



DESEMPENHO ENERGÉTICO DOS EDIFÍCIOS



aream

Agência Regional da Energia e Ambiente
da Região Autónoma da Madeira



As soluções para melhorar o desempenho energético dos edifícios têm benefícios para os proprietários e utilizadores dos edifícios.

Conforto: o comportamento térmico adequado dos edifícios proporciona condições mais favoráveis de temperatura e humidade no interior, protegendo das adversidades climatéricas.

Saúde: com a melhoria das características térmicas dos edifícios é possível prevenir alergias e doenças respiratórias e reumáticas, causadas frequentemente pelas variações bruscas de temperatura e pela presença de humidade e fungos no interior.

Economia: o isolamento térmico e a proteção solar adequada reduzem substancialmente as necessidades de aquecimento ou arrefecimento e, conseqüentemente, os custos com a aquisição e manutenção de equipamentos de climatização e com a energia, para além de contribuírem para uma melhor conservação dos edifícios.

Ambiente: a redução dos consumos de energia tem conseqüências favoráveis na exploração de recursos naturais e nas emissões poluentes, com benefícios a nível local e global.

Pretende-se, de forma sumária, apresentar alguns princípios e técnicas passivas básicas para melhorar o desempenho energético de edifícios novos e existentes, com destaque para soluções de isolamento térmico, proteção solar, ventilação natural e iluminação natural.



Princípios

O isolamento térmico de edifícios de habitação, hotelaria e outros com ocupação noturna é mais eficaz se for aplicado pelo exterior, cobrindo todas as superfícies expostas ao ambiente exterior e eliminando as pontes térmicas, para minimizar as perdas ou ganhos de calor indesejáveis. Esta solução permite uma melhor estabilidade das condições de conforto no ciclo diário, devido ao efeito da inércia térmica da massa do edifício (paredes, lajes, etc.), que se encontra pelo interior da camada de isolamento térmico.

Em edifícios de serviços climatizados com utilização predominantemente diurna pode ser mais vantajoso aplicar o isolamento pelo interior, já que, durante os períodos de ocupação, a temperatura de conforto pode ser atingida mais rapidamente com os equipamentos de climatização. Esta solução, porém, não elimina todas as pontes térmicas, nem permite o melhor aproveitamento da inércia térmica do edifício.

O isolamento térmico no interior de paredes duplas deve ser complementado com a correção das pontes térmicas, ou seja, com a aplicação de isolamento nos troços onde haja descontinuidade da caixa-de-ar devido à existência de pilares, vigas, vãos e outros elementos estruturais. Se esta correção não for efetuada, a parede apresentará zonas frias que favorecem a condensação e a humidade no interior.

O isolamento térmico das paredes e os acabamentos superficiais devem ser impermeáveis à água e **permeáveis ao vapor**, para permitir a difusão do vapor produzido no interior pela presença humana e reduzir a humidade relativa. Nas coberturas e pavimentos, como normalmente existe uma camada impermeabilizante que constitui uma barreira ao vapor, a permeabilidade do isolamento térmico já não é relevante.

As características dos vãos envidraçados influenciam a condução térmica, a proteção solar, a ventilação natural e a iluminação natural, que são aspetos fundamentais para o desempenho energético e para o conforto nos edifícios. **No inverno, interessa favorecer o aquecimento solar e evitar as perdas de calor através dos vidros e caixilhos. No verão, o objetivo é reduzir os ganhos térmicos e ventilar** para evitar o sobreaquecimento no interior. Para favorecer o aproveitamento da luz natural, as janelas devem ser altas para projetar a luz no teto e os acabamentos interiores (teto, paredes e pavimentos) devem ser de cor clara.

