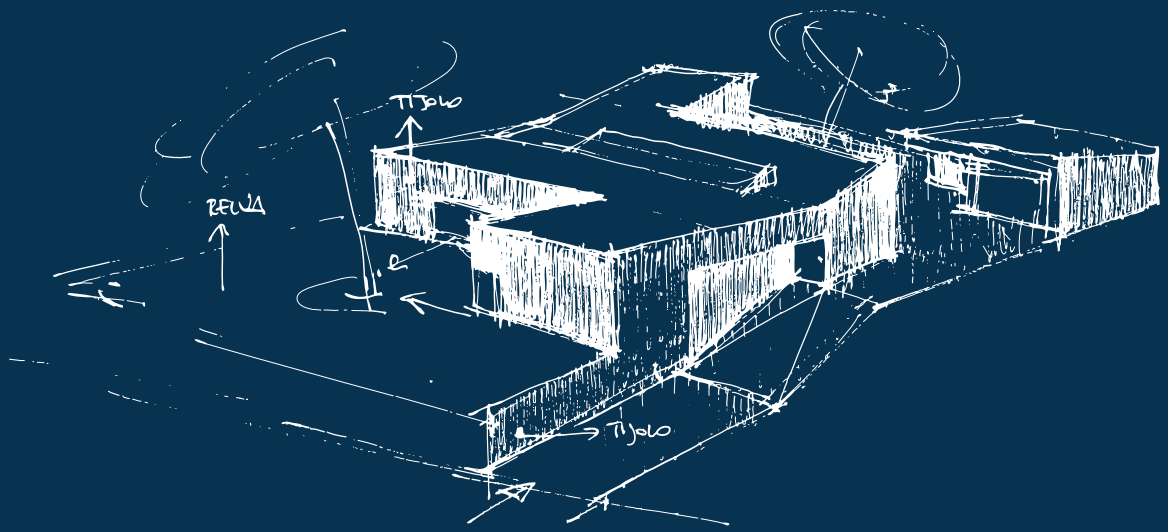
CERÂMICA
VALE DA GÂNDARA

# Manual de Aplicação

de tijolos de face à vista e de pavers cerâmicos



**Apresentação da CVG**

A Cerâmica Vale da Gândara foi criada em 1957, e encontra-se localizada no Centro de Portugal, entre as serras do Buçaco e do Caramulo.

Em 1994 foi totalmente remodelada, sendo a primeira e única empresa nacional desenhada de raiz para a produção de TFV e paver cerâmico.

Dispondo de barreiros próprios, dá aos seus clientes garantias de continuidade de matérias-primas, condição determinante para a qualidade e estabilidade do produto final.

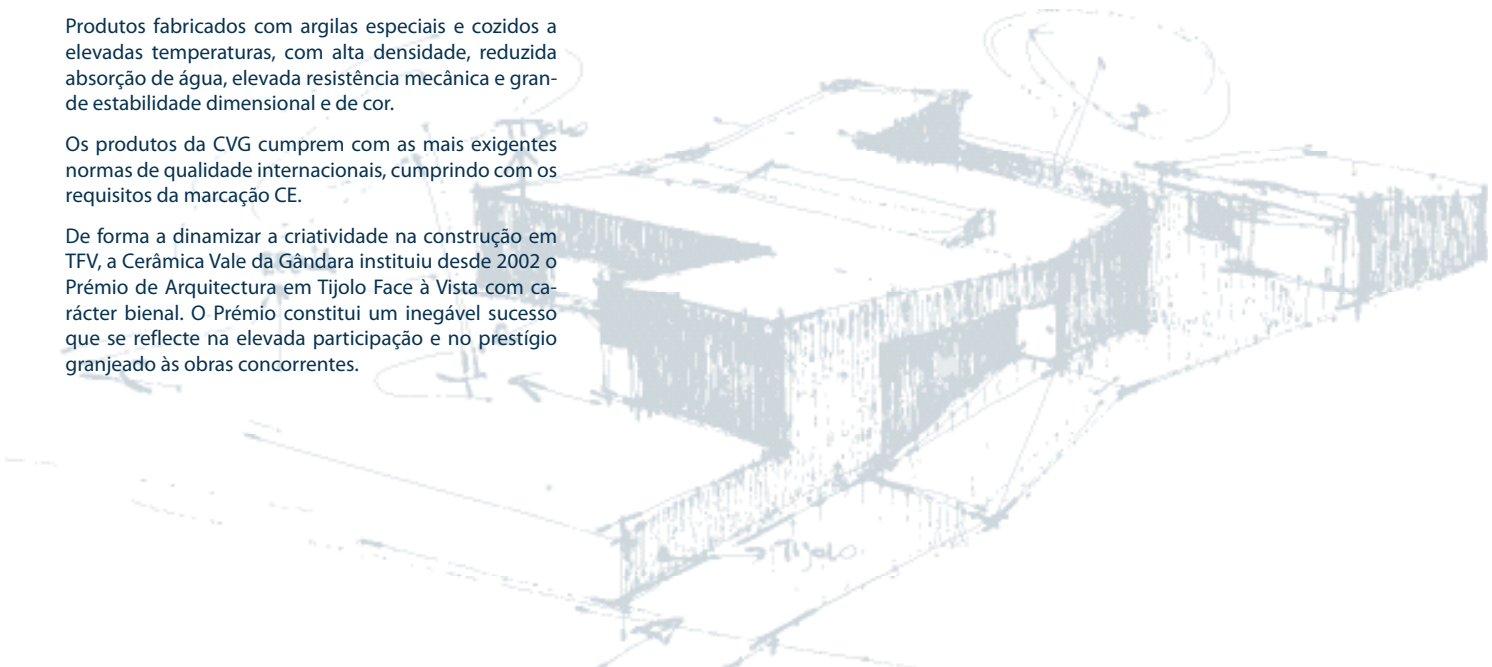
Desde 2007 a CVG está incorporada no grupo cerâmico La Paloma, líder no mercado ibérico.

