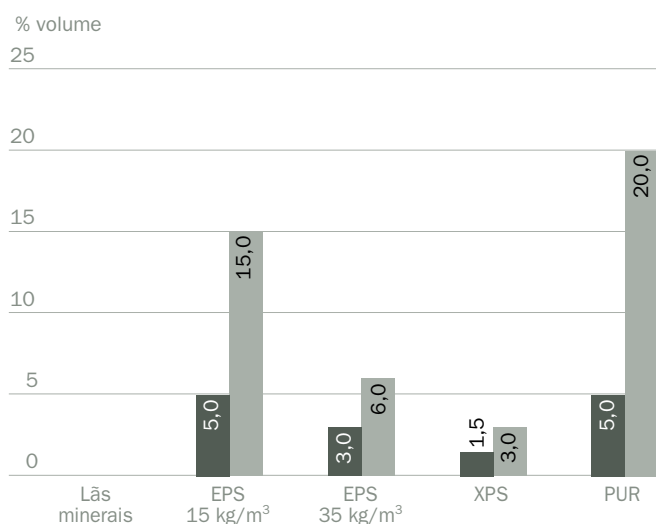
No caso do ensaio de absorção de água por ciclos de gelo-degelo, comprova-se, à parte da absorção, se houve diminuição da resistência à compressão. Se a diminuição superar 10% do valor original (antes de efectuar os ciclos), considera-se que o produto não superou o ensaio e a sua estrutura se rompeu, inutilizando-se.

Como conclusão, em zonas húmidas existe risco de absorção de água pelo isolamento térmico, o que pode levar a que a condutibilidade térmica aumente, isto é, piore. O factor fundamental para resistir a “ataques” de humidade é em saber se a estrutura é porosa ou não.

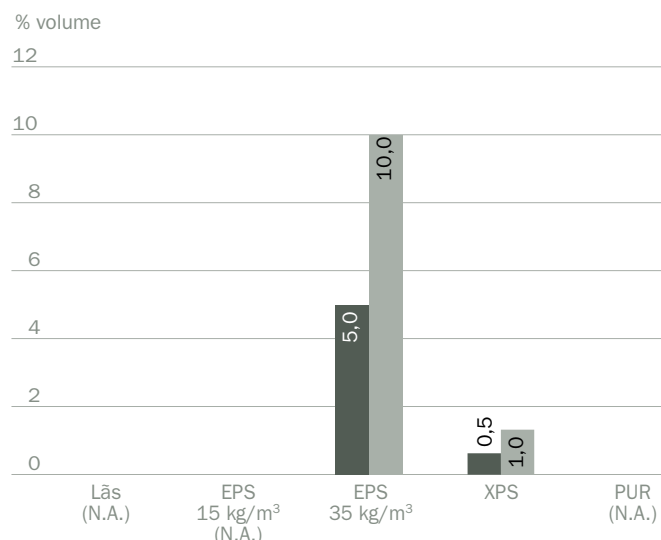
Nas lãs minerais a estrutura é 100% porosa (=poro aberto). O resultado é a máxima facilidade da água ou, ainda, o vapor (fase gasosa), para se introduzir através dos interstícios e poros nestes produtos.

Em acústica pode ser uma propriedade útil das lãs quando se aproveita para conseguir absorção acústica, mas em absorção térmica é um inconveniente. Estes possíveis “ataques” de humidade, levam à protecção cuidadosa destes isolamentos com barreiras de vapor, impermeabilizações, ventilações e drenagens.

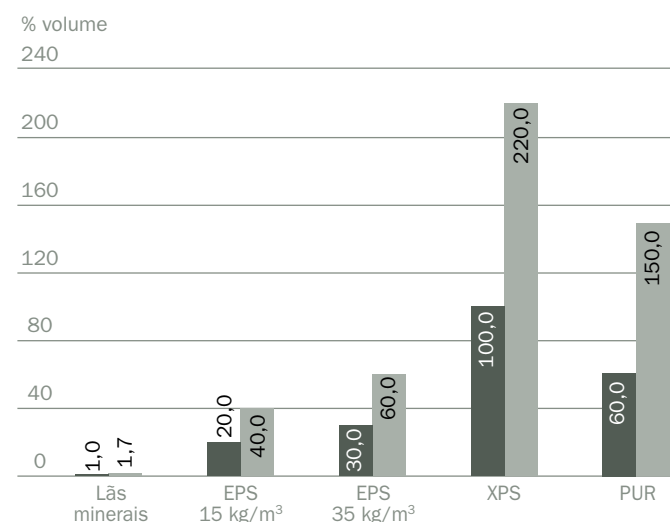
Nas espumas de plásticos celulares produz-se uma estrutura que, dependendo do tipo de produto, se qualifica, em maior ou menor quantidade, como fechada. Atinge-se o máximo de estrutura fechada (o oposto totalmente às



Resultados típicos no ensaio de absorção de água por difusão
Fonte: Overview of Physical Properties of Cellular Thermal Insulations, Insulations Materials, Testing and Applications, ASTM STP 1030.



Resultados típicos no ensaio de absorção de água por ciclos gelo-degelo



Resultados típicos no ensaio de resistência à difusão de vapor (factor μ)

fibras ou lãs) com produtos como XPS, com 98-100% de estrutura de célula fechada.

Resistência à difusão de vapor: ensaio EN 12086

No gráfico anexo incluem-se valores típicos de resistência à difusão do vapor (factor dimensional μ , "mu"); toma-se o ar como referência com valor unitário dos diversos isolamentos térmicos. O referido valor é fundamental para determinar o maior ou menor risco de condensação associado à utilização de isolamentos térmicos.

Na realidade, a patologia de humidades mais complexa e difícil de controlar verifica-se quando tem a sua origem em processos de condensação, especialmente condensação intersticial, isto é, no interior dos elementos.

Quanto maior diferença houver entre as resistências aos fluxos de temperatura, maior será o risco de que sucedam condensações, para as mesmas condições meteorológicas. Pode-se falar de isolamentos «higrotérmicos», como é o caso especialmente do XPS, com um comportamento harmónico/harmonioso ou equivalente face aos dois fluxos.

A razão baseia-se em que, desde o início, o isolamento térmico, irá reduzir intensamente o fluxo de calor. Como consequência o gradiente de temperaturas sofre um salto muito forte e contínuo na espessura do isolante. Isto significa que no "lado frio" do isolante a temperatura é muito baixa e próxima à do exterior. Mas, ao mesmo tempo, oferece-se pouca ou nenhuma resistência ao fluxo de vapor ou difusão, o resultado é uma quantidade de vapor relativamente elevada atingindo temperaturas frias e, por conseguinte, a maior probabilidade de alcançar saturação, ou seja, condensação.

“ Os isolamentos «higrotérmicos», como o poliestireno extrudido, não precisam da introdução de barreira de vapor.

De facto com a definição mais habitual de barreira de vapor é costume dar-se um valor mínimo de resistência à difusão de vapor que é garantido por estes isolamentos «higrotérmicos». Ou seja, para estes efeitos funcionam também como barreira de vapor (embora não sejam sob a forma mais conhecida, lâmina).

Resistência à compressão

a curto prazo: ensaio EN 826

Ter-se-á que avaliar qualquer aplicação onde o isolamento se encontre submetido a cargas permanentes, como é o caso de muitos isolamentos colocados em cobertura plana. Neste caso exige-se um valor adicional de resistência. Para todos os materiais isolantes a resistência

mecânica é função da densidade do material. No gráfico podem-se ver de forma sintética as diferenças entre os diversos isolamentos térmicos, mostrando para cada um deles a categoria de valores em que se movem.

Muitas vezes usam-se os ensaios de resistência à compressão a curto prazo como se o valor obtido fosse representativo do que pode resistir o material, o que é um erro, pois trata-se de um ensaio a curto prazo no qual se atinge o limite de ruptura – não o elástico –, do material, ou uma deformação, que se considera equivalente à ruptura, de 10%.

Pelo contrário, há métodos de ensaio e cálculo específicos, como o definido em EN 1606, onde se determina a resistência do isolamento para uma fluência (deformação sob carga permanente) máxima de 2%, num período de vida útil de até 50 anos. A falta de outra referência normativa ou oficial, este valor pode-se usar como valor de dimensionamento. Os fabricantes com produtos que vão estar sob carga na aplicação informam sobre o referido valor. Em geral, costuma ser um valor entre 25 e 35% do valor da resistência à compressão a curto prazo (como o obtido do ensaio EN 826).

Reacção ao fogo

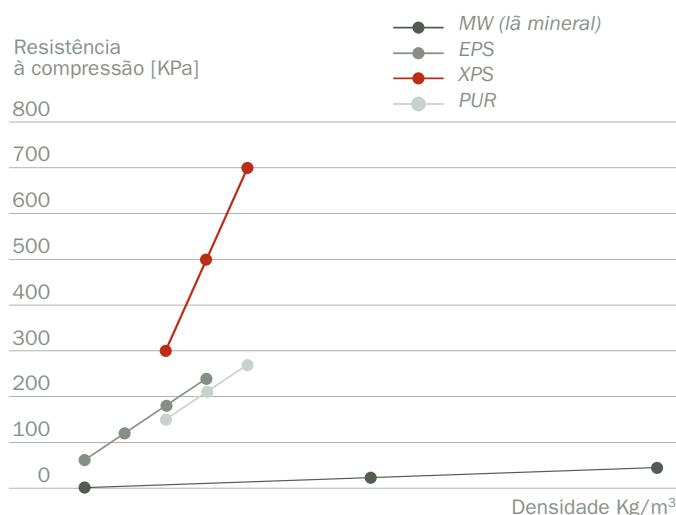
Não se deve confundir a reacção ao fogo de um material de construção com a resistência ao fogo de um elemento construtivo estrutural ou não, relativa ao tempo que o elemento mantém o fogo confinado, evitando a sua propagação (ou, no caso de um elemento estrutural, o tempo que se mantém sem se colapsar).

Consequentemente, é evidente que as espumas orgânicas não têm nenhum grau de resistência ao fogo, mas podem ter diversas reacções ao fogo, ao serem todas materiais combustíveis.

Até 2008 existia em Portugal um excessivo número de diplomas avulsos, dificilmente harmonizáveis entre si e geradores de dificuldades na compreensão integrada do que se entendia ser a Segurança contra incêndios em Edifícios. Aliás alguma da legislação em vigor datava de 1951 e estava dispersa e desactualizada.

› Em 2008 com o Decreto-Lei n.º 220/2008 de 12 de Novembro e Legislação Complementar e a Portaria n.º 1532/2008 (Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios) foi possível englobar as disposições regulamentares de segurança contra incêndio aplicáveis a todos os edifícios e recintos, distribuídos por 12 utilizações-tipo (sendo cada uma delas, por seu turno, estratificada por quatro categorias de risco de incêndio).

› Aproveitou-se igualmente este amplo movimento reformador de 2008, traduzido no novo regime jurídico, para adoptar o conteúdo das Decisões da Comissão das



Valores típicos de limite de rotura por compressão a curto prazo

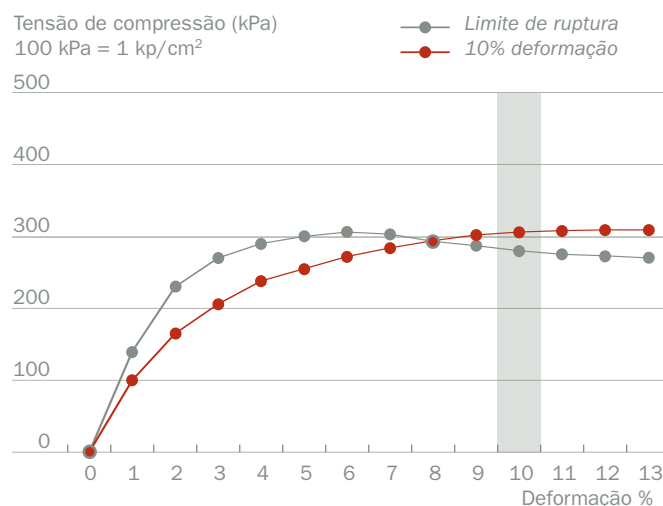


Gráfico Tensão-Deformação e limite de rotura à compressão

Comunidades Europeias n.os 2000/147/CE e 2003/632/CE, relativas à classificação da reacção ao fogo de produtos de construção, e n.os 2000/367/CE e 2003/629/CE, respeitantes ao sistema de classificação da resistência ao fogo.

A conclusão é que a informação proporcionada pelas Euroclasses não se pode comparar com a informação dada anteriormente pelas Classes M e é, de facto, muito mais exigente.

Definem-se as seguintes Euroclasses:

- » A1/A2. Exemplos: isolamentos inorgânicos (por exemplo, lãs)
- » B. Exemplos: espumas orgânicas na aplicação final de uso (revestidas).

Nota: Ensaio de referência: SBI.

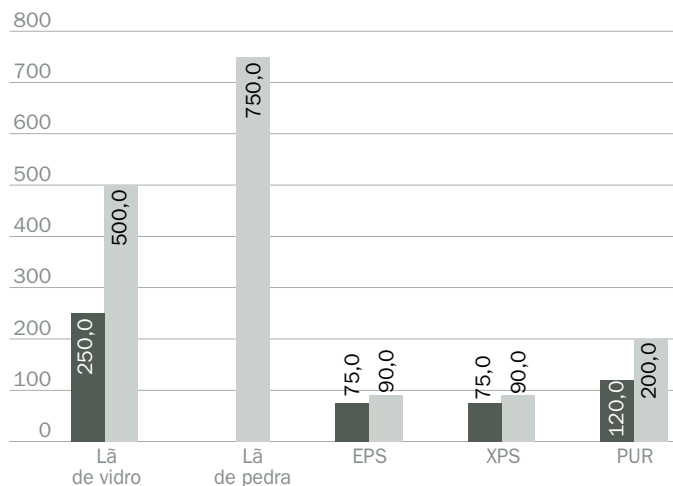
- » C, D e E. Exemplos: espumas orgânicas

Nota: ensaio de referência para a Euroclasse E: EN 11925-2 ("pequeno queimador"), enquanto que para as Euroclasses C e D é o ensaio SBI.

- » F: Sem classificar

Por outro lado, como se reúne explicitamente nas novas normas europeias,

“a segurança perante um incêndio fica garantida do modo mais adequado quando se contempla a solução construtiva completa.



Categoria de temperaturas máximas de serviço para diversos isolantes térmicos

Este é o conceito de condição ou aplicação final de uso. Assim, por exemplo, as espumas orgânicas podem ser classificadas, despidas, como C, D ou E. No entanto, a solução construtiva completa em que se montam e fixam, pode alcançar uma classificação superior, B por exemplo. Seria o caso de uma parede em que a espuma forma um composto com uma placa de gesso laminar que, na aplicação final de uso, é a que fica exposta no interior da habitação.

Temperatura máxima em serviço permanente

As diferentes temperaturas máximas de serviço dão uma ideia de porque é que os poliestirenos não têm presença em sistemas de aquecimento e isolamento industrial (embora o possam ter em criogenia). A temperatura máxima de serviço do XPS é de 75-90°C.

Normalização e certificação dos isolamentos

Desde Maio de 2003, os fabricantes e aplicadores de isolamentos térmicos são obrigados a usar a Marcação CE, a partir da conformidade às normas harmonizadas EN.

Normas harmonizadas EN

Elaboradas pelo CEN (*Comité Européen de Normalização*), por indicação da Comissão Europeia são um desenvolvimento dos *Requisitos Essenciais* na *Directiva de Produtos da Construção 89/106/CE*.

No caso dos isolamentos térmicos o *Requisito Essencial* é, claramente, a poupança de energia, e deve ser satisfeito para uma vida útil de serviço com um horizonte económico razoável. Deve-se reforçar, como consequência, a durabilidade dos produtos.