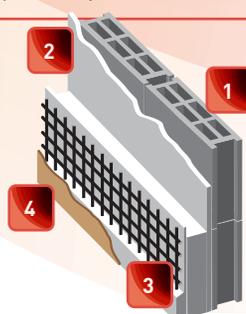
Em relação aos envidraçados, é de realçar o seguinte: quanto maior for a espessura da caixa-de-ar de um vidro duplo melhor será o isolamento térmico no inverno; os vidros de baixo fator solar atenuam os ganhos indesejados de calor no verão, mas também reduzem o aquecimento solar no inverno; para não prejudicar o aproveitamento da luz natural, existem vidros de baixo fator solar não espelhados, que deixam passar grande parte da luz do espectro visível; o vidro laminado melhora o isolamento acústico e a segurança, e filtra os raios ultravioletas, que degradam os pavimentos de madeira, móveis, cortinados, tapetes e artigos de decoração.

ISOLAMENTO TÉRMICO DE PAREDES SIMPLES PELO EXTERIOR COM REVESTIMENTO ADERIDO

Descrição geral

O material de isolamento é aplicado nas fachadas, por colagem ou fixação mecânica, em placas com a espessura pretendida. Sobre o isolamento é aplicado um reboco fino reforçado com uma rede de fibra de vidro. O acabamento final é obtido com uma camada de tinta. Esta solução de isolamento evita as pontes térmicas e permite maximizar o aproveitamento da inércia térmica das paredes, para manter a temperatura estável no interior.

Solução construtiva



- 1 Parede simples
- 2 Isolamento térmico
- 3 Reboco reforçado com rede de fibra de vidro
- 4 Revestimento final (pintura)

Requisitos técnicos

- A aplicação do sistema requer mão de obra especializada.
- Os materiais devem ser certificados para isolamento térmico de edifícios pelo exterior, emitidos por organismos idóneos.
- Todos os elementos do sistema devem assegurar boa permeabilidade ao vapor.
- É necessário assegurar a estanquicidade do sistema, através de soluções pontuais de impermeabilização nas ligações com vãos, muretes e pavimentos.
- O material de isolamento deve ter boa resistência térmica, estabilidade dimensional, durabilidade e aderência ao reboco – exemplos: poliestireno expandido (EPS 100 ou EPS 150), aglomerado de cortiça, lã de rocha.
- O reboco deve ser elástico e resistente a grandes amplitudes térmicas, sobretudo nas fachadas expostas à radiação solar. Os rebocos orgânicos apresentam uma resistência mecânica muito mais elevada que os rebocos minerais comuns.
- A rede de fibra de vidro deve ter uma densidade mínima de 160 g/m² e tratamento antialcalino.
- A pintura deve ser elástica, resistente a temperaturas elevadas, facilmente lavável e resistente à formação de fungos. As pinturas de cor clara têm maior durabilidade e melhor desempenho térmico.

ISOLAMENTO TÉRMICO DE PAREDES SIMPLES PELO EXTERIOR COM FACHADAS VENTILADAS

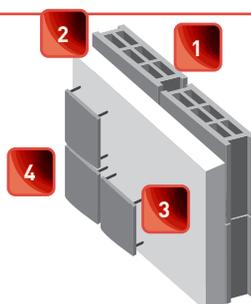
Descrição geral

O material de isolamento é aplicado na fachada, por colagem ou por projeção, após a instalação dos acessórios para fixação do revestimento final.

O revestimento final, em cerâmica, pedra, madeira ou material compósito, é colocado com um espaçamento de 3 a 5 cm em relação à camada de isolamento para ventilação da fachada.

Esta solução de isolamento evita as pontes térmicas e permite maximizar o aproveitamento da inércia térmica das paredes, para manter a temperatura estável no interior.

Solução construtiva



- 1 Parede simples
- 2 Isolamento térmico
- 3 Espaçamento ventilado
- 4 Revestimento final (cerâmica, pedra, madeira, material compósito, etc.)

Requisitos técnicos

- A aplicação do isolamento requer mão de obra especializada.
- Os materiais devem ser certificados para isolamento térmico de edifícios pelo exterior, emitidos por organismos idóneos.
- Todos os elementos do sistema devem assegurar boa permeabilidade ao vapor.
- É necessário assegurar a estanquicidade do sistema, através de uma camada de impermeabilização sobre a parede ou sobre o isolamento térmico, incluindo as ligações a vãos, muretes e pavimentos.

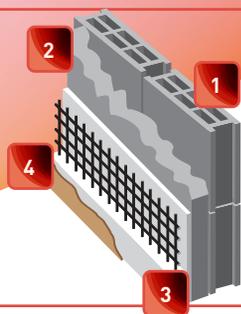
ISOLAMENTO TÉRMICO DE PAREDES SIMPLES PELO EXTERIOR COM REBOCO PROJETADO

Descrição geral

O reboco de isolamento é aplicado na fachada por projeção em várias camadas, até atingir a espessura necessária. Cada camada não deverá ter espessura superior a 4 cm. A camada de regularização deverá ser reforçada com rede de fibra de vidro para evitar a fissuração. O acabamento final pode ser efetuado com pintura.

Esta solução de isolamento evita as pontes térmicas. No entanto, como estes rebocos têm um baixo desempenho térmico, são necessárias grandes espessuras de isolamento, pelo que apenas é recomendado quando os requisitos de isolamento são reduzidos.

Solução construtiva



- 1 Parede simples
- 2 Reboco de isolamento térmico
- 3 Camada de regularização reforçada com rede de fibra de vidro
- 4 Revestimento final (pintura)

Requisitos técnicos

- A aplicação do isolamento requer mão de obra especializada.
- Os materiais devem ser certificados para reboco de isolamento térmico de edifícios pelo exterior emitidos por organismos idóneos.
- A rede de fibra de vidro deve ter uma densidade mínima de 110 g/m² e tratamento antialcalino.
- Todos os elementos do sistema devem assegurar boa permeabilidade ao vapor.
- Antes de aplicar a camada seguinte ou o acabamento final, devem ser respeitados os prazos de cura dos materiais, que poderão ir de 2 a 4 semanas.
- É necessário assegurar a estanquicidade do sistema, através de soluções pontuais de impermeabilização nas ligações com vãos, muretes e pavimentos.

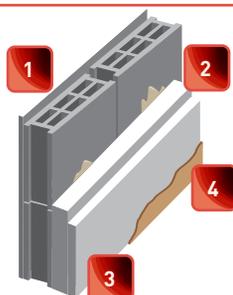
ISOLAMENTO TÉRMICO DE PAREDES SIMPLES PELO INTERIOR

Descrição geral

O material de isolamento é aplicado em placas, por colagem, na face interior da parede. O isolamento pode ser revestido com placas de gesso cartonado ou outro material, sobre as quais é aplicado o acabamento final da parede interior. Podem ser adquiridas placas compostas com material de isolamento e gesso cartonado, cuja aplicação é mais simples.

O isolamento de paredes pelo interior evita as pontes térmicas em alguns pilares, mas não nas ligações com lajes, tetos falsos e paredes interiores. Não permite aproveitar a inércia térmica das paredes, mas reduz o tempo de aquecimento ou arrefecimento forçado até atingir a temperatura de conforto.

Solução construtiva



- 1 Parede simples
- 2 Isolamento térmico
- 3 Placa de gesso cartonado ou outro material
- 4 Revestimento final (pintura)

Requisitos técnicos

- Os materiais devem ser certificados para isolamento térmico de edifícios pelo interior, emitidos por organismos idóneos.
- Os materiais devem ser isentos de emissões prejudiciais à qualidade do ar interior e à saúde.
- Todos os elementos do sistema devem assegurar boa permeabilidade ao vapor.

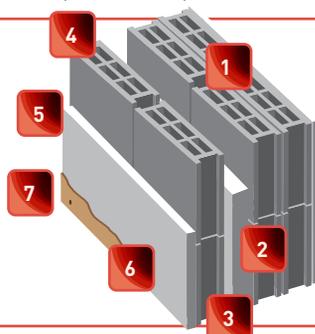
ISOLAMENTO TÉRMICO DE PAREDES DUPLAS

Descrição geral

O isolamento térmico é aplicado na face exterior da parede interior, com um espaçamento de 3 a 5 cm em relação à parede exterior, e devem ser abertos orifícios na fachada para ventilação e drenagem de condensados.