O objectivo é facilitar a livre circulação e utilização dos produtos de acordo com as referidas normas na União Europeia, tal como se expressa na *Marcação CE*. Exibir a referida Marcação supõe, pois, a conformidade do produto a essas *normas harmonizadas* europeias (*harmonizadas ~ homogéneas* para toda a Europa), tanto de produto (com valores de características dispostos em “níveis”) como de métodos de ensaio.

Há, no campo do isolamento, e no momento de redacção deste texto, uma série de normas EN, tanto de produtos como de métodos de ensaio, que, além disso, estão disponíveis, no caso português, como normas NP, agora com o “apelido” EN, por exemplo a NP EN 13172, sobre “Avaliação da Conformidade”.

A seguir, apresenta-se a lista das normas de produtos isolantes para a edificação actualmente disponíveis, traduzidas e publicadas pela AENOR (*Associação Espanhola de Normalização e a Certificação*):

- » EN 13162 - Lã mineral (MW)
- » EN 13163 - Poliestireno expandido (EPS)
- » EN 13164 - Poliestireno extrudido (XPS)
- » EN 13165 - Poliuretano em prancha rígida (PUR)
- » EN 13166 - Resina fenólica (PF)
- » EN 13167 - Vidro celular (CG)
- » EN 13168 - Lã de madeira (WW)
- » EN 13169 - Perlite expandida (EPB)
- » EN 13170 - Cortiça expandido (ICB)
- » EN 13171 - Fibra de madeira (WF)

As normas descrevem as especificidades do produto isolante (por “níveis”), os métodos de ensaio e a forma de etiquetar. Estão em vigor desde do dia

“ Para aqueles produtos que já se vejam afectados pela marcação CE, por existir norma harmonizada relativamente à qual se deve verificar a conformidade, a marcação CE é obrigatória e deve chegar ao conhecimento do utilizador.



1 de Março de 2002 e são obrigatórias desde o dia 13 de Maio de 2003. De facto, a partir da sua entrada em vigor as entidades nacionais de normalização deveriam, por uma parte, retirar as normas nacionais que se contrapuseram, e por outra, receber as normas harmonizadas de produto sem alterações.

No caso mais habitual, de proceder à tradução para o idioma nacional da norma EN correspondente, se houver discrepância predomina a versão original, em qualquer das três línguas oficiais da União Europeia (inglês, alemão, francês).

Desta forma, a nomenclatura das distintas versões inclui sempre as letras EN, independentemente da versão nacional. Portanto, pode-se ter por exemplo que a EN 13164 = UNE EN 13164 = NF EN 13164 = UNI EN 13164 = BS EN 13164....

A aplicabilidade destes critérios baseados nas normas harmonizadas circunscreve-se aos Estados que aderiram às Regras Comuns CEN/CENELEC: Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Irlanda, Islândia, Itália, Luxemburgo, Noruega, Países Baixos, Portugal, Reino Unido, Suécia, Suíça.

Marcação e etiquetagem dos produtos isolantes

A marcação e etiquetagem dos produtos devem ter em conta uma série de aspectos, tanto obrigatórios como voluntários, que devem ficar nitidamente identificados e diferenciados.

Marcação CE

Para aqueles produtos que já estejam afectados pela *marcação CE*, por existir uma norma harmonizada relativamente à qual se deve verificar a conformidade, a *marcação CE* é obrigatória e deve chegar ao conhecimento do utilizador quer seja sobre o produto, a embalagem ou uma etiqueta aderida ao produto ou à embalagem (a escolha do fabricante). Além disso pode ser aconselhável em qualquer caso que se inclua nos alvarás de entrega.

O conteúdo da informação a incluir na *marcação CE*, deve-se ajustar precisamente ao que se indica nas correspondentes normas harmonizadas dos produtos (em concreto, nos designados Anexos ZA de cada norma de produto).

Além disso, outras informações relativas ao produto, o que se conhece como “informação complementar” ou “informação de acompanhamento”, também se pode incluir na etiquetagem, mas deve ficar sempre absolutamente diferenciada e separada da *marcação CE*.

A seguir, apresentam-se três casos práticos da informação que se deve incluir na marcação CE, e nas marcas voluntárias da qualidade, tal como pode aparecer na etiqueta do produto na sua ordem adequada. À esquerda mostra-se o aspecto que pode ter uma etiqueta genérica do produto isolante e à direita uma explicação do produto mostrado.

CASO 1 etiqueta de um produto de isolamento térmico só com marcação CE

	Logótipo da marcação CE
XXX	É o nome e a morada completa do fabricante
04	Últimos dois dígitos do ano em que se iniciou a colocação da Marcação CE (este número manter-se-á no futuro enquanto não se modificar o produto, o que dará lugar a uma nova Marcação CE)
EN 13164	N.º de norma harmonizada (exemplo: XPS)
YYY	Corresponde à identificação do produto
Classificação ao fogo: Euroclasse Condutibilidade: $\lambda_D = 0.0... W/m \cdot K$ Resistência térmica: RD = ____ $m^2 \cdot K/W$ Espessura: ____ mm.	Características declaradas pelo fabricante
Código de designação: XPS-EN 13164 - T1- DLT(1)5- CS(10\Y)300 – WL(T)0.7 – MU 150	Código de designação, onde se relacionam uma série de características particulares que o fabricante declara na forma indicada no capítulo correspondente da norma harmonizada aplicável. Relativo aos Capítulos Relativos da tabela ZA-1 (Anexo ZA).

A informação do quadro anterior é a que se deveria incluir para a marcação CE; o resto das informações possíveis, tal como: dimensões, número de placas, superfície, outras marcas voluntárias de qualidade (como a Marca AENOR) que possa ostentar o produto, assim como as características associadas que se certificam, devem aparecer separadas da marcação CE, em quadros distintos, no lado lateral ou por debaixo da marcação CE.

CASO 2 etiqueta de um produto só com a Marca voluntária (como a N, ou seja, sem marcação CE por ainda não ter sido publicada nenhuma norma harmonizada)

	Logótipo da marca voluntária
Nome comercial. Fabricante ou fornecedor. Identificação do produto Classes Classificação segundo a sua reacção ao fogo Dimensões nominais (espessura, comprimento, largura) N.º de placas ou peças Superfície	Aquela informação que deve aparecer de acordo com o Regulamento Técnico Particular do Comité Técnico de Certificação de AENOR (o CTC-020, por exemplo, de isolamento térmico) e com a norma NP de produto.
Nº de certificado: 020/aaa	aaa é o número de certificado de AENOR

Juntamente com a correcta etiquetagem, tal como se descreveu, a marcação CE implica outros dois tipos de documentos:

› A chamada *Declaração de Conformidade* do fabricante; este escreve o documento de Declaração, reunindo as características do seu produto em função do definido pelas normas harmonizadas do produto correspondente.

› Baseia-se a Declaração com os chamados *Ensaio Iniciais de Tipo (ITT)*, das suas siglas em inglês, por *Initial Type Testing*), realizados num laboratório pertencente a um *Organismo Notificado* europeu (para avaliar a conformidade das normas). Se o fabricante não mudar o fabrico nem as características do produto não tem obrigação de repetir esses *ITT*.

CASO 3 etiqueta de um produto de isolamento com marcação CE e Marca voluntária de Qualidade (Marca AENOR)

Quando a Marca Voluntária certificar também em conformidade a norma EN, esclarecer-se-ão as características particulares especificadas para a marcação CE, e reunidas no seu próprio Código de Designação, das certificadas para a Marca voluntária, e também reunidas no seu próprio Código de Designação, que pode, consequentemente, ser diferente do primeiro.

Assim, por exemplo, pode ocorrer que um fabricante tenha declarado, para a marcação CE: T1-DLT(1)5-CS(10\Y)300-CC(2/1,5/50)100-WL(T)0.7-WD(V)3-FT2-MU100

Enquanto que apenas tenha certificado (por exemplo, para obter a Marca AENOR):

T1-CS(10\Y)300-WL(T)0.7

	Logótipo da marcação CE
XXX	XXX é o nome e a morada completa do fabricante
04	04 Últimos dois dígitos do ano em que se iniciou a colocação da Marcação CE (este número manter-se-á no futuro enquanto não se modificar o produto, o que dará lugar a uma nova Marcação CE)
EN 13164	EN 13164: N° de norma harmonizada (exemplo: XPS)
YYY	YYY corresponde à identificação do produto.
Classificação ao fogo: Euroclasse Condutibilidade: $\lambda_D = 0.0... W/m \cdot K$ Resistência térmica: $RD = ... m^2 \cdot K/W$ Espessura: ...mm.	Características declaradas pelo fabricante da tabela ZA-1.
Código de designação: XPS-EN 13164 - T1- DLT(1)5- CS(10\Y)300 – WL(T)0.7 – MU 150	Código de designação, onde se relacionam uma série de características particulares que o fabricante declara na forma indicada no capítulo correspondente da norma harmonizada aplicável. Relativo aos Capítulos Relativos da tabela ZA-1 (Anexo ZA).
	Logótipo da Marca Voluntária
N° de certificado: 020/aaa	aaa é o número de certificado de AENOR
Código de designação (características certificadas)	Aquela informação que deve aparecer de acordo com o Regulamento Técnico Particular do Comité Técnico de Certificação de AENOR (o CTC-020, por exemplo, de isolamento térmico) e com a norma NP de produto. Por exemplo, o Código de Designação com as características particulares certificadas para a Marca.

Código	Característica referida	Norma UNE EN de método de ensaio
Ti	Tolerância de espessura	NP EN 823
DS(T+)	Estabilidade dimensional à temperatura específica	NP EN 1604
DS(TH)	Estabilidade em condições específicas de temperatura e humidade	NP EN 1604
DLT(i)5	Deformação sob condições específicas de carga e temperatura	EN 1605
CS(10\Y)i	Resistência à compressão	NP EN 826
TRi	Resistência à tracção perpendicular às faces	EN 1607
CC(i ₁ ,i ₂ ,10-25-50)i	Fluência à compressão, nível i, para uma deformação por fluência i ₂ (em %), uma deformação total i ₁ (em %), e uma extrapolação temporal a escolher entre períodos de 10, 25 e 50 anos.	EN 1606
WS	Absorção de água a curto prazo (ensaio para lãs minerais)	EN 1609
WL(P)i	Absorção de água a longo prazo por imersão parcial (ensaio para lãs minerais)	EN 12087
WL(T)i	Absorção de água a longo prazo por imersão total	EN 12087
WD(V)i	Absorção de água a longo prazo por difusão de vapor	EN 12088
FTi	Resistência a ciclos de gelo-degelo	EN 12091
MUi o Zi	Resistência à difusão de vapor de água	EN 12086

Código de Designação

Na tabela superior indica-se um conjunto não exaustivo de características reflectidas no chamado Código de Designação, reunido das diversas normas EN de produtos isolantes. Proporciona-se também o código e a norma EN de método de ensaio de referência. Em cada norma *harmonizada* EN de produto podem-se encontrar as categorias de valores, as unidades, os conjuntos de condições e/ou níveis, válidos para cada propriedade e para cada produto.

Especificidades térmicas

A principal característica de qualquer material isolante térmico é a condutibilidade térmica. Para os produtos com norma EN de produto exige-se que o fabricante declare tanto a condutibilidade térmica do material como a sua resistência térmica, associada à espessura do produto particular. Ambos os valores devem estar incluídos na marcação e na etiqueta do produto. No seguinte quadro explica-se o conceito de valores térmicos “declarados”.

Valores de condutibilidade térmica

λ_D	Símbolo	Unidades	Observações
λ	Condutibilidade Térmica	W/(m·K)	O valor declarado da condutibilidade térmica obtém-se a partir do arredondamento (0,001 W/m·K) do valor estatístico que representa 90% dos produtos e 90% do valor declarado.
D	Declarada	Referência 10°C	Por exemplo: $\lambda_{90/90}=0,0343$ [W/(m·K)] implica $\lambda_D=0,035$ [W/(m·K)]

Resistência Térmica declarada

Espeçura d_N	Símbolo	Unidades	Observações
$R_D = \frac{d_N}{\lambda_{90/90}}$	Resistência Térmica Declarada	m ² ·K/W	O valor declarado da Resistência Térmica obtém-se a partir do arredondamento (0,05 m²·K/W) do valor estatístico que representa 90% dos produtos e 90% do valor declarado. Por exemplo, para o caso anterior um produto de 6 cm de espessura (dN): $R_{90/90} = 1,74$ [m²·K/W] implica $R_D = 1,70$ [m²·K/W]

Especificidades sobre a reacção ao fogo

Toda a etiqueta correspondente a um produto de isolamento deve conter a classificação Reacção ao fogo, segundo a norma EN 13501-1 (*Euroclasses*). O sistema de classificação baseado nas Euroclasses contém uns índices principais de combustibilidade (A1, A2, B, C, D, E e F), e uns índices secundários de gotejamento (d0, d1 e d2). As classes nacionais indicam a combustibilidade através das classes M0, M1, M2, M3 e M4.

Marca voluntária de certificação de produto (Marca AENOR)

Tal como se referiu, a marcação CE relativa à conformidade das normas EN era um “segundo quadro” para garantir propriedades e prestações dos produtos. Passamos agora a estudar um “terceiro” quadro, o dado pelas marcas voluntárias de qualidade, em última análise, a autêntica *Certificação* do produto. Vejamos as diferenças entre a *marcação CE* e uma marca voluntária de qualidade como, a marca AENOR.

Na verdade, as marcas voluntárias de qualidade são ferramentas eficazes para distinguir os produtos no mercado de outras exigências, que por aplicação da lei, começam a ser obrigatórias, como é o caso da *marcação CE*. Através delas as empresas fabricantes podem

demonstrar perante os seus clientes, e o mercado em geral, a sua capacidade para organizar a produção de acordo com um Sistema de Qualidade (numa linha próxima à das normas ISO 9000) e para obter uns produtos segundo as normas UNE ou UNE EN de referência.

Entrando em pormenores, vemos que uma marca de Qualidade, como a marca AENOR, implica, ao contrário da *marcação CE*, o seguinte:

- » Avaliação do sistema de garantia de qualidade da empresa fabricante em conformidade com os capítulos da UNE-EN ISO 9001.
- » Inspeção em fábrica do produto objecto de certificação.
- » Ensaaios do produto de conformidade com as normas aplicáveis num laboratório exterior e acreditado.

As tarefas anteriores envolvem uma terceira parte e verificam-se na concessão da marca mas também de forma regular no tempo, tendo em conta o seu seguimento.

No seguinte quadro comparativo expõem-se as diferenças básicas entre a marcação CE e uma marca voluntária de qualidade, como a marca AENOR:

Marcação CE	Marca de Qualidade
Obrigatório	Voluntária
Cumprir requisitos regulamentares	Não é regulamentar e não pode ser exigida por nenhuma administração: demonstra a qualidade perante o mercado.
Âmbito europeu (para a livre circulação de mercadorias)	Âmbito nacional.
Para a maioria dos produtos isolantes, e de acordo com o sistema de “avaliação da conformidade” correspondente, baseia-se numa “Declaração de Conformidade” emitida pelo próprio fabricante	Baseia-se na “Certificação de Produto”, emitida pelo organismo que concede a Marca (AENOR, no caso da marca N).
Para a maioria dos produtos isolantes, e de acordo com o sistema de “avaliação da conformidade” correspondente, baseia-se nos “Ensaaios Iniciais de Tipo” (ITT) realizados num laboratório acreditado	Baseia-se em ITT, mas em ensaios regulares e sistemáticos de seguimento do produto certificado.
Não se efectuam auditorias do Sistema de Qualidade	Efectuam-se auditorias do Sistema de Qualidade, tanto para a concessão da marca, como para o seguimento (normalmente anuais, à parte das extraordinárias)
Nenhum seguimento por terceira parte	Seguimento contínuo por terceira parte.