A parede dupla com isolamento entre as duas paredes permite aproveitar parte da inércia térmica do edifício, para manter a temperatura estável no interior, mas obriga à correção das pontes térmicas e aumenta a espessura das paredes e esforços adicionais na estrutura e fundações.

Solução construtiva



- 1 Parede interior
- 2 Isolamento térmico
- 3 Caixa-de-ar
- 4 Parede exterior
- 5 Reboco
- 6 Revestimento final (pintura)
- 7 Orifícios de ventilação e drenagem

Requisitos técnicos

- Os materiais devem ser certificados para isolamento térmico de edifícios no interior de paredes duplas, emitidos por organismos idóneos.
- Todos os elementos do sistema devem assegurar boa permeabilidade ao vapor.
- A parte inferior entre paredes deve ser impermeabilizada e são necessários orifícios nas fachadas para ventilação e drenagem de condensados, de modo a evitar sobreaquecimento das paredes e infiltrações de humidade.
- É necessário efetuar a correção das pontes térmicas, reforçando as zonas de transição com rede de fibra de vidro para prevenir a fissuração.

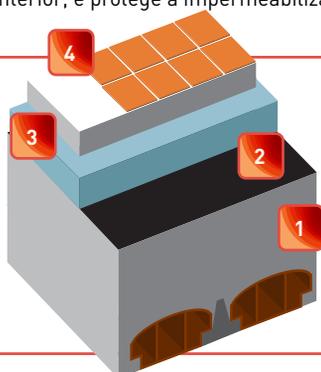
ISOLAMENTO TÉRMICO DE TERRAÇOS

Descrição geral

O isolamento térmico é colocado sobre a impermeabilização da laje de betão. Sobre o isolamento térmico, para revestimento final, pode ser aplicada gravilha, lajetas ou betonilha para assentamento de mosaicos.

Esta solução permite maximizar o aproveitamento da inércia térmica da laje, para manter a temperatura estável no interior, e protege a impermeabilização da cobertura.

Solução construtiva



- 1 Laje de betão
- 2 Impermeabilização
- 3 Isolamento térmico
- 4 Revestimento final (gravilha, lajetas, betonilha com aplicação de mosaicos, etc.)

Requisitos técnicos

- Os materiais devem ser certificados para isolamento térmico de coberturas ou pavimentos, emitidos por organismos idóneos.
- O material de isolamento deve ter a resistência à compressão necessária para o tipo de utilização do terraço.
- Deve ser assegurada uma boa drenagem das águas ao nível inferior da camada de isolamento térmico.
- As betonilhas devem ser reforçadas com armadura metálica para evitar fissurações e o revestimento deverá ser de cor clara para minimizar o sobreaquecimento e as dilatações excessivas.

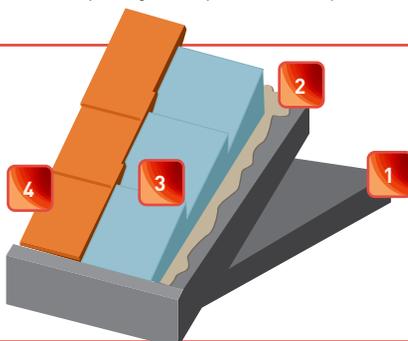
ISOLAMENTO TÉRMICO DE TELHADOS COM LAJE

Descrição geral

O isolamento térmico é aplicado sobre a impermeabilização da laje, em placas com estrias ou outro suporte para assentamento e fixação das telhas. As placas de isolamento precisam de um travamento no perímetro da cobertura para suportar o peso das telhas.

Esta solução permite maximizar o aproveitamento da inércia térmica da laje, para manter a temperatura estável no interior, protege a impermeabilização da cobertura e substitui a estrutura para a fixação das telhas.