Não obstante, as diferenças expostas, e devido a serem utilizadas como normas de referência as mesmas normas *harmonizadas*, há algumas coincidências actualmente entre o *mercado CE* e, em concreto, a *Marca AENOR*, tais como as seguintes:

» Em ambos os casos se proporcionam valores declarados para as especificidades térmicas.

» A reacção ao fogo segue a classificação das Euroclasses (EN 13501-1).

» Em ambos os casos se dá um *Código de Designação*, com as características específicas declaradas pelo fabricante.

» Nos dois casos, considera-se o controlo de produção em fábrica.

Certificação ambiental de produtos

ACV (Análise de Ciclo de Vida)

O ACV é um processo objectivo para avaliar as cargas ambientais associadas a um produto, processo ou actividade identificando e quantificando o uso de matéria, energia e desperdícios; para determinar o impacto que esse uso de recursos e os desperdícios produzem no meio ambiente, e para avaliar e levar à prática estratégias de melhoria ambiental.

Esta é a primeira definição decidida e mais utilizada até ao momento, realizada pela Sociedade de Química e Toxicologia Ambiental (SETAC, Society of Environmental Toxicology and Chemistry).

Assim, o ACV considera o ciclo completo do produto, processo ou actividade, tendo em conta as etapas de:

- » Extracção de processamento de matérias-primas.
- » Produção de energia e matéria-prima.
- » Fabrico, transporte e distribuição
- » Utilização, reutilização e manutenção.
- » Reciclagem e disposição do resíduo.

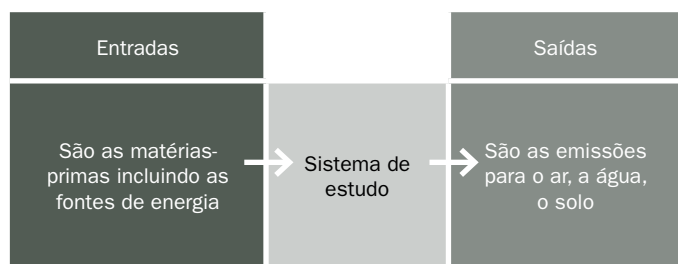
A nível internacional conta-se com a norma ISO 14040:2006 “Gestão Ambiental. Análise do ciclo de vida. Princípios e marcos de referência”. Esta norma estabelece uma nova definição: “O ACV é uma técnica para determinar os aspectos ambientais e impactos potenciais associados a um produto: reunir num inventário as entradas e saídas relevantes do sistema; avaliar os impactos ambientais potenciais associados e essas entradas e saídas, e interpretar os resultados das fases de inventário e impacto em relação com os objectivos do estudo.”

As fases de um ACV, segundo as normas ISO são:



No capítulo de “definição de objectivos” dever-se-ão incluir as razões que levaram à realização do estudo; a informação que se espera obter dele, como se vai utilizar e se vai tornar-se público ou não; o destinatário do relatório. No capítulo de “alcance” se se devem pôr limites já que o ACV poderia ser inacabável. A “análise do inventário” é fundamentalmente um balanço da

matéria e energia do sistema (considerando o sistema como um conjunto de processos que se realizam em função definida e que permitem a presença do produto que se está a estudar no mercado) embora também possam incluir outros parâmetros como: a utilização do solo, radiações, ruído, vibrações, etc. Compreende a compilação dos dados e a realização dos cálculos adequados para quantificar as entradas e saídas do sistema estudado:



A finalidade da “avaliação dos impactos” é a interpretação do inventário, analisando e avaliando os impactos produzidos pelas cargas ambientais identificadas. Os sectores que, geralmente, intervêm em qualquer ACV são:

- » As embalagens: materiais e resíduos.
- » O sector do transporte (de camião, por comboio, de barco).
- » O sector energético.
- » A gestão dos resíduos.

A fase final da realização de um ACV é a Revisão Crítica, com o fim de verificar se o ACV se ajusta à metodologia, obtenção de dados e relatórios standards. A sua finalidade não é verificar se os objectivos e a aplicação dos resultados são correctos, mas sim confirmar se o relatório é transparente, se os dados obtidos estão em concordância com os objectivos propostos e se as interpretações reflectem as limitações do estudo.

A revisão crítica pode ser de três tipos:

- » Revisão interna ou revisão externa (segundo a leve a cabo um especialista em ACV interno ou externo, que não tenha participado na realização do estudo).
- » Revisão para os grupos interessados (realização de um painel de revisão formado por um ou mais especialistas em ACV externos e um ou mais representantes de cada um dos grupos afectados pelas conclusões do estudo).

Em última análise, os ACV realizam-se, normalmente, para otimizar o ciclo de vida de um produto, identificando que etapas são as mais poluentes para dirigir os esforços de melhoria sobre estas. Mas, outras vezes, os ACV que se tornaram públicos têm finalidades defensivas, porque os produtos a que se referem encontram-se sob pressão e se vêm forçados a justificar a sua acção ambiental. O ACV também é utilizado, como ferramenta de avaliação para estabelecer os critérios ambientais que devem cumprir os produtos que pretendem uma etiqueta ecológica oficial.

Regulamento (CE) N° 66/2010 do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de Novembro de 2009 relativo à etiqueta ecológica da UE



O objectivo é estabelecer um sistema comunitário voluntário de concessão de etiqueta ecológica para promover produtos com um impacto no meio ambiente reduzido durante todo o ciclo de vida e proporcionar aos consumidores informação exacta, não enganosa e com base científica sobre o seu impacto ambiental.

Implementação de um sistema de certificação energética

O sector dos edifícios é responsável pelo consumo de aproximadamente 40% da energia final na Europa. No entanto, mais de 50% deste consumo pode ser reduzido através de medidas eficiência energética, o que pode representar uma redução anual de 400 milhões de toneladas de CO₂ – quase a totalidade do compromisso da UE no âmbito do Protocolo de Quioto.

Para fazer face a esta situação, os Estados-Membros têm vindo a promover um conjunto de medidas com vista a promover a melhoria do desempenho energético e das condições de conforto dos edifícios. É neste contexto que surge a Directiva nº 2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro, relativa ao desempenho energético dos edifícios.

Os objectivos da Directiva nº 2002/91/CE passam pelo enquadramento geral para uma metodologia de cálculo do desempenho energético integrado dos edifícios, aplicação dos requisitos mínimos para o desempenho energético dos novos edifícios bem como dos grandes edifícios existentes que sejam sujeitos a importantes obras de renovação, certificação energética dos edifícios e a inspecção regular de caldeiras e instalações de ar condicionado nos edifícios e, complementarmente, a avaliação da instalação de aquecimento quando as caldeiras tenham mais de 15 anos. Destaque para a necessidade da implementação de um sistema de certificação energética de forma a informar o cidadão sobre a qualidade térmica dos edifícios, aquando da construção, da venda ou do arrendamento dos mesmos, permitindo aos futuros utilizadores a obtenção de informações sobre os consumos de energia potenciais (para novos edifícios), reais ou aferidos para padrões de utilização típicos (para edifícios existentes).

Os trabalhos de revisão da legislação devido à reformulação da directiva já estão em curso, estando a sua conclusão prevista para o início de 2012.

O Sistema Nacional de Certificação Energética compreende a aplicação integral da EPBD, o que significa que todos os edifícios estão incluídos: edifícios novos, renovações principais, edifícios públicos e todos os edifícios vendidos ou arrendados. Actualmente, todos os processos de licenciamento, venda e arrendamento que ocorrem em Portugal são abrangidos por esta certificação. Este é provavelmente o resultado do grande esforço de disseminação que a ADENE (Agência para a Energia), tem vindo a fazer junto de todos os “keyplayers” do mercado. A Certificação faz parte de qualquer processo de transação de um edifício/fracção, quer seja venda ou aluguer. De momento, todos os serviços municipais têm efectivamente incluído o certificado na lista de documentos exigidos nos processos de licenciamento. Além disso, os promotores estão cada vez mais conscientes da necessidade de cumprir os requisitos de desempenho energético. A ADENE é responsável pelo desenvolvimento e manutenção de um portal web onde são registados todos os



AGÊNCIA PARA A ENERGIA

certificados, antes de serem emitidos pelo perito qualificado. Esta base de dados dos edifícios certificados será útil para monitorizar o progresso do processo de certificação dos edifícios em Portugal, como por exemplo, no número de certificados emitidos. A base de dados constitui ainda um instrumento importante para as revisões técnicas periódicas previstas na legislação relativamente à Certificação, assim como para monitorizar o impacto da Certificação nos edifícios.

Certificação Energética dos Edifícios

Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios, designado por SCE, tem como finalidade:

» **Assegurar a aplicação regulamentar**, nomeadamente no que respeita às condições de eficiência energética, à utilização de sistemas de energias renováveis e, ainda, às condições de garantia da qualidade do ar interior, de acordo com as exigências e disposições contidas no Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) e no Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios (RSECE);

» **Certificar o desempenho** energético e a qualidade do ar interior nos edifícios;

» **Identificar as medidas correctivas ou de melhoria de desempenho** aplicáveis aos edifícios e respectivos sistemas energéticos, nomeadamente caldeiras e equipamentos de ar condicionado, quer no que respeita ao desempenho energético, quer no que respeita à qualidade do ar interior.

A certificação energética e de qualidade do ar interior de edifícios, em Portugal é, actualmente, obrigatória e a sua supervisão da responsabilidade da ADENE sob a alçada da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) e da Direcção-Geral de Geologia e Energia (DGE).

A entrada em vigor do Sistema de Certificação, SCE, decorreu de acordo com a calendarização definida na portaria 461/2007 de 5 de Junho que define que ficam abrangidos pelo sistema:

- » os novos edifícios destinados à habitação com área útil* superior a 1000 m² e os edifícios de serviços, novos ou que sejam objecto de grandes obras de remodelação, cuja área útil* seja superior aos limites mínimos estabelecidos nos n.ºs 1 ou 2 do artigo 27.º do RSECE, de 1000 m² ou de 500 m², consoante a respectiva tipologia, cujos pedidos de licenciamento ou autorização de edificação sejam apresentados à entidade competente a partir de 1 de Julho de 2007;
- » todos os edifícios novos, independentemente da sua área ou fim, cujos pedidos de licenciamento ou

autorização de edificação sejam apresentados à entidade competente a partir de 1 de Julho de 2008;

- » todos os edifícios, a partir de 1 de Janeiro de 2009

* Conjunto das fracções autónomas cuja soma das respectivas áreas úteis seja superior a 1.000 m²

3 Julho 2006	Início da aplicação dos novos regulamentos (RCCTE e RSECE)
1 Julho 2007	Início da aplicação do SCE a novos grandes edifícios (>1000 m ²) que peçam licença ou autorização de construção após esta data
1 Julho 2008	Início da aplicação do SCE a novos pequenos edifícios (<1000 m ²) que peçam licença ou autorização de construção após esta data
1 Janeiro 2009	Início da aplicação do SCE os restantes edifícios, incluindo os existentes

A implementação da legislação foi faseada no tempo de forma a permitir uma adaptação e uma eficaz aplicabilidade do SCE.

De acordo com acima exposto, todos os edifícios, de habitação ou comércio, que sejam vendidos ou arrendados depois de Janeiro de 2009 têm que possuir um Certificado de Eficiência Energética, onde se inclui informação sobre o nível de eficiência do edifício.

Um novo interveniente - o Perito Qualificado

Um Perito Qualificado (PQ) é um técnico devidamente habilitado e reconhecido pela sua Ordem ou Associação Profissional para desempenhar as funções previstas no âmbito da Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior dos Edifícios.

A função de perito qualificado pode ser exercida, a título individual ou ao serviço de organismos privados ou públicos desde que o técnico:

- » Apresente no mínimo de 5 anos de experiência profissional, na respectiva área de intervenção a que pretende exercer funções de perito qualificado;
- » Integre na Ordem dos Arquitectos, Ordem dos Engenheiros ou Associação Nacional de Engenheiros Técnicos;
- » Possua formação específica obtida em acções de formação específicas no âmbito do SCE, oficialmente reconhecidas pela ADENE.

O processo de certificação envolve a actuação do PQ, o qual terá que verificar a conformidade regulamentar do edifício no âmbito do(s) regulamento(s) aplicáveis (RCCTE e/ou RSECE), classifica-lo de acordo com o seu desempenho energético, com base numa escala de A+ (melhor desempenho) a G (pior desempenho) e eventualmente

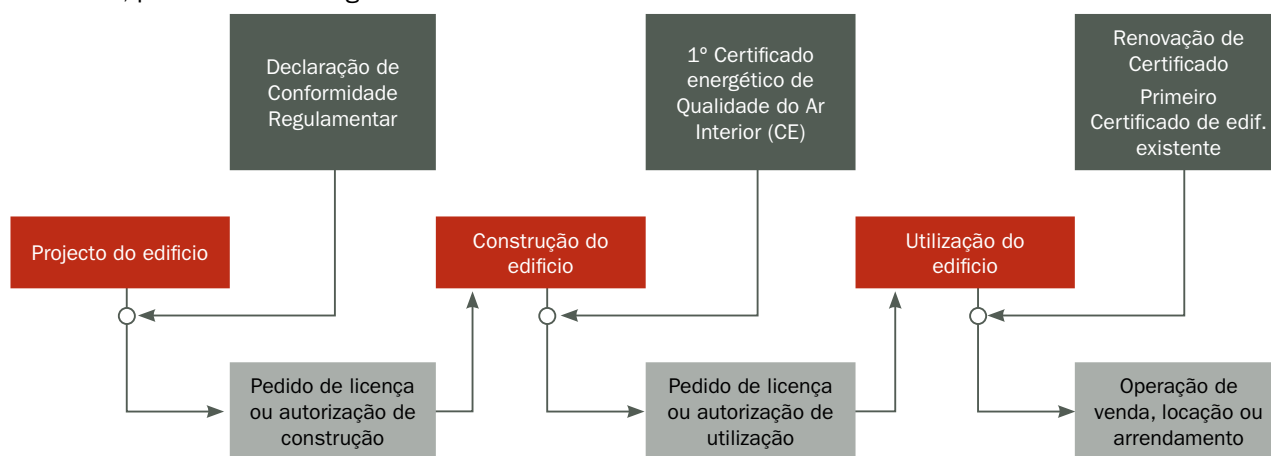
propor medidas de melhoria.

Em resultado da sua análise o perito emite:

- » Declaração de conformidade regulamentar (DCR) necessária para a obtenção do pedido de licença de construção;
- » Certificado Energético e da Qualidade do Ar Interior (CE) necessário para a obtenção do pedido de licença de utilização ou, no caso de edifícios existentes, para venda ou aluguer do imóvel.

Na figura seguinte estão esquematizadas as fases de intervenção do perito nas várias etapas da vida de um edifício (projecto, construção e utilização). As intervenções relativas ao Novo Certificado Energético após Auditoria Energética periódica e as Inspeções Periódicas apenas se aplicam a edifícios abrangidos pelo RSE-CE.

O Certificado Energético e da Qualidade do Ar Interior, emitido por um PQ para cada edifício



ou fracção autónoma, é a face visível da aplicação dos regulamentos (RCCTE e RSECE). O CE/DCR inclui a classificação do imóvel em termos do seu desempenho energético, determinada com base em pressupostos nominais (condições típicas ou convencionadas de funcionamento).

Declaração de Conformidade Regulamentar e Certificado Energético e da Qualidade do Ar Interior

Os documentos emitidos pelos Peritos Qualificados são documentos comprovativos da situação regulamentar e do desempenho energético de um edifício ou fracção autónoma.