Solução construtiva



- 1 Laje de betão ou aligeirada
- 2 Impermeabilização
- 3 Isolamento térmico (com estrias para assentamento e fixação das telhas)
- 4 Telhas

Requisitos técnicos

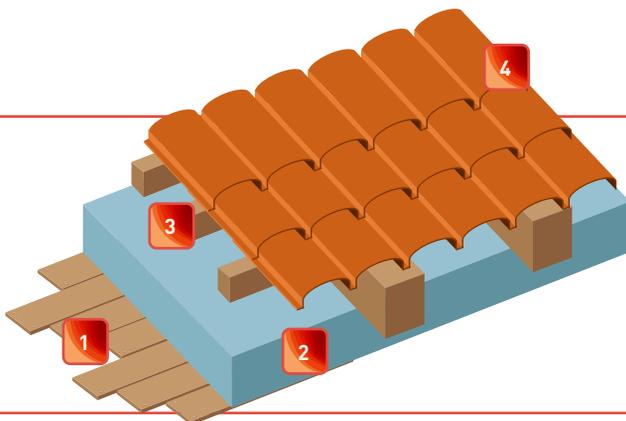
- Os materiais devem ser certificados para isolamento térmico de coberturas emitidos por organismos idóneos.
- O material de isolamento deve ter a resistência mecânica necessária ou ter um reforço para suportar e travar as telhas.
- Deve ser assegurada uma boa drenagem das águas ao nível inferior da camada de isolamento térmico.
- É necessário garantir um travamento adequado das placas de isolamento térmico para não deslizarem com o peso das telhas.

ISOLAMENTO TÉRMICO DE TELHADOS SEM LAJE

Descrição geral

O isolamento térmico é aplicado sob a estrutura de fixação das telhas, podendo ser revestido pelo interior com gesso cartonado, madeira ou outro material.

Solução construtiva



- 1 Gesso cartonado, madeira ou outro material
- 2 Isolamento térmico
- 3 Estrutura de fixação das telhas
- 4 Telhas

Requisitos técnicos

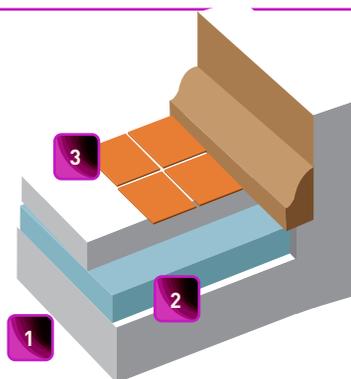
- Os materiais devem ser certificados para isolamento térmico de coberturas emitidos por organismos idóneos.
- Os materiais devem ser isentos de emissões prejudiciais à qualidade do ar interior e à saúde.

ISOLAMENTO TÉRMICO DE PAVIMENTOS INTERIORES

Descrição geral

O isolamento térmico é aplicado sobre a laje e, dependendo do tipo de pavimento, poderá ser necessário aplicar uma betonilha para assentamento do revestimento final. Caso seja soalho, o isolamento pode ser aplicado sob o ripado ou na caixa-de-ar.

Solução construtiva



- 1 Laje
- 2 Isolamento térmico
- 3 Revestimento final (soalho, betonilha com aplicação de mosaicos, etc.)

Requisitos técnicos

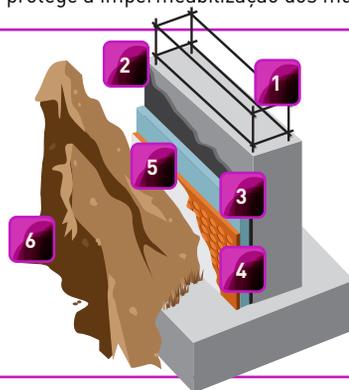
- Os materiais devem ser certificados para isolamento térmico de pavimentos emitidos por organismos idôneos.
- O material de isolamento deve ter a resistência à compressão necessária para o tipo de utilização.