A Declaração de Conformidade Regulamentar (DCR) é emitida após verificação do projecto do edifício ou fracção autónoma e deverá ser integrada no processo de pedido de licenciamento ou de autorização de construção.

O Certificado Energético e da Qualidade do Ar Interior (CE) é emitido após verificação da obra concluída, e será utilizado no processo de pedido de licenciamento ou autorização de utilização.

Embora sejam documentos distintos a DCR e o CE obtêm-se através do mesmo processo de base, funcionando DCR como um “pré-certificado”. Na prática, uma DCR

tem o mesmo formato e tipo de conteúdos que um CE, com algumas diferenças a nível de apresentação final (nome e número do documento). A informação contida na DCR tem um carácter provisório, pois baseia-se em elementos e dados de projecto (incluindo classificação energética). A informação contida na DCR passa a definitiva com a emissão do CE, após a verificação do PQ no final da obra.

Este tão importante documento, o Certificado Energético, para além de quantificar a eficiência energética propõe acções de melhoria no edifício, nomeadamente em edifícios existentes e informa sobre qual a classe energética futura após essas melhorias serem realizadas. Ou seja, contém informação valiosa para o dono de obra acerca da eficiência do seu imóvel.

Informação contida num certificado energético

Um Certificado Energético contém diversas informações como, a identificação do imóvel e do Perito Qualificado, etiqueta de desempenho energético, validade do certificado, descrição sucinta do imóvel, descrição das soluções adoptadas, resumo/síntese das medidas de melhoria, entre outros campos que são específicos do edifício considerado.

De seguida, apresentam-se os quadros com o resumo da informação contida nos certificados energéticos no âmbito do RCCTE e RSECE

1ª Fase – Declaração de Conformidade Regulamentar (licença ou autorização de construção);

2ª Fase – Certificado energético (licença ou autorização de utilização);

3ª Fase – Certificado energético de edifícios existentes;

X1 - O PQ RSECE- Energia apenas é responsável pelas medidas de melhoria proposta na sua área de intervenção;

X2 - O PQ RSECE- QAI apenas é responsável pelas medidas de melhoria proposta na sua área de intervenção.

Informações disponíveis	RCCTE		RSECE				
	1ª Fase	2ª Fase	1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase	PQ - Energia	PQ - QAI
Etiqueta de desempenho energético	X	X	X	X	X	X	
Qualidade do Ar Interior							X
Desagregação das necessidades nominais de energia útil	X	X					
Descrição sucinta do edifício ou fracção autónoma	X	X	X	X	X	X	X
Propostas de medidas de melhoria do desempenho energético e da qualidade do ar interior	X	X	X	X	X	X1	X2
Paredes, coberturas e pavimento	X	X	X	X	X	X	
Vãos envidraçados	X	X	X	X	X	X	
Climatização	X	X	X	X	X	X	
Iluminação (interior e exterior)			X	X	X	X	
Preparação de águas quentes sanitárias (AQS)	X	X	X	X	X	X	
Outros consumos (incluindo equipamentos)			X	X	X	X	
Sistemas de aproveitamento de energias renováveis	X	X	X	X	X	X	
Ventilação	X	X					
Caudais de ar novo por espaço			X	X			X
Concentração dos principais poluentes do ar interior (medidos em auditoria)					X		X
Condução e manutenção das instalações e sistemas energéticos			X	X	X	X	X
Técnicos responsáveis					X	X	X
Inspecções periódicas a caldeiras, sistema de aquecimento e equipamentos de ar condicionado					X	X	
Observações e notas	X	X	X	X	X	X	X

Fonte: www.adene.pt

Validade da DCR e do CE

Uma DCR não tem validade prevista, ou seja, o documento será válido até conclusão da obra e emissão do respectivo certificado energético e da QAI. O prazo de validade dos certificados para os edifícios que estejam sujeitos ao RCCTE é de 10 anos.

Relativamente aos edifícios sujeitos ao RSECE, no que se refere à Qualidade do Ar Interior, a periodicidade das auditorias, com consequente emissão dos certificados, são as seguintes:

- » Edifícios ou locais que funcionem como estabelecimentos de ensino ou de qualquer tipo de formação, desportivos e centros de lazer, creches, infantários ou instituições e estabelecimentos para permanência de crianças, centros de idosos, lares e equipados, hospitais, clínicas e similares: 2 anos;

- » Edifícios ou locais que alberguem actividades comerciais, de serviços, de turismo, de transportes, de actividades culturais, escritórios e similares: 3 anos;
- » Restantes casos: 6 anos.

Ainda no âmbito do RSECE, referente aos edifícios de serviços novos, prevê-se a primeira auditoria energética, com consequente emissão de certificado, ao final do 3º ano de utilização dos mesmos.

A periodicidade das auditorias energéticas nos grandes edifícios de serviços existentes é de 6 anos.

Tipo de edifício	Regulamento aplicável	Validade dos certificados	
		Auditoria QAI*	Auditoria energética*
Edifícios de habitação			
Edifícios de habitação	RCCTE	10 anos	10 anos
Edifícios de serviços			
Edifícios ou locais que funcionem como estabelecimentos de ensino ou de qualquer tipo de formação, desportivos e centros de lazer, creches, infantários ou instituições e estabelecimentos para permanência de crianças, centros de idosos, lares e equiparados, hospitais, clínicas e similares	RSECE	2 anos	6 anos
Edifícios ou locais que alberguem actividades comerciais, de serviços, de turismo, de transportes, de actividades culturais, escritórios e similares	RSECE	3 anos	6 anos
Outros edifícios de serviços	RSECE	6 anos	6 anos

* Aplicável apenas a edifícios sujeitos ao RSECE

Fonte: www.adene.pt



Certificação Energética e Ar Interior Edifícios

Nº CER 1234567/2007

CERTIFICADO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR

TIPO DE EDIFÍCIO: EDIFÍCIO HABITAÇÃO UNIFAMILIAR / FRACÇÃO AUTÓNOMA DE EDIF. MULTIFAMILIAR

Morada / Situação: _____

Localidade: _____ Freguesia: _____

Concelho: _____ Região: _____

Data de emissão do certificado: _____ Validade do certificado: _____

Nome do perito qualif. _____ Número do perito qualif. _____

Imóvel descrito na _____ Conservatória do Registo Predial de _____

sob o nº _____ Art. matricial nº _____ Fração autón. _____

Este certificado resulta de uma verificação efectuada ao edifício ou fracção autónoma, por um perito devidamente qualificado para o efeito, em relação aos requisitos previstos no Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE, Decreto-Lei nº 96/2006 de 4 de Abril), classificando o imóvel em relação ao seu desempenho energético. Este certificado permite identificar possíveis medidas de melhoria de desempenho aplicáveis à fracção autónoma ou edifício, suas partes e respectivos sistemas energéticos e verificação, quer no que respeita ao desempenho energético e à qualidade do ar interior.

1. ETIQUETA DE DESEMPENHO ENERGÉTICO

INDICADORES DE DESEMPENHO

Necessidades anuais globais estimadas de energia primária para climatização e águas quentes _____ kWh/m².ano

Valor limite máximo regulamentar para as necessidades anuais globais de energia primária para climatização e águas quentes (limite inferior da classe B*) _____ kWh/m².ano

Emissões anuais de gases de efeito estufa associadas à energia primária para climatização e águas quentes _____ toneladas de CO₂ equivalentes por ano

CLASSE ENERGÉTICA

A+ A B B* C D E F G

2. DESAGREGAÇÃO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL

Necessidades nominais de energia útil para...	Valor estimado para as condições de conforto térmico de referência	Valor limite regulamentar para as necessidades anuais
Aquecimento	kWh/m².ano	kWh/m².ano
Arrefecimento	kWh/m².ano	kWh/m².ano
Preparação das águas quentes sanitárias	kWh/m².ano	kWh/m².ano

NOTAS EXPLICATIVAS

As necessidades nominais de energia útil correspondem a uma previsão de quantidade de energia que terá de ser consumida por m² de área útil do edifício ou fracção autónoma para manter o edifício nas condições de conforto térmico de referência e para preparação das águas quentes sanitárias necessárias aos ocupantes. Os valores foram calculados para condições convencionais de utilização, admitidas como idênticas para todos os edifícios, de forma a permitir comparações objetivas entre diferentes imóveis. Os consumos reais podem variar bastante dos indicados e dependem das atitudes e padrões de comportamento dos utilizadores.

As necessidades anuais globais de energia primária (estimadas e valor limite) resultam da conversão das necessidades nominais de energia útil em Megajoules equivalente de petróleo por unidade (kgpe) de área útil do edifício, mediante aplicação de factores de conversão específicos para cada forma de energia utilizada (0,255 kgpe/kWh para electricidade e 0,086 kgpe/kWh para combustíveis sólidos, líquidos ou gasosos) e tendo em consideração a eficiência dos sistemas adoptados ou, na sua inexistência, sistemas convencionais de referência.

As emissões de CO₂ equivalente traduzem a quantidade anual estimada de gases de efeito estufa que podem ser libertados em resultado da conversão de uma quantidade de energia primária igual às respectivas necessidades anuais globais estimadas para o edifício, usando o factor de conversão de 0,0072 toneladas equivalentes de CO₂ por kgpe.

A classe energética resulta da razão entre as necessidades anuais globais estimadas e as máximas admissíveis de energia primária para aquecimento, arrefecimento e para preparação de águas quentes sanitárias no edifício ou fracção autónoma. O melhor desempenho corresponde à classe A+, seguida das classes A, B, B*, C e seguintes, até à classe G de pior desempenho. Os edifícios com energia na autorização de construção posterior a 4 de Julho de 2006 deverão ter classe energética igual ou superior a B*. Para mais informações sobre o desempenho energético, sobre a qualidade do ar interior e sobre a classificação energética dos edifícios, consulte www.adene.pt.

Entidade promotora:  

Entidade responsável pela SCE:  

1/4

Fonte: www.adene.pt

A Etiqueta energética

A classificação do edifício segue uma escala pré-definida de 7+2 classes (A+, A, B, B-, C, D, E, F e G), em que a classe A+ corresponde a um edifício com melhor desempenho energético, a classe G corresponde a um edifício de pior desempenho energético. Embora o número de classes na escala seja o mesmo, os edifícios de habitação e de serviços têm indicadores e formas de classificação diferentes.

Nos edifícios novos (com pedido de licença de construção após entrada em vigor do SCE), as classes energéticas variam apenas entre as classes A+ e B-. Os edifícios existentes podem ter qualquer classe.

A etiqueta energética é demonstrativa da qualificação do consumo energético e da eficiência do edifício. Esta etiqueta deve ser divulgada e publicitada pelos promotores imobiliários e vigorar em campanhas promocionais do imóvel.

Para edifícios ou fracções autónomas de habitação não é obrigatória a sua afixação pública, contudo para os edifícios de serviços abrangidos pelo RSECE os proprietários são responsáveis pela afixação de cópia do certificado energético e da qualidade do ar interior, válido, em local acessível e bem visível junto à entrada.

Metodologia de cálculo

As metodologias de cálculo utilizadas na determinação da classe energética de um edifício dependem da sua tipologia.

A Classificação Energética de edifícios de habitação (com e sem sistemas de climatização) e pequenos edifícios de serviços sem sistemas de climatização ou com sistemas de climatização inferior a 25 kW de potência instalada, é calculada a partir da expressão $R = N_{tc}/N_t$, em que “N_{tc}” representa as necessidades anuais globais estimadas de energia primária para climatização e águas quentes e o “N_t” o valor limite destas. Na seguinte figura apresenta-se a escala utilizada na classificação energética deste tipo de edifícios.

Edifícios existentes	Edifícios Novos	Classe energética	$R = N_{tc}/N_t$
		A+	$R \leq 0,25$
		A	$0,25 < R \leq 0,50$
		B	$0,50 < R \leq 0,75$
		B-	$0,75 < R \leq 1,00$
		C	$1,00 < R \leq 1,50$
		D	$1,50 < R \leq 2,00$
		E	$2,00 < R \leq 2,50$
		F	$2,50 < R \leq 3,00$
		G	$3,00 < R$

A Classificação Energética de edifícios de serviços com sistemas de climatização superior ou igual a 25 kW de potência instalada, é calculada a partir dos valores do IEE_{nom}, IEE_{ref} e do valor de um parâmetro S, em que:

- » IEE_{nom} - Índice de eficiência energética nominal (valor obtido por simulação dinâmica com base nos perfis nominais definidos no anexo XV do RSECE);
- » IEE_{ref} - Índice de eficiência energética de referência (valor indicado no anexo XI do RSECE de acordo com a tipologia, ou por ponderação de tipologias).
- » S – Soma dos consumos específicos para aquecimento, arrefecimento e iluminação, conforme determinados na simulação dinâmica que deu origem aos valores limites de referência para edifícios novos que constam no regulamento. O valor de S não é determinado pelo Perito Qualificado, é um valor de referência que se encontra disponível e tabelado.

Edifícios existentes	Edifícios Novos	Classe energética	IEE _{nom} (kgép/m ² .ano)
		A+	$IEE_{nom} \leq IEE_{ref} - 0,75.S$
		A	$IEE_{ref} - 0,75.S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref} - 0,50.S$
		B	$IEE_{ref} - 0,50.S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref} - 0,25.S$
		B-	$IEE_{ref} - 0,25.S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref}$
		C	$IEE_{ref} < IEE_{nom} \leq IEE_{ref} + 0,50.S$
		D	$IEE_{ref} + 0,50.S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref} + S$
		E	$IEE_{ref} + S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref} + 1,50.S$
		F	$IEE_{ref} + 1,50.S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref} + 2.S$
		G	$IEE_{ref} + 2.S < IEE_{nom}$

Certificação Energética de Edifícios Existentes

Tendo em vista agilizar o processo de certificação energética de edifícios existentes, no âmbito do RCCTE, foi desenvolvida uma metodologia que permite uma análise expedita das fracções ou edifícios para os quais não exista informação disponível que permita a aplicação integral do cálculo regulamentar daquele regulamento.

A metodologia de análise simplificada está descrita na Nota Técnica NT-SCE-01 (poderá descarregá-la em www.adene.pt)

A ADENE editou a publicação “Edifícios Existentes - Método de Cálculo Simplificado para a Certificação Energética no âmbito do RCCTE, Nota Técnica SCE 01 Comentada”.

Através de comentários, exemplos e figuras ilustrativas são explicados os diferentes pontos da Nota Técnica NT-SCE-01 publicada através do Despacho nº 11020/2009 que contém as regras de simplificação necessárias para a emissão de um Certificado Energético de um Edifício Existente, seguidas pelos Peritos Qualificados.

O poliestireno extrudido (XPS) para isolamento térmico na edificação

O poliestireno extrudido é uma espuma rígida, isolante, de carácter termoplástico e de estrutura celular fechada. Pela sua natureza e características técnicas fornece aos elementos construtivos onde se introduz notáveis vantagens.

A estrutura celular totalmente fechada do poliestireno extrudido proporciona excelentes prestações face à absorção de água e como isolante térmico. A elevada rigidez da estrutura celular dada pela grande homogeneidade das células proporciona, por sua vez, uma elevada capacidade de resistência mecânica.

São estas três características que tornam o poliestireno extrudido idóneo quando se pretende um produto que reúna as seguintes prestações: bom isolamento térmico, baixa absorção de água, elevada resistência mecânica.

Isolamento térmico

A condutibilidade térmica (λ) dos produtos de poliestireno extrudido depende basicamente do gás utilizado na espuma. A condutibilidade que se obtém varia entre 0,029 e 0,036 W/m·K

Para além da condutibilidade térmica também a espessura do produto, determina a resistência térmica (R_d), a capacidade para se opor à passagem do calor.

$$R_d = d/\lambda \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$$

Onde

"d" corresponde à espessura de XPS

" λ " corresponde à condutibilidade térmica declarada

Absorção de água

A estrutura celular fechada do XPS permite que a sua absorção de água por imersão total de longa duração seja inferior a 0.7%.