ISOLAMENTO TÉRMICO DO PERÍMETRO DAS FUNDAÇÕES

Descrição geral

O isolamento térmico é aplicado na face exterior dos muros das fundações ou da cave, sobre a impermeabilização. Sobre o isolamento deve ser colocada uma lâmina drenante e um feltro geotêxtil para drenagem da água e contenção do solo. Esta solução protege a impermeabilização dos muros da cave e evita condensações.

Solução construtiva



- 1 Muro da fundação ou da cave
- 2 Impermeabilização
- 3 Isolamento térmico
- 4 Lâmina drenante
- 5 Feltro geotêxtil
- 6 Solo

Requisitos técnicos

- Os materiais devem ser certificados para isolamento térmico de superfícies enterradas emitidos por organismos idôneos.
- O material de isolamento deve ter baixa absorção de água e resistência à compressão.

VÃOS ENVIDRAÇADOS

Descrição geral

Os vidros duplos são recomendados em praticamente todos os envidraçados de espaços habitados ou climatizados.

Em zonas mais frias, a caixa-de-ar do vidro duplo deve ter uma espessura de 15 mm (ou 10 mm de gás árgon), sendo recomendada caixilharia com corte térmico.

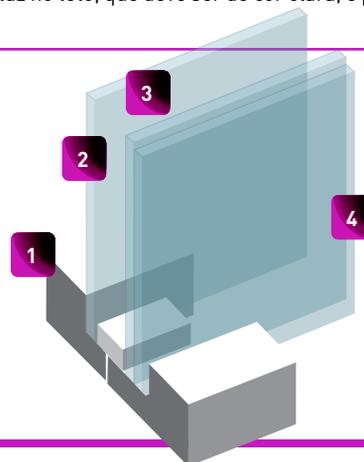
Para envidraçados expostos à radiação solar direta no verão, é recomendada a utilização de sistemas de proteção solar pelo exterior (tapassol, estores, etc.) ou uma composição de vidro duplo com baixo fator solar (<0,3).

O vidro laminado protege da radiação ultravioleta, melhora o isolamento acústico e tem vantagens em termos de segurança.

Para melhorar o aproveitamento da luz natural sem prejudicar a proteção solar no verão, os envidraçados podem ser mais altos, para projetar a luz no teto, que deve ser de cor clara, e proporcionar uma distribuição de luz mais uniforme.

Solução construtiva

- 1 Caixilharia (com corte térmico)
- 2 Vidro exterior (de baixo fator solar)
- 3 Caixa-de-ar (com espessura de 15 mm)
- 4 Vidro interior (laminado)