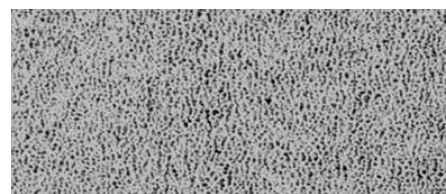
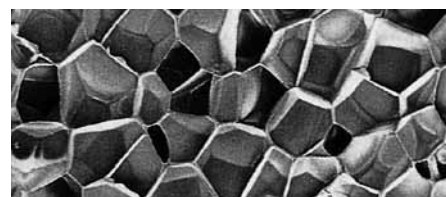
Numa cobertura invertida encontra-se o efeito da difusão de água, como tal, o uso de XPS é essencial visto a absorção de água por difusão neste produto ser inferior a 3%.

Resistência à compressão

Esta característica é uma das que se utiliza para determinar o grau de aptidão de um produto para suportar cargas. Na medida da resistência à compressão trata-se de aplicar uma força que provoque uma deformação de 10% do produto a ensaiar. A resistência à compressão standard do XPS é de 300 kPa, embora se possam conseguir produtos com resistências de 500 e 700 kPa.

Fluência em compressão

Esta característica utiliza-se para determinar a capacidade de um produto para suportar cargas de longa duração sem fadiga. O poliestireno extrudido



de 300 kPa de resistência a compressão alcança valores aproximados de 125 kPa para cargas de 50 anos de duração com deformações inferiores a 2%.

Reacção ao fogo

A reacção ao fogo indica a contribuição do produto em caso de incêndio: desprendimento de energia, formação de fumos, formação de gotas.

O poliestireno extrudido contém ignífugos que contribuem para a resistência ao fogo, tornando-se num produto de Euroclasse E, auto-extinguível sem a presença de gotas o que evita a propagação de chamas em caso de incêndio.

Estabilidade dimensional

Ao acondicionar os produtos de extrudido durante 48 h a 70°C, e durante 48 h a 70°C e 90% de humidade, as alterações relativas ao comprimento, largura e espessura não devem exceder 5%.

Deformação sob condições específicas de carga a compressão e temperatura

Indica a capacidade do XPS de suportar simultaneamente a acção de cargas e temperaturas. A deformação deve ser inferior a 5% após 168 h a 70°C e 40 kPa.

Gelo-Degelo

É um indicador da durabilidade do poliestireno extrudido em condições extremas de exposição.

Expressa-se através do nível 2 que implica uma perda de resistência à compressão <10% e um aumento de absorção de água <1% depois de 300 ciclos de gelo-degelo.

Tracção perpendicular às faces

A resistência do poliestireno extrudido quando se submete a uma força de tracção perpendicular aos lados é superior a 200 kPa.

Transmissão de vapor de água

O factor de resistência à difusão do vapor de água indica a magnitude da resistência do produto ao vapor de água em relação a uma capa de ar estacionário da mesma espessura à mesma temperatura e para produtos de XPS alcança valores superiores a 150.

Fabrico

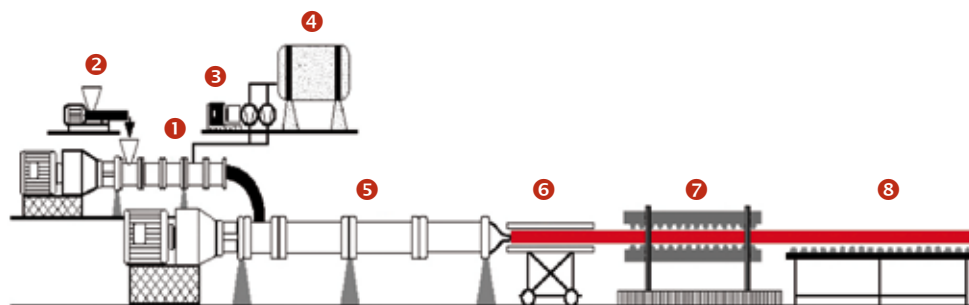
O processo de fabrico do poliestireno extrudido compreende as seguintes fases:

- » Extrusão
- » Expansão
- » Estabilização
- » Mecanização

As placas de XPS fabricam-se mediante um processo de extrusão, a partir da resina de poliestireno em forma de grão. A granza introduz-se na extrusora junto com outros aditivos, fundindo-se e misturando-se até formar um fluido viscoso.

Então, injecta-se um agente expensor, sob condições muito controladas de pressão e temperatura, e procede-se à expansão da espuma. Durante a calibragem dá-se forma à massa procedente da boca da extrusora permitindo um acabamento liso e plano da superfície das placas e a uniformidade e homogeneidade da massa em todo o perímetro das placas.

A placa de poliestireno extrudido resultante circula através de uma linha contínua ao longo da qual se cortam as placas ao tamanho desejado, deixam-se repousar as placas para estabilizar as suas dimensões, mecanizam-se as ranhuras e os bordos laterais e, por último, colocam-se as placas em paletes.



- 1 Extrusora 2 Alimentação de sólidos (resina de PS, agente ignífugante, colorantes, etc.) 3 Dosificação agente expensor
4 Depósito agente expensor (líquido) 5 Misturadores (gel) 6 Prancha contínua de espuma 7 Curado 8 Corte e embalagem

Quadro normativo de produto e qualidade de produto certificada

As normas de referência para os produtos de poliestireno extrudido, comum em todo o âmbito europeu são as seguintes:

EN 13164: Produtos isolantes térmicos para aplicações na edificação. Produtos manufacturados de poliestireno extrudido (XPS). Especificação.

EN 13172: Produtos isolantes térmicos. Avaliação da conformidade.

Marcação CE



Os produtos de poliestireno extrudido satisfazem os requisitos da ordem M/103, dada no quadro da Directiva de Produtos de Construção (89/106/CEE) e estão sob um sistema 3 de avaliação da conformidade de acordo com a decisão da Comissão Europeia de 95/204/CE de 31.04.95, feita uma revisão pela decisão 99/91/CE de 25.01.99 modificada pela decisão 01/596/CE do dia 8 de Janeiro.

Para os produtos sob o sistema 3, quando se alcançar a conformidade, o fabricante ou o seu representante autorizado estabelecido no Espaço Económico Europeu (EEE) deve elaborar e conservar uma declaração de conformidade, Declaração de conformidade CE, que lhe autoriza a fixar a marcação CE.

O símbolo da marcação CE deve ir acompanhado do Nome, marca comercial e morada registada do fabricante, os dois dígitos do ano em que se fixa a marcação; referência à norma europeia EN 13164; descrição do produto e utilização prevista e informação sobre as características essenciais do produto indicadas em forma de código de designação (ver pág. 27).

O seguinte exemplo ilustra o código de designação para um produto de espuma de poliestireno extrudido para cobertura:

XPS- EN 13164 – T1 – DS(TH) – DLT(2)5 – CS(10\Y)300 – CC(2/1,5/50)125 – WD(V)3 – WL(T)0,7 – TR200 – MU150 – FT2

Certificado de produto AENOR



Os produtos de poliestireno extrudido têm a marca N voluntária AENOR (Associação Espanhola de Normalização e Certificação) de produto certificado, que certifica que o produto mantém no tempo o cumprimento com as especificidades e procedimentos de garantia da qualidade que impõem as EN 13172 e EN 13164 e os regulamentos próprios de AENOR:

- » Regulamento geral para a certificação de produtos e serviços,
- » Regulamento particular da marca AENOR para materiais isolantes térmicos (RP 20.00)
- » Regulamento particular da marca AENOR e da Keymark para produtos de poliestireno extrudido (XPS) para aplicações na edificação (RP 20.03)
- » A obtenção da certificação de produto AENOR permite a inclusão da marca N na etiquetagem dos produtos de poliestireno extrudido.



Aplicações construtivas em obra nova e reabilitação

Elevado nível de isolamento térmico, grande resistência à compressão, baixa absorção de água, alta resistência à difusão do vapor, leveza, facilidade de instalação, inocuidade e durabilidade. São estas as principais características que permitem às placas de espuma rígida de poliestireno extrudido (XPS) dar a correcta dimensão a todo o projecto de isolamento, tanto para os edifícios novos como para edifícios de reabilitação.

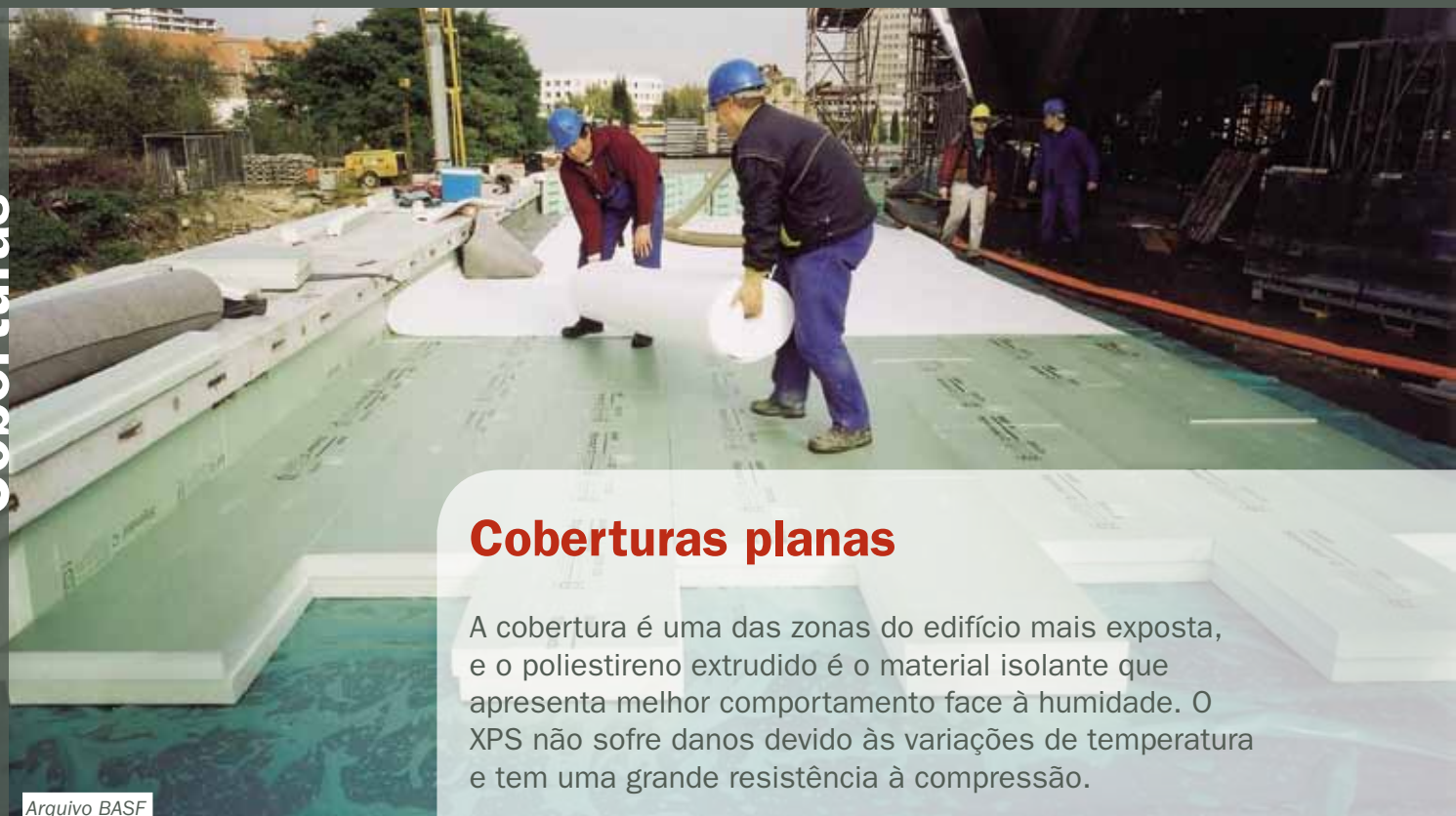
Através de uma avançada e exclusiva tecnologia de fabrico que lhe confere uma estrutura homogénea e impenetrável de células estanques, o poliestireno extrudido expande-se actualmente sem se utilizar fluorocarbonetos, resultando num produto eco compatível e conforme as normas ambientais mais exigentes.

As aplicações do XPS em edificação vão dirigidas fundamentalmente para o isolamento da estrutura envolvente do edifício, melhorando o conforto térmico dos utilizadores dos espaços, reduzindo a transmitância térmica dos elementos construtivos nos quais se incorpora e, consequentemente, reduzindo a procura e o consumo de energia por climatização, tanto aquecimento no Inverno como arrefecimento no Verão, reduzindo as emissões de CO₂ para a atmosfera, e reduzindo o custo da factura energética.

Podemos estabelecer uma classificação das principais aplicações do poliestireno extrudido na construção, de acordo com as partes da estrutura envolvente do edifício.

Vantagens para reabilitação através da melhoria do isolamento térmico pelo exterior do edifício:

- » Grande redução da factura energética.
- » Melhorar o conforto e o bem-estar para o utilizador.
- » Diminuir as emissões de gases com efeito estufa.
- » Reduzir o risco de condensações que conduzam a humidades interiores e ao consequente aparecimento de mofo/bolor, contribuindo assim para a saúde do utilizador.
- » Acrescentar valor ao edifício: as vantagens descritas podem utilizar-se como argumentos positivos em caso de aluguer ou venda.
- » A instalação pelo exterior evita a perda do espaço útil e evita incómodos aos ocupantes do edifício durante as obras.



Arquivo BASF

Coberturas planas

A cobertura é uma das zonas do edifício mais exposta, e o poliestireno extrudido é o material isolante que apresenta melhor comportamento face à humidade. O XPS não sofre danos devido às variações de temperatura e tem uma grande resistência à compressão.

A colocação de placas isolantes de XPS em cima da membrana de impermeabilização em coberturas planas invertidas, prolonga a sua duração, protegendo-a contra o ataque da radiação solar, das variações térmicas bruscas que podem provocar fissuras, os ciclos gelo-degelo e das agressões mecânicas durante a execução e utilização da cobertura.

Além disso, em trabalhos de reparação e/ou reabilitação energética, para coberturas com acabamento em gravilha ou lajetas flutuantes, as placas isolantes rígidas de XPS permitem renovar a membrana de impermeabilização com facilidade e possibilitam implementar novas capas de isolamento a posteriori para reduzir a transmitância térmica da cobertura. A grande resistência à compressão de placas isolantes rígidas de poliestireno extrudido permite também a sua utilização em coberturas destinadas a parques de estacionamento. Na grande maioria dos casos, não é preciso colocar barreira de vapor em coberturas invertidas isoladas com placas de poliestireno extrudido. A sua colocação em obra, tanto para a construção nova como para reabilitação energética, requer pouco tempo, e toda a operação de manutenção ou de substituição é mais simples. Os tipos de placas de XPS utilizadas normalmente em coberturas planas são de 300 kPa e 500 kPa (este último no caso de estarem submetidas a cargas elevadas, como coberturas de parques de estacionamento) de resistência mínima à compressão, superfície exterior lisa e mecanização perimetral (bordo) de meia-madeira.

Tipologia de coberturas planas com isolamento de XPS:

Coberturas planas invertidas

- » Não transitáveis, acessíveis para manutenção
 - Acabamento em gravilha
 - Ajardinadas
- » Transitáveis
 - Acabamento em lajetas
 - Acabamento em lajetas flutuantes
 - Tráfego (coberturas parking)
 - Acabamento tosco (argamassa)

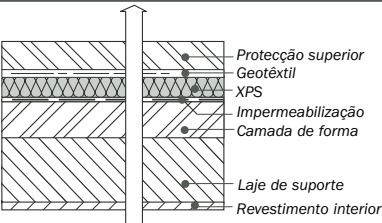
Coberturas ligeiras tipo Deck



Arquivo DOW

A resistência térmica do isolante é afectada pelo contacto com a água se não for utilizado um material adequado.
É da maior importância criar pendentes que assegurem um rápido escoamento da água.

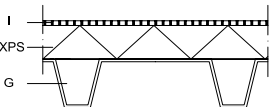
Espessura de isolante (e) e respectivo valor de U, em função da zona climática

Cobertura em terraço	Zona climática							
	I1		I2		I3		RA (I1)	
	e [mm]	U [W/(m ² °C)]	e [mm]	U [W/(m ² °C)]	e [mm]	U [W/(m ² °C)]	e [mm]	U [W/(m ² °C)]
Composição								
	60	0,47	60	0,47	70	0,42	30	0,78

* Os valores de U foram calculados admitindo que, sem isolamento térmico, o valor de U seria de 2,2 W/(m²·°C), para $\lambda_{\text{isolante}} = 0,036 \text{ W (m}^\circ\text{C)}$

Memórias descritivas

___ m² isolamento térmico de **cobertura plana invertida**, mediante placas rígidas de espuma de poliestireno extrudido (XPS), de ___ mm de espessura, com uma condutibilidade térmica declarada $\lambda_D = \text{___ W/m} \cdot \text{K}$; resistência térmica declarada $RD = \text{___ m}^2 \cdot \text{K/W}$; classificação de reacção ao fogo Euroclasse E, segundo a norma EN 13501-1 e código de designação XPS-EN13164-T1-CS(10\Y)300-CC(2/1.5/50)130-WL(T)0.7-WD(V)3-FT2- DS(TH)-DLT(2)5, de acordo com as especificidades da norma EN 13164.

Espessura de isolante (e) e respectivo valor de U, em função da zona climática								
Cobertura plana Deck	Zona climática							
	I1		I2		I3		RA (I1)	
Composição	e [mm]	U [W/(m²°C)]	e [mm]	U [W/(m²°C)]	e [mm]	U [W/(m²°C)]	e [mm]	U [W/(m²°C)]
	70	0,47	70	0,47	80	0,42	30	0,78

* Os valores de U foram calculados admitindo que, sem isolamento térmico, o valor de U seria de 2,2 W/(m²·°C), para $\lambda_{\text{isolante}} = 0,036 \text{ W (m} \cdot \text{°C)}$

Memórias descritivas

___ m² isolamento térmico de **cobertura plana Deck**, mediante placas rígidas de espuma de poliestireno extrudido (XPS), de ___ mm de espessura, com uma condutibilidade térmica declarada $\lambda_D = \text{___ W/m} \cdot \text{K}$; resistência térmica declarada $R_D = \text{___ m}^2 \cdot \text{K/W}$; classificação de reacção ao fogo Euroclasse E, segundo a norma EN 13501-1 y código de designação XPS-EN13164-T1-CS(10\Y)300-CC(2/1.5/50)100-WL(T)0.7-WD(V)3-FT2- DS(TH)-DLT(2)5, de acordo com as especificidades da norma EN 13164.

Colocação em obra



Arquivo URSA

Cobertura plana invertida com estrutura suporte de cimento

Na cobertura plana invertida, ao “inverter” as posições convencionais de impermeabilização e isolamento térmico, colocando este sobre a membrana, a durabilidade da impermeabilização aumenta de forma considerável.

Acabamentos não transitáveis

Cobertura invertida não transitável acabada em gralilha, com granulometria 20 - 40 mm, lavada, e com espessura mínima de 50 mm. Com esta espessura de acabamento contribui-se com 80 e 100 kg/m² de sobrecarga, que compensam, a flutuabilidade, das placas leves e rígidas de poliestireno extrudido.

Caso a gralilha contenha excesso de finos, será colocada em cima das placas um filtro separador não tecido ou um separador geotêxtil, permeável à água, de 100 g/m² no mínimo (de poliéster, por exemplo). Assim, evita-se que os finos se depositem na membrana, danificando-a.

Acabamentos transitáveis

Há várias opções como protecções transitáveis. As três primeiras para trânsito de pessoas e a quarta para tráfego, além de veículos.



Arquivo BASF

Pavimento de tijoleiras de cimento:

Forma-se uma câmara ventilada entre as placas de poliestireno extrudido e as tijoleiras, apoiando-as sobre suportes distanciadores. Ter-se-á em conta a acção pungente dos suportes distanciadores de modo a que a pressão transmitida às placas isolantes não supere o valor de resistência à compressão para uma deformação máxima ao longo prazo por fluência de 2% (ou seja, por volta de 100-130 kPa, 1-1.3 kp/cm² dependendo do fabricante, para um XPS com resistência a compressão de 300Kpa). As tijoleiras colocam-se sobre os suportes de maneira que formem juntas abertas entre elas, para permitir assim qualquer dilatação, e facilitando tanto a drenagem da água em superfície como a ventilação sob as tijoleiras, de modo a que forme um pavimento “aberto” à “difusão”.

Pavimento contínuo de ladrilho cerâmico:

No caso de cobertura invertida aconselha-se manter um determinado grau de ventilação ou arejamento entre o pavimento e o isolante térmico (mais uma vez trata-se de conseguir um sistema “aberto” à “difusão”). Há produtos comercializados sob o nome genérico de “capa de difusão” que, de facto, não facilitam a difusão do vapor como tal, mas sim a secagem (prevêem-se juntas “abertas” de cada ladrilho, por onde “respire” a tal capa de “arejamento”) e, ao mesmo tempo, drenagem, em caso de existir água, quer venha de condensação ou de chuva.

O objectivo aqui é impedir a formação de um lençol de água parado entre o cimento do ladrilho e as placas

isolantes, lençol que actuaria a modo de barreira de vapor no “lado frio” do isolante, o que seria contraproducente, principalmente onde haja condições climatéricas locais especialmente adversas (por frio e chuva) já que se pode verificar uma ataque de humidade excessivo, ao encontrar-se o isolamento térmico de poliestireno extrudido entre dois ambientes saturados de humidade procedente do ambiente exterior, tanto no seu “lado quente” como no “lado frio”. Dada a grande diferença de pressões de ar que se estabelece, verificar-se-á uma forte difusão de vapor através da placa isolante (e isto, destaquemo-lo, sem que intervenha a difusão de vapor desde o ambiente interior, retida sob a impermeabilização - barreira de vapor).

Finalmente, aconselha-se colocar uma camada de argamassa (de 40 mm de espessura mínima) e depois cobrir com uma malha, de forma a distribuir melhor as sobrecargas que se produzam.

Pavimento de lajetas térmicas:

Devido à protecção pesada requerida pela solução invertida (com os diversos acabamentos expostos), tem-se uma sobrecarga em cobertura com mais de 80 kg/m². No entanto, por razões estruturais ou por se tratar de uma reabilitação com limitações muito estritas, tanto em sobrecarga admissível como em acessibilidade à cobertura, podem-se instalar lajetas térmicas, com base isolante de XPS integralmente aderido em argamassa tratada ou cimento poroso. Esta solução contribui com, segundo os modelos, entre 25 e 60 kg/m² à cobertura e



Arquivo EDILTEC



Arquivo TOPOX



Arquivo KNAUF

não precisa de meios especiais para e 60kg/m² de sobrecarga à cobertura.

Estas lajetas térmicas:

- › Podem-se usar com inclinações de 1 a 5%.
- › O seu peso não se considera no momento de avaliar o sistema de fixação da impermeabilização e a sua estabilidade face ao vento.
- › No perímetro da cobertura, os lados estão protegidos da luz solar e da acção do vento directo por debaixo das mesmas. Os muros têm uma altura mínima de 50 mm acima da superfície das lajetas.
- › Para evitar a sucção do vento deve-se estudar, em função do tipo de lajeta (peso, dimensões, desenho de juntas, etc.), o comportamento perante a sucção do vento. Como o dito efeito produz-se no perímetro de qualquer cobertura, sobretudo nas esquinas e também à volta de qualquer confluência importante: clarabóias, chaminés, casas de máquinas, etc. Costuma-se colocar em tais zonas ou um obstáculo adicional a modo de corredor formado com tijoleiras de cimento de 600x600x50 mm, ou uma fixação mecânica, ou inclusive a cola às lajetas.

Com camada de rodagem para trânsito de veículos:

Da mesma forma, pode haver vários tipos de soluções construtivas de cobertura invertida que proporcionem a camada de desgaste para uma cobertura transitável para veículos, a saber: rodagem formada por ladrilhos de cimento, placas de betão.

Devido às fortes sobrecargas, em cobertura “parking” torna-se necessário a utilização de placas isolantes de poliestireno extrudido de maiores prestações mecânicas do que as habituais em cobertura invertida.

Acabamentos vegetais ou ajardinados

Numa cobertura invertida, tal como na tradicional, também se pode realizar um acabamento intensivo, com grandes espessuras de substrato mineral (mais de 200 mm e até 1000), cultivo de qualquer tipo de plantas, manutenção e rega periódicas.

No entanto, pela sua actualidade destaca-se a possibilidade de um acabamento extensivo. Neste tipo de cobertura, tem-se:

- › Uma capa de drenagem ou “geodreno” entre as placas isolantes de XPS e a camada de substrato.



Arquivo URSA

› Uma camada de substrato com uma espessura entre 60 e 120 mm (compare-se com o acabamento intensivo).

› As plantas são seleccionadas de modo que não precisem de manutenção nem de rega periódicos (tipicamente do género Sedum, plantas tipo “unha de gato”). Além disso são plantas com um porte pequeno, o que, em caso de incêndio não agrava o problema, ao não representar uma grande massa orgânica na cobertura. As principais vantagens das coberturas vegetais extensivas são a melhoria estética, a relativa leveza relativamente à solução intensiva, a mínima manutenção, a redução de caudais que deve suportar a evacuação de águas pluviais, e a formação de um escoadouro de CO₂ constituído pelas plantas. As maiores dificuldades vêm do escasso ou nulo desenvolvimento das plantas no clima de Verão muito seco (humidade relativa média de pelo menos 40%, com mínimas de pelo menos 20%) e temperaturas em cobertura muito altas, até uns 50-55°C, como consequência da intensa radiação solar. Em tais casos é obrigatória uma manutenção e rega mínimas, ou então dispor de sistemas “passivos” que garantam em qualquer caso uma provisão mínima de água às plantas.

Cobertura plana com estrutura suporte de chapa metálica ondulada (cobertura Deck)

No caso de utilizar isolamentos orgânicos com limitações na temperatura de serviço permanente (por exemplo, XPS) e na estabilidade dimensional resultante, instalam-se lâminas sintéticas impermeabilizantes (recomenda-se a sua instalação em frio) de cor branca ou clara, de modo a evitar um elevado aquecimento que pode deteriorar o isolante. No caso de instalar placas de poliestireno extrudido confirmar-se-á a possível falta de compatibilidade química entre a fórmula da lâmina e o suporte dado pelas placas de isolamento. É conhecido, por exemplo, o caso das placas de PVC que conseguem o grau adequado de flexibilidade acrescentando plastificantes. Se entram em contacto com o poliestireno, os referidos plastificantes, dependendo da sua fórmula específica, podem migrar em maior ou menor medida, tornando-se a lâmina de PVC frágil e contraindo dimensionalmente, com o consequente prejuízo para o sistema de cobertura. A solução passará por colocar uma capa de separação adequada entre a lâmina e o isolamento.



Arquivo EDILTEC



Arquivo FIBRAN



Arquivo URSA

Coberturas inclinadas

Graças às placas isolantes de espuma rígida de poliestireno extrudido podemos fazer do sótão ou água-furtada de uma casa ou edifício um espaço habitável.

Este espaço torna-se num lugar de alto risco de condensação numa construção; por isso, o isolante ideal para esta aplicação deve possuir não só uma elevada capacidade de isolamento térmico e uma óptima resistência à compressão, mas também excelentes características no seu comportamento face à humidade, como é o caso do poliestireno extrudido.

Além disso, a sua facilidade de manipulação e colocação, permite obter elevados rendimentos de mão-de-obra em coberturas inclinadas.

Tipologia de coberturas inclinadas com isolamento de XPS:

Coberturas inclinadas

Com telha

- » Com peças encaixadas (telhas, lousas...) e câmara ventilada
- » Isolamento debaixo estrutura coberta
- » Painéis sandwich
 - Metálicos
 - De madeira

Os tipos de placas de poliestireno extrudido utilizados habitualmente em coberturas inclinadas, são de 300 kPa de resistência mínima à compressão, superfície exterior ranhurada no caso de coberturas com telha, superfície exterior lisa no caso de coberturas com peças pregadas e cobertas com isolamento sob estrutura, e superfícies rugosas no caso de fabrico de painéis sandwich com revestimentos colados ao isolante. As mecanizações perimetrais (bordos) costumam ser tipo meia-madeira, excepto para painéis sandwich, com canto recto (bordo liso) sem mecanizar.



Arquivo DOW

* O espaço de ar sob o revestimento exterior deverá ser convenientemente ventilado, através de aberturas praticadas na base e topo da vertente.

Em edifícios de maior higrometria pode ser necessário aplicar uma barreira pára-vapor³ pelo interior do isolante, dependendo da estrutura de suporte.

** O espaço de ar sob o revestimento exterior deverá ser convenientemente ventilado, através de aberturas praticadas na base e topo da vertente.

É necessário assegurar a estanquidade ao ar do revestimento interior. Em edifícios de maior higrometria pode ser necessário aplicar uma barreira pára-vapor³ pelo interior do isolante. Esta solução não contribui para a inércia térmica interior.

³ barreira pára-vapor: componente que oferece uma elevada resistência à passagem de vapor de água

Espessura de isolante (E) e respectivo valor de U, em função da zona climática

Cobertura inclinada (com isolamento na vertente sobre a estrutura)*

Composição	Zona climática							
	I1		I2		I3		RA (I1)	
	e [mm]	U [W/(m²°C)]	e [mm]	U [W/(m²°C)]	e [mm]	U [W/(m²°C)]	e [mm]	U [W/(m²°C)]
	60	0,50	70	0,44	80	0,39	30	0,85

Cobertura inclinada leve (com isolamento na vertente sob a estrutura)**

Composição	I1		I2		I3		RA (I1)	
	e [mm]	U [W/(m²°C)]	e [mm]	U [W/(m²°C)]	e [mm]	U [W/(m²°C)]	e [mm]	U [W/(m²°C)]
	e [mm]	U [W/(m²°C)]	e [mm]	U [W/(m²°C)]	e [mm]	U [W/(m²°C)]	e [mm]	U [W/(m²°C)]
	60	0,53	70	0,46	80	0,41	40	0,75

* Os valores de U foram calculados admitindo que, sem isolamento térmico, o valor de U seria de 2,9 W/(m²°C), para $\lambda_{\text{isolante}} = 0,036 \text{ W/(m°C)}$

** Os valores de U foram calculados admitindo que, sem isolamento térmico, o valor de U seria de 5,5 W/(m²°C), para $\lambda_{\text{isolante}} = 0,035 \text{ W/(m°C)}$

Memórias descritivas

___ m² isolamento térmico de **cobertura inclinada**, mediante placas rígidas, ranhuradas numa das faces, de espuma de poliestireno extrudido (XPS), de ___ mm de espessura, com uma condutibilidade térmica declarada $\lambda_D = \text{___ W/m·K}$; resistência térmica declarada $RD = \text{___ m²·K/W}$; Classificação de reacção ao fogo Euroclasse E, segundo a norma EN 13501-1 e código de designação XPS-EN13164-T1-CS(10\Y)300-DS(TH), de acordo com as especificidades da norma EN 13164.