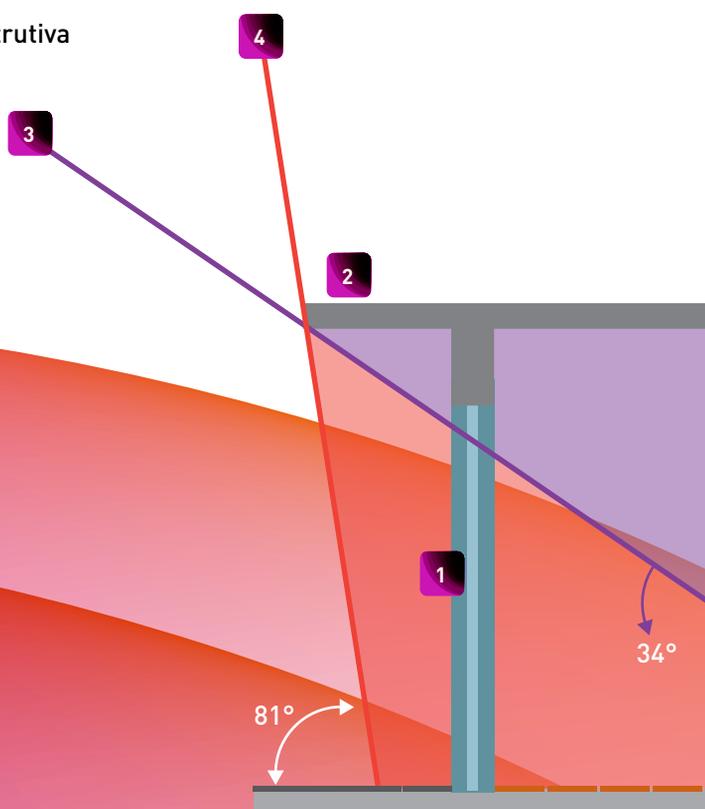
SOMBREAMENTOS E ORIENTAÇÃO

Descrição geral

Em vãos envidraçados sem proteção solar pelo exterior, os ganhos solares no verão podem ser atenuados com as varandas do piso superior ou palas de sombreamento horizontais e verticais. A estrutura de sombreamento deve ser dimensionada para impedir a entrada dos raios solares nos períodos de maior calor e permitir o aquecimento no inverno.

Na orientação do edifício, os espaços com maiores necessidades de luz ou de aquecimento no inverno (salas de estar e quartos de dormir) devem ter maior exposição solar. Zonas de trabalho com orientação a Norte não necessitam de proteção solar e, por isso, permitem um bom aproveitamento da luz natural durante todo o ano, sem riscos de encadeamento ou sobreaquecimento no verão.

Solução construtiva



- 1 Vão envidraçado
- 2 Varanda ou pala de sombreamento
- 3 Posição do sol a Sul, ao meio-dia, em 21 de Dezembro (ângulo: 34°)
- 4 Posição do sol a Sul, ao meio-dia, em 21 de Junho (ângulo: 81°)

VENTILAÇÃO NATURAL

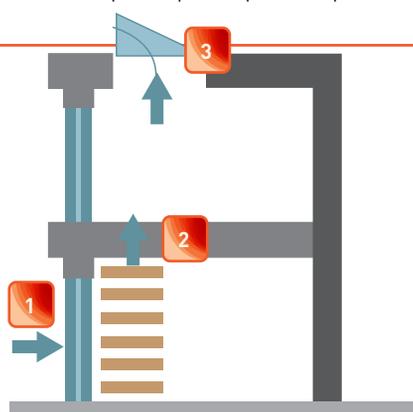
Descrição geral

A ventilação é necessária para manter a qualidade do ar interior e evitar problemas na saúde e patologias nos edifícios, devendo ser sempre garantida uma renovação mínima de ar, mesmo com todas as portas e janelas fechadas.

A ventilação natural pode ser efetuada através de grelhas de fachada ou grelhas nas caixilharias. Estas grelhas devem ser autorreguláveis, para assegurar um caudal de renovação constante, evitando perdas de calor excessivas no inverno.

No verão, para dispensar ou minimizar a utilização de ar condicionado e evitar o sobreaquecimento dos espaços, é fundamental promover uma ventilação complementar, designadamente através de janelas, claraboias ou outras aberturas específicas, para remover as cargas térmicas. Como o ar quente é mais leve, a sua renovação pode ser facilitada de forma natural se existirem entradas de ar a um nível inferior e saídas junto ao teto, por exemplo, numa caixa de escadas.

Solução construtiva



- 1 Entrada de ar (nível inferior)
- 2 Ascensão do ar por diferença de densidade ("efeito de chaminé")
- 3 Saída de ar (nível superior)

Resistência térmica de alguns materiais de construção

Material	Espessura E [mm]	Resistência térmica R [m ² .°C/W]
Blocos de betão com escória vulcânica (areão)	200	0,33
	250	0,38
	300	0,45
Betão armado	200	0,10
Vidro simples	6	0,006
Vidro duplo com caixa-de-ar	6+15+4	0,61

Fonte: LNEC (ITE 50, ITE 54)

Resistência térmica de materiais de isolamento térmico para edifícios

A resistência térmica (R) de um material corresponde à dificuldade de transmissão de calor e é determinada pelo quociente entre a espessura (E) do material e a sua condutibilidade térmica (λ). Quanto menor a condutibilidade térmica e maior a espessura do material, mais elevado será o isolamento térmico ou a resistência térmica.

$$R [\text{m}^2 \cdot \text{°C/W}] = E [\text{m}] / \lambda [\text{W/m} \cdot \text{°C}]$$