Colocação na obra

Pode existir, tal como ocorria na cobertura plana, dois tipos principais de cobertura inclinada ou telhado, segundo se forme uma câmara ventilada. Caso se forme uma câmara ventilada poderá fala-se de um telhado frio ou, caso contrário, fala-se de um telhado quente.

Telhado frio

Podem-se distinguir dois casos, segundo a câmara se forme no próprio plano da cobertura (surgindo debaixo desta umas águas-furtadas ou um sótão “habitável”) ou se forme entre a cobertura e o suporte horizontal do telhado (surgindo então umas águas-furtadas ou um sótão “inabitável”):

Câmara ventilada formada na própria cobertura. É a solução mais habitual no Centro da Europa e baseia-se na construção em madeira (ou também metal, embora mais recente) de modo que se consegue uma ventilação “cruzada” debaixo da telha interpondo uma ordem dupla, que tem o papel de suporte da telha.

Telhado quente

Apesar de não dispor, como já se explicou, de uma câmara ventilada propriamente dita, costuma verificar-se pelo menos a chamada “micro ventilação” entre as telhas e o suporte, dada simplesmente pela forma das telhas seu encaixe, que sempre permite que a pequena câmara e o inter espaço entre telhas e o suporte “respire”. Isto é conveniente a fim de facilitar, principalmente em condições de inverno, a saída de qualquer excesso de humidade que se pudesse encontrar debaixo das telhas, com o conseqüente risco de danos, especialmente devido geadas.

O isolamento neste tipo de telhado quente pode-se colocar ou debaixo da telha, isto é, entre a telha e o suporte estrutural da cobertura, ou através do interior, como se se tratasse de um tecto falso.

Voltando ao primeiro caso, a instalação do isolamento debaixo da telha: há duas opções segundo receba ou não directamente a sobrecarga das telhas.

Dada a inclinação de uma cobertura inclinada, para que um isolamento térmico seja um bom suporte directo da telha, instalada de acordo com o modo tradicional, deve assegurar que não haverá movimentos das telhas por deslizamento sobre o isolamento térmico. Portanto, o acabamento superficial do isolante deverá ser tal forma que a argamassa adesiva das telhas se fixe ao isolante.



Arquivo EDILTEC



Arquivo URSA

A solução mais habitual consistiu, nos últimos 20 anos, num tipo de placa rígida com um acabamento superficial canelado num dos lados, com robustez suficiente para permitir uma adequada fixação da argamassa da telha. As placas colocam-se com o rebordo paralelo à cumeeira da cobertura.

Neste caso, a instabilidade do sistema formado pelas placas isolantes e as telhas devido à acção do vento (sucção) depende da própria instabilidade das telhas, como em qualquer outra cobertura inclinada. As placas isolantes não implicam nenhuma perda (nem melhoria) de estabilidade. Para a sua fixação costumam-se usar, com óptimo comportamento em inclinações de até 57% (30°), buchas plásticas com o adequado comprimento. Estas fixações mecânicas, devem ter uma distribuição mais densa no contorno do telhado (5 fixações por m²), que é onde se podem produzir os maiores esforços devido ao vento, e menor no resto da superfície do telhado (3 fixações por m²). De qualquer modo as referidas fixações só têm sentido para manter em posição as placas enquanto não se instalou neles o lastro dado pela telha.

Numa situação topográfica mais extrema de exposição a ventos, a telha será instalada sempre com fixação mecânica (agrafos, pregos, etc.) ou com adesão com espuma de poliuretano. Em ambos os casos deverá ser instalada uma ripa como suporte mais adequado da telha. Como alternativa pode utilizar-se argamassa sobre as próprias placas caneladas. Também, como alternativa para conseguir um certo grau de ventilação sem necessidade de dispor uma ripa dupla, colocam-se, as placas caneladas na direcção da inclinação, o que permite um grau de ventilação nessa direcção, ao mesmo tempo que a única fixação das telhas, permite a ventilação na direcção perpendicular, paralela à cumeeira do telhado.



Arquivo KNAUF

Fachadas isoladas pelo exterior

A utilização de placas térmicas de espuma rígida de XPS para o isolamento de paredes exteriores, incrementa o conforto de habitabilidade e reduz o risco de condensações. Os sistemas de isolamento térmico pelo exterior, como ETICS e fachadas ventiladas, são soluções construtivas especialmente interessantes em processos de reabilitação energética, já que, ao intervir pelo exterior, não se produzem interferências para os utilizadores das habitações ou recintos, não se reduz a sua superfície útil e revaloriza-se estética e economicamente o edifício.

Nestes sistemas, é aconselhável a utilização de placas isolantes rígidas de XPS, obtendo uma estrutura envolvente térmica contínua, reduzindo a transmitância térmica da parede e corrigindo as pontes térmicas, como frentes de lajes, pilares, talões de viga, etc. Desta forma, a baixa transpirabilidade do XPS impede o risco de condensações intersticiais e as consequentes patologias por humidades. Cabe dizer também que os elevados níveis de resistência mecânica deste material, tanto à compressão como a tracção, lhe proporcionam uma importante vantagem relativamente a outros materiais isolantes para a sua aplicação em ETICS.

As placas isolantes de espuma rígida de XPS também são aconselháveis para o isolamento exterior de paredes de betão armado, reduzindo a transmitância térmica destes, e protegendo a impermeabilização do contacto directo com o terreno. A elevada resistência à compressão do XPS permite suportar a pressão do terreno sem que se produzam deformações no isolante que pudessem diminuir a sua capacidade isolante. As placas aplicam-se directamente sobre a superfície a isolar, tendo em conta que as juntas encaixem perfeitamente. Para evitar que ao colocar o material de enchimento das placas se possa mover, é suficiente utilizar alguma cola adequada nas juntas.

Tipologia de paredes exteriores com isolamento XPS:

Isolamento pelo exterior de fachadas

- » Sistema de isolamento térmico pelo exterior (ETICS)
- » Fachadas ventiladas

Muros enterrados

Os tipos de placas de XPS utilizadas habitualmente em paredes exteriores, são de 200 e 300 kPa (este último no caso de estar submetidas a pressões importantes, como por exemplo em muros enterrados) de resistência mínima à compressão. A superfície exterior costuma ser rugosa ou ranhurada no caso de ETICS/SATE e de isolamento pelo exterior com gesso ou reboco, e lisa para fachadas ventiladas, parede dupla e muros enterrados. As mecanizações perimetrais (bordos) costumam ser com encaixes, ou com canto recto sem mecanizar (bordo liso) (neste caso é recomendável a sua aplicação em camada dupla com juntas não sobrepostas).



Arquivo FIBRAN

A resistência térmica da camada de isolamento deve ser superior a $1 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ (35 mm de espessura mínima).

O isolante não pode ficar sujeito à radiação solar.

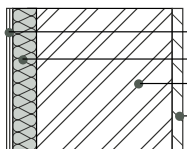
O quociente entre a permeância do acabamento exterior e a permeabilidade ao vapor do isolamento térmico não deve ser inferior a 50 m-1, no caso do sistema ETICS.

Os panos de alvenaria deverão ser convenientemente travados e a sua espessura não deverá ser inferior a 0,22 m.

O espaço de ar da fachada ventilada deverá ter uma espessura mínima de 20 mm. A ventilação do espaço de ar deve ser assegurada por aberturas na base e no topo, cuja secção (S, em cm^2) deverá estar relacionada com a altura (H em [m] não superior a 18 m) da seguinte forma:

$$S = 50 \times \left(\frac{H}{3}\right)^{0,4}$$

Espessura de isolante (e) e respectivo valor de U, em função da zona climática

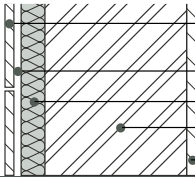
Parede isolada pelo exterior com revestimento contínuo (ETICS) *	Zona climática							
	I1		I2		I3		RA (I1)	
	e [mm]	U [W/ ($\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)]	e [mm]	U [W/ ($\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)]	e [mm]	U [W/ ($\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)]	e [mm]	U [W/ ($\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)]
Composição								
								
	30	0,57	30	0,57	40	0,49	0	1,10

* Em paredes de betão, acrescentar 10 mm na espessura de isolante, excepto para I1

* Os valores de U foram calculados admitindo que, sem isolamento térmico, o valor de U seria de $1,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, para $\lambda_{\text{isolante}} = 0,035 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$

Memória descritiva

____ m^2 isolamento térmico de **parede vertical pelo exterior**, para sistema ETICS, mediante placas rígidas de espuma de poliestireno extrudido (XPS), de ____ mm de espessura, com uma condutibilidade térmica declarada $\lambda_D =$ ____ $\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$; resistência térmica declarada $RD =$ ____ $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$; Classificação de reacção ao fogo Euroclasse E, segundo a norma EN 13501-1 e código de designação XPS-EN13164-T2-CS(10\Y)300-DS(TH)-TR400-SS150-MU50, de acordo com as especificidades da norma EN 13164.

Espessura de isolante (e) e respectivo valor de U, da zona climática								
Parede isolada pelo exterior com câmara de ar (fachada ventilada)*	Zona climática							
	I1		I2		I3		RA (I1)	
	e [mm]	U [W/(m²°C)]	e [mm]	U [W/(m²°C)]	e [mm]	U [W/(m²°C)]	e [mm]	U [W/(m²°C)]
Composição								
	40	0,57	40	0,57	50	0,49	0	1,60

* Em paredes de betão, acrescentar 10 mm na espessura de isolante, excepto para N1-I1

* Os valores de U foram calculados admitindo que, sem isolamento térmico, o valor de U seria de 1,6 W/(m².°C), para $\lambda_{\text{isolante}} = 0,035 \text{ W (m.°C)}$

Memória descritiva

___ m² isolamento térmico de **parede vertical com câmara ventilada**, mediante placas rígidas de espuma de poliestireno extrudido (XPS), de ___ mm de espessura, com uma condutibilidade térmica declarada $\lambda D = \text{___ W/m.K}$; resistência térmica declarada $RD = \text{___ m².K/W}$; classificação de reacção ao fogo Euroclasse E, segundo a norma EN 13501-1 e código de designação XPS-EN13164-T1-CS(10\Y)200- DS(TH), de acordo com as especificidades da norma EN 13164.



Arquivo FIBRAN



Arquivo TOPOX

Colocação em obra

Trata-se de uma aplicação delicada, embora seja a solução mais próxima do ideal no controlo higrotérmico da edificação, pois aproveita ao máximo a inércia térmica da construção e, sobretudo, elimina quase por completo as pontes térmicas. De facto, apenas se formarão pontes térmicas na medida em que as fixações do isolamento e dos revestimentos (em fachada ventilada) assim o determinem.

Dado que a intervenção para instalar o isolamento se produz pelo exterior do edifício, será a solução preferida em casos de reabilitação térmica, pois evita na maior medida possível interferir com os utilizadores do edifício ou habitação.

Além disso, proporciona-se uma protecção máxima da parede face a agressões climatéricas. Neste sentido, é de destacar a fachada ventilada, onde se produz, por um lado, a dissipação de calor em condições de intensa radiação solar, e, por outro, em condições de inverno, a evaporação de qualquer condensação.

Isso é assim graças à câmara fortemente ventilada que se forma entre o isolamento e o revestimento. Aplicam-se placas de XPS, sectorizando a câmara ventilada, através de barreiras de fogo se a fachada tiver mais de 18m de altura, com o objectivo de evitar o possível efeito chaminé em caso de incêndio.

Além disso, o acabamento exterior proporcionará a protecção adequada às placas rígidas de base orgânica, perante a radiação UV.

No caso de revestir directamente o isolamento com argamassa mono camada num sistema ETICS (External Thermal Insulation Composite Systems) é muito aconselhável que o sistema seja garantido por uma empresa que se responsabilize pela compatibilidade de todos os produtos e a sua correcta aplicação, tal como se encontra reunido nas homologações técnicas tipo DIT (Documento de Idoneidade Técnica), DITE (DIT Europeu), Technical Agrément, Avis Technique..., e continuando as indicações do Guia EOTA, ETAG 004.



Arquivo URSA



Arquivo DOW



Arquivo EDILTEC

Paredes isoladas pelo interior e duplas

Devido ao aumento da capacidade térmica de uma parede dupla, por utilização de placas de XPS, os espaços tornam-se mais confortáveis.

A sua colocação é simples e rápida, sem que em geral seja necessário a implementação de uma barreira de vapor. Graças à sua elevada resistência à humidade, o valor do isolamento inicial mantém-se inalterado no tempo. Tal como nos sistemas de isolamento pelo exterior, comentados anteriormente, o isolamento de paredes através do interior está especialmente indicado em processos de reabilitação energética de edifícios.

A inércia térmica é média, e as pontes térmicas podem ter uma forte incidência pelo que é conveniente a sua análise, de forma a evitar condensações superficiais e formação de mofo/bolor.

Com certo tipo de isolamentos higratérmicos (com elevada resistência ao vapor de água – factor μ), como é o caso do poliestireno extrudido, e para a maioria de condições climatéricas e usos dos edifícios, não se precisa da típica barreira laminar contra a passagem do vapor, nem é preciso prever ter uma câmara ventilada, podendo ir o isolamento totalmente emparedado entre os panos exterior e interior da parede, ocupando, portanto, a espessura total da câmara em que se insere. Se for necessário, é fácil verificar – e quantificar –, o risco de condensações, por exemplo, através do método de cálculo da norma EN ISO 13788.

Tipologia de paredes com isolamento de XPS:

- » Isolamento pelo interior
- » Isolamento em paredes duplas



Arquivo EDILTEC

A solução de isolamento pelo interior elimina o contributo da parede para a inércia térmica útil do espaço interior, pelo que apenas é recomendável em reabilitação. Os panos de alvenaria deverão ser convenientemente travados e a sua espessura não deverá ser inferior a 0,22 m. Em edifícios de maior higrometria pode ser necessário aplicar uma barreira pára-vapor (barreira pára-vapor: componente que oferece uma elevada resistência à passagem de vapor de água) pelo interior do isolante. Não podem existir juntas abertas entre placas de isolamento térmico.

Espessura de isolante (e) e respectivo valor de U, em função do nível de qualidade e da zona climática

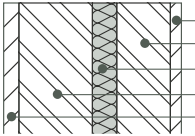
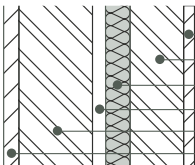
Paredes simples com isolamento pelo interior

Composição	Zona climática							
	I1		I2		I3		RA (I1)	
	e [mm]	U [W/(m²°C)]	e [mm]	U [W/(m²°C)]	e [mm]	U [W/(m²°C)]	e [mm]	U [W/(m²°C)]
	40	0,64	40	0,64	60	0,47	0	2,40

* Os valores de U foram calculados admitindo que, sem isolamento térmico, o valor de U seria de 2,4W/(m²°C), para $\lambda_{\text{isolante}} = 0,035 \text{ W (m}^\circ\text{C)}$

Memória descritiva

___ m² isolamento térmico de **parede vertical pelo interior**, mediante placas rígidas de espuma de poliestireno extrudido (XPS), de ___ mm de espessura, com uma condutibilidade térmica declarada $\lambda_D =$ ___ W/m·K; resistência térmica declarada $RD =$ ___ m²·K/W; classificação de reacção ao fogo Euroclasse E, segundo a norma EN 13501-1 e código de designação XPS-EN13164-T1-CS(10\Y)200-DS(TH), de acordo com as especificidades da norma EN 13164.

Espessura de isolante (e) e respectivo valor de U, em função do nível de qualidade e da zona climática								
Paredes duplas	Zona climática							
	I1		I2		I3		RA (I1)	
	e [mm]	U [W/(m ² °C)]	e [mm]	U [W/(m ² °C)]	e [mm]	U [W/(m ² °C)]	e [mm]	U [W/(m ² °C)]
Composição								
								
	30	0,57	30	0,57	40	0,49	0	1,10

Memória descritiva

___ m² isolamento térmico de **parede vertical dupla**, mediante placas rígidas de espuma de poliestireno extrudido (XPS), de ___ mm de espessura, com uma condutibilidade térmica declarada $\lambda_D =$ ___ W/m·K; resistência térmica declarada $R_D =$ ___ m²·K/W; classificação de reacção ao fogo Euroclasse E, segundo a norma EN 13501-1 e código de designação XPS-EN13164-T1-CS(10\Y)200-DS(TH), de acordo com as especificidades da norma EN 13164.



Arquivo CHOVA

Colocação em obra

Fachadas isoladas em câmara

Colocar o isolamento na caixa-de-ar da fachada é a instalação mais tradicional e frequente. No entanto, como não é aparente, uma vez fechada a parede não se pode comprovar facilmente como se fez a instalação e como tal, requer um controlo muito rigoroso. Além disso, a habitual construção de paredes em Portugal, começando pela pano exterior (ao contrário do resto da Europa), dificulta a instalação correcta, que deve manter a devida separação – e câmara – entre o isolamento e pano exterior. De facto, existem elementos auxiliares standardizados (separadores, chaves para atar) para garantir uma fixação e posição correcta do isolante dentro da caixa-de-ar.

Com placas de XPS podem-se produzir juntas abertas por má colocação, havendo o risco da formação de de ponte térmica e a falta de estanquidade do ar (correntes de convecção na câmara, comunicando o lado quente e o frio das placas isolantes e degradando, por conseguinte, as prestações térmicas do parede). Pode-se minimizar com juntas macho-fêmea entre as placas, que alguns produtos (por exemplo, os de XPS) trazem desde a fábrica. Também se deve verificar se as placas cobrem a altura toda da câmara, quer seja através de placas com dimensões adequadas, quer seja através de recortes de placas caso seja necessário. Todos os isolamentos

orgânicos ficam protegidos pelo pano interior de qualquer fogo originado no interior do edifício, com o qual não há nenhum risco especial quanto à exposição ao fogo.

Fachadas isoladas pelo interior

Com uma aplicação relativamente simples à primeira vista, especialmente apta para reabilitação (embora interferindo com o utilizador do edifício ou habitação) dá-se uma rápida resposta térmica do local, especialmente adequada para habitações de uso intermitente (fim-de-semana). Nestes casos o aquecimento dá-se directamente no ambiente interior, dada a mínima inércia térmica do revestimento do isolamento. No entanto, tal inércia térmica débil, vantajosa em tais casos, pode ser uma desvantagem em habitações de uso permanente, que necessitam de maior estabilidade térmica proporcionada por uma elevada inércia térmica.

Quanto às pontes térmicas estas têm uma incidência extrema, já que o isolamento se encontra pelo interior do edifício, não corrigindo as mesmas.

No que respeita à instalação, quando se aplicar o gesso directamente sobre o isolamento, este deverá apresentar uma superfície apta para uma boa fixação do gesso.

Existe alguma experiência desta solução especialmente com placas rígidas de poliestireno extrudido. De qualquer maneira coloca-se a capa de gesso com malhas de reboço de modo a evitar problemas de fissuras, por exemplo, coincidentes com as juntas entre placas.

A placa de isolamento também deverá apresentar uma superfície apta para poder ser colada ao suporte com os habituais cimentos cola. Outra possibilidade cada vez mais frequente é utilizar placas isolantes de XPS e placas de gesso laminado.

Pontes térmicas

Normalmente serve uma espessura relativamente pequena de isolamento, 3 cm, para poder alcançar um controlo efectivo da ponte térmica, de modo a evitar o risco de mofo/bolor, condensações superficiais e um excesso de perda de calor. Costumam-se usar XPS, altamente resistentes à compressão, e com elevada aderência à superfície do betão, por forma a funcionarem como cofragem perdida.

Na aplicação do isolamento da ponte térmica deve dar-se especial atenção à compatibilidade dimensional de todos os elementos construtivos que estão implicados.



Arquivo KNAUF



Arquivo URSA

Pavimentos

Uma parte importante do consumo de energia, assim como a sensação de conforto, é condicionada pela instalação de um isolamento térmico adequado aos pavimentos.

A finalidade do isolamento térmico para esta aplicação é a de manter a temperatura superficial do pavimento em valores mais ou menos próximos à temperatura do ar, para evitar a dispersão do calor, garantir o conforto do ambiente e prevenir o fenómeno de condensação.

A utilização de placas isolantes rígidas de XPS em isolamento de pavimentos, proporciona, entre outras vantagens, poupar energia em climatização, uma vez que se considera cerca de 15-20% das perdas de calor no edifício se produzem através do pavimento; reduzir o risco de condensações intersticiais e superficiais, contribuir para manter constante a temperatura interior do edifício, melhorando o conforto e suportar as cargas estáticas elevadas durante períodos muito longos, sem qualquer tipo de deformação.

Os tipos de placas de poliestireno extrudido utilizadas normalmente no isolamento de pavimentos, são de 300, 500 e 700 kPa (estes dois últimos no caso de estarem submetidas a cargas importantes, como por exemplo em pavimentos industriais, com trânsito de veículos e maquinaria pesada) de resistência mínima à compressão. A superfície exterior costuma ser lisa e as mecanizações perimetrais (bordos) com corte perimetral a meia madeira, ou com o canto recto sem mecanizar (bordos lisos) (neste caso é aconselhável a sua aplicação em camada dupla com juntas desencontradas).

Tipologia de pavimentos com isolamento de XPS:

- » Lajes térreas de betão armado em contacto com o terreno
- » Pavimentos com isolamento inferior
- » Pavimentos com isolamento intermédio (pavimentos radiantes)



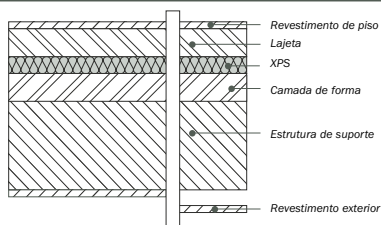
Arquivo URSA

A lajeta deverá ser convenientemente armada, fraccionada e separada do contorno. Em edifícios de maior higrometria pode ser necessário aplicar uma barreira pára-vapor (barreira pára-vapor: componente que oferece uma elevada resistência à passagem de vapor de água)

Espessura de isolante (e) e respectivo valor de U, em função da zona climática

Pavimento elevado (isolamento interior)	Zona climática							
	I1		I2		I3		RA (I1)	
	e [mm]	U [W/(m ² ·°C)]	e [mm]	U [W/(m ² ·°C)]	e [mm]	U [W/(m ² ·°C)]	e [mm]	U [W/(m ² ·°C)]

Composição



50	0,48	50	0,48	60	0,42	30	0,66
----	------	----	------	----	------	----	------

* Os valores de U foram calculados admitindo que, sem isolamento térmico, o valor de U seria de 1,6 W/(m²·°C), para $\lambda_{\text{isolante}} = 0,034 \text{ W (m}^\circ\text{C)}$

A espessura de isolante térmico em pavimentos térreos deverá ser de 30 mm.

Nos pavimentos térreos a compressibilidade do isolante deverá ser tanto mais baixa quanto mais elevadas forem as cargas sobre o pavimento.

Memória descritiva

__m² isolamento térmico de **pavimentos de uso doméstico ou comercial**, mediante placas rígidas de espuma de poliestireno extrudido (XPS), de __ mm de espessura, com uma condutibilidade térmica declarada $\lambda_D = \text{__ W/m}^\circ\text{K}$; resistência térmica declarada $RD = \text{__ m}^2\cdot\text{K/W}$; Classificação de reacção ao fogo Euroclasse E, segundo a norma EN 13501-1 e código de designação XPS-EN13164-T1-CS(10\Y)200-DS(TH), de acordo com as especificidades da norma EN 13164.

__m² isolamento térmico de **pavimentos de uso industrial ou com tráfego de veículos ligeiros**, mediante placas rígidas de espuma de poliestireno extrudido (XPS), de ____ mm de espessura, com uma condutibilidade térmica declarada $\lambda_D = \text{__ W/m}^\circ\text{K}$; resistência térmica declarada $RD = \text{__ m}^2\cdot\text{K/W}$; Classificação de reacção ao fogo Euroclasse E, segundo a norma EN 13501-1 e código de designação XPS-EN13164-T1-CS(10\Y)500-CC(2/1.5/50)180-WL(T)0.7-WD(V)3-FT2-DS(TH)-DLT(2)5, de acordo com as especificidades da Norma EN 13164.



Arquivo KNAUF

Colocação em obra

Em construções novas, nas quais se exige o isolamento em lajes de betão armado, as placas isolantes rígidas de poliestireno extrudido são ideais para serem colocadas directamente sob a superfície destas. Deve-se estender sobre as placas isolantes uma capa de separação de polietileno ou similar. Por último, instala-se uma camada de compressão de argamassa ou betão armado, de uma espessura não inferior a 5-6 cm, sobre a qual se instalará o pavimento final. No caso de pavimentos industriais o isolamento de poliestireno extrudido pode colocar-se entre esta e o terreno bem compactado.

As placas de XPS para o isolamento de forjados intermédios/intermediários podem fixar-se inicialmente através de um adesivo à base de cimento cola, completando-se a ancoragem definitiva com fixações mecânicas. O acabamento do tecto pode-se realizar com placas de gesso laminado.

Desta forma, o poliestireno extrudido é a solução ideal para o isolamento de pavimentos radiantes. As placas isolantes colocam-se sobre a laje estrutural do pavimento, intercalando entre este e o isolante uma lâmina de



Arquivo DOW

polietileno que actua como uma camada de separação. Então, aplica-se uma camada de areia para o nivelamento de um piso, de uma espessura que garanta ao mesmo tempo um revestimento adequado das tubagens. A seguir, uma camada de argamassa de cerca de 4 cm servirá como base para a aplicação do pavimento de acabamento.

Uma parte importante das perdas energéticas que se registam num edifício, até 20%, realiza-se através dos pavimentos, quer estejam em contacto com o terreno sobre a câmara sanitária, ou directamente sobre os espaços não aquecidos (caves) ou exteriores (pórticos). Além disso, a temperatura superficial do chão pode ser notavelmente inferior à temperatura ambiente, o que provoca desconforto pela “radiação fria” e risco de condensações superficiais.

As circunstanciais, perdas excessivas, desconforto e o risco de condensações, solucionam-se com a colocação de um isolamento térmico.

Ao introduzir o isolamento na construção do pavimento, deve-se ter em conta que se situará debaixo da carga, comprovando-se se a sua resistência à compressão é adequada para as cargas

permanentes (pavimento, tabiques, soleira, lousa, etc.) e de uso (doméstico, público, industrial, etc.) a que estejam submetidos. Normalmente costuma-se considerar, a favor da segurança, que as cargas se distribuem a 45°, a partir da superfície de aplicação ou o apoio da carga.

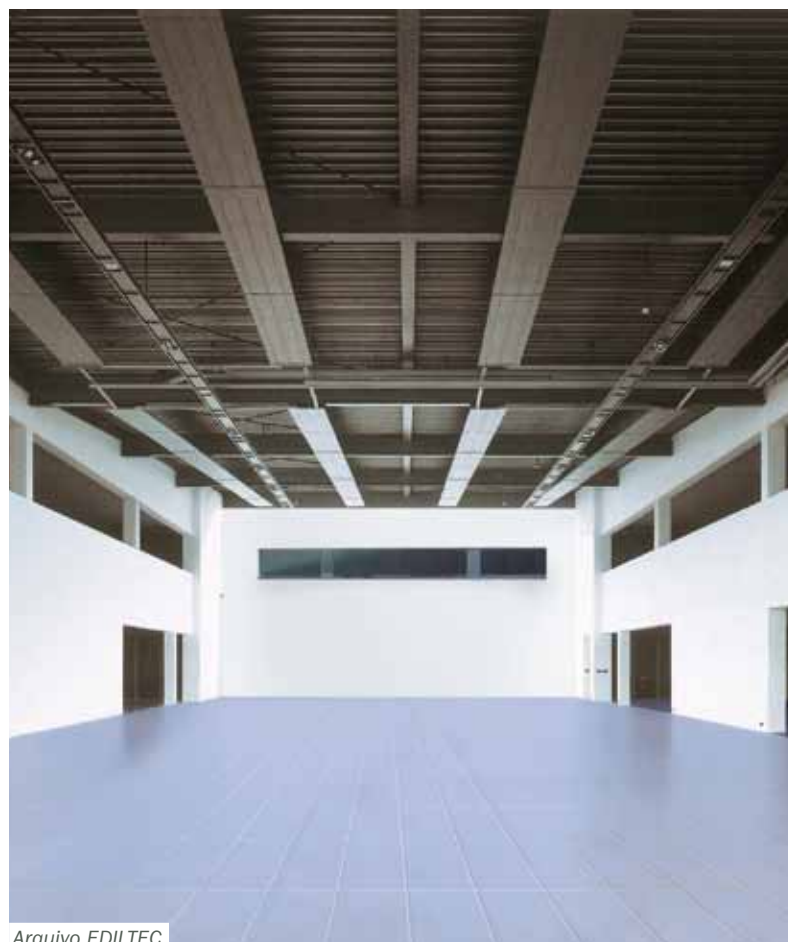
No caso de um pavimento com aquecimento, é obrigatória a disposição de um isolamento térmico debaixo da instalação se não se quiser colocar aquecimento no terreno ou na habitação dos vizinhos do andar inferior. Por outro lado, a possibilidade de que o isolante térmico entre em contacto com a água (procedente do terreno, de condensações, ou também da própria humidade da obra) com a resistência adequada (prancha rígidas, especialmente de poliestireno extrudido).



Arquivo BASF



Arquivo TOPOX



Arquivo EDILTEC

Câmaras frigoríficas

As placas isolantes rígidas de poliestireno extrudido são uma solução de elevada prestação térmica e mecânicas para a construção de câmaras frigoríficas, tanto a temperatura positiva (câmaras de conservação) como negativa (câmaras e túneis de congelação).

Para a execução do “fecho” perimetral, divisões interiores e tectos, costumam-se pré-fabricar painéis sandwich metálicos autoportantes, introduzindo o isolamento de poliestireno extrudido entre chapas coladas de aço, alumínio, PVC, MDF, etc., os quais se entregam e se montam na obra entre si através de uniões articuladas.

Para o isolamento do pavimento de câmaras frigoríficas, instalam-se entre uma soleira e o pavimento de betão as placas de poliestireno extrudido com corte perimetral a

meia madeira, que facilitam a montagem em obra e reduzem o risco de pontes térmicas através das juntas. É aconselhável a aplicação do poliestireno extrudido em dupla camada com juntas desencontradas.

Os tipos de placas de poliestireno extrudido utilizados habitualmente no isolamento de câmaras são de 200, 300, 500 e 700 kPa (estes dois últimos no caso de isolamento de pavimentos em câmaras frigoríficas industriais, com trânsito de veículos e maquinaria pesada) de resistência mínima à compressão. A superfície exterior costuma ser rugosa para o pré-fabrico de painéis sandwich de paredes e tectos, cujos revestimentos vão colados ao isolante, e lisa para o isolamento de pavimentos. Os lados perimetrais laterais com canto recto (bordo liso) para o pré-fabrico de painéis sandwich, e com corte a meia madeira para as placas de pavimentos.



Arquivo TOPOX



ASOCIACIÓN IBÉRICA DE POLIESTIRENO EXTRUIDO

Numancia 185, 2º 2ª

08034 Barcelona

Tel. +34 93 534 34 16

Fax +34 93 534 34 92

info@aipex.es · www.aipex.es

Asociados