Condutibilidade térmica de materiais isolantes [W/m.°C]

Poliestireno extrudido (XPS)	Poliestireno expandido (EPS 100)	Lã de rocha	Aglomerado de cortiça	Argamassa de reboco para isolamento térmico
0,035	0,036	0,038	0,040	0,090

Fontes: DOW, Plastimar, Sotecnisol, Corticeira Amorim, IRP

Resistência térmica de materiais isolantes em função da espessura [m².°C/W]

Espessura do isolamento térmico [mm]	Poliestireno extrudido (XPS)	Poliestireno expandido (EPS 100)	Lã de rocha	Aglomerado de cortiça	Argamassa de reboco para isolamento térmico
30	0,86	0,83	0,79	0,75	0,33
40	1,14	1,11	1,05	1,00	0,44
50	1,43	1,39	1,32	1,25	0,56
60	1,71	1,67	1,58	1,50	0,67
70	2,00	1,94	1,84	1,75	0,78
80	2,29	2,22	2,11	2,00	0,89
90	2,57	2,50	2,37	2,25	1,00
100	2,86	2,78	2,63	2,50	1,11

Fontes: DOW, Plastimar, Sotecnisol, Corticeira Amorim, IRP

A resistência térmica final de um elemento com isolamento (Rf) é a soma da resistência térmica do elemento base (Rb), da resistência térmica do isolamento (Ri) e das resistências térmicas superficiais exterior (Rse) e interior (Rsi).

Exemplo: para uma parede simples em alvenaria de blocos de betão de 200 mm, isolada com 40 mm de poliestireno expandido (EPS 100), resulta:

$$R_f = R_b (0,33) + R_i (1,11) + R_{se} (0,04) + R_{si} (0,13) = 1,61 \text{ [m}^2\text{.°C/W]}$$

Conceitos

Caixilharia com corte térmico: caixilharia em que os elementos exteriores estão separados dos elementos interiores por um material de baixa condutibilidade térmica.

Envolvente térmica: é constituída pelos elementos do edifício ou fração em contacto com o exterior ou espaços não úteis, incluindo paredes, coberturas, pavimentos, portas e janelas.

Fator solar do vidro: corresponde à percentagem de energia que atravessa o vidro e se converte em calor no interior do edifício – um fator solar de 0,3 (ou 30%) significa uma atenuação de 70% dos ganhos térmicos da radiação solar incidente.

Inércia térmica do edifício: é a capacidade de o edifício absorver calor na sua estrutura (paredes, lajes, etc.) durante os períodos mais quentes e libertar quando está mais frio, mantendo a temperatura interior mais estável ao longo do dia (a inércia térmica contribui para arrefecer quando a temperatura do ar interior é mais elevada e para aquecer quando a temperatura do ar interior é mais baixa).

Pontes térmicas: secções com menor resistência térmica (pilares, vigas, etc.), por onde há uma maior concentração das perdas ou ganhos de calor.

Nota final

Esta brochura tem por objetivo a sensibilização e não constitui um guia técnico aprofundado sobre o desempenho térmico e energético de edifícios. Por conseguinte, não abrange todas as soluções e pormenores, nem refere todos os sistemas e materiais disponíveis.

Existem no mercado diversos sistemas de isolamento térmico, vãos envidraçados, e opções de proteção solar e ventilação natural. No processo de seleção, é importante analisar as especificações dos produtos, a sua compatibilidade com as necessidades, bem como os certificados e as garantias oferecidas pelas marcas e pelos instaladores. É ainda fundamental a intervenção de profissionais qualificados para aconselhar, projetar e executar a obra.

Contactos

AREAM, Edifício Madeira Tecnopolo
9020-105 Funchal, Portugal

Tel: +351-291723300

Fax: +351-291720033

E-mail: aream@aream.pt

Facebook: <http://facebook.com/aream.pt>

<http://www.aream.pt>



União Europeia
FEDER
Investimos no seu futuro