Na sequência desta incorporação e fruto das alterações efectuadas no processo de fabrico, a CVG posicionou-se na gama alta do mercado produzindo materiais klinker.

Produtos fabricados com argilas especiais e cozidos a elevadas temperaturas, com alta densidade, reduzida absorção de água, elevada resistência mecânica e grande estabilidade dimensional e de cor.

Os produtos da CVG cumprem com as mais exigentes normas de qualidade internacionais, cumprindo com os requisitos da marcação CE.

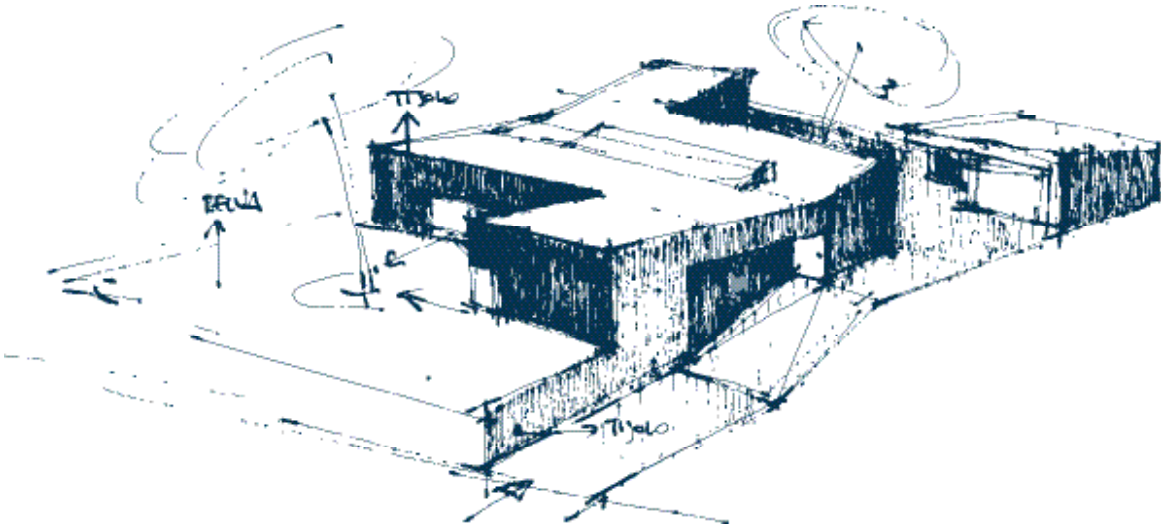
De forma a dinamizar a criatividade na construção em TFV, a Cerâmica Vale da Gândara instituiu desde 2002 o Prémio de Arquitectura em Tijolo Face à Vista com carácter bienal. O Prémio constitui um inegável sucesso que se reflecte na elevada participação e no prestígio granjeado às obras concorrentes.



CERÂMICA
VALE DA GÂNDARA

# Manual de Aplicação

de tijolos de face à vista e de pavers cerâmicos



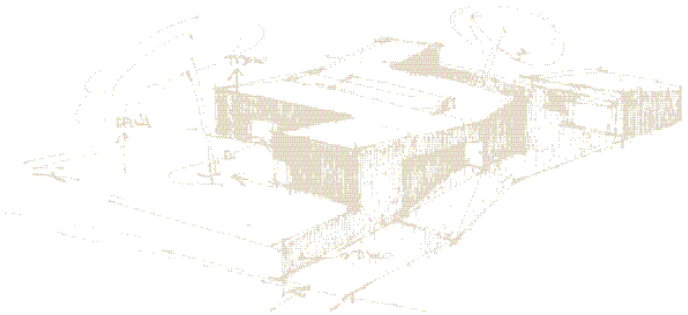
## INFORMAÇÃO LEGAL

Este manual assim como os seus conteúdos são propriedade exclusiva da Cerâmica Vale da Gândara S.A. Toda a cópia parcial ou total desta obra está sujeita a uma autorização prévia por escrito da Cerâmica do Vale da Gândara S.A.

O conteúdo deste manual anula todas as informações divulgadas em publicações anteriores no que se refere a indicações, prescrições, cálculos e conselhos orientativos quanto à utilização dos desenhos, pormenores, projetos, cadernos técnicos de encargos, condições técnicas especiais e especificações técnicas dos materiais indicados, independentemente de serem ou não produzidos pela Cerâmica Vale da Gândara.

Os dados incluídos no presente documento ilustram o estado atual da técnica no momento da sua publicação. Não pode portanto excluir-se a possibilidade de que possa conter inexatidões. O utilizador do presente manual aceita o risco. A Cerâmica do Vale da Gândara S.A. declina toda a responsabilidade sobre prejuízos ou danos que possam de algum modo derivar da utilização destes dados.

# ÍNDICE




Preâmbulo 7

**1. Tijolo de face à vista** 9

**Caraterização dos Tijolos Face à Vista** 9

- Vantagens do tijolo face à vista 9
- Tipos de tijolos 10
- Descrição do processo de fabrico do produto 10
- Caraterísticas técnicas 12
- A sustentabilidade da construção com Tijolo Face à Vista 12
- Normalização Europeia aplicável EN 771-1 (norma de especificação de produto) e série EN 772 (normas de ensaio).
- Requisitos de qualidade 14
- A certificação e o controlo de qualidade 17
  - Limites de aceitação 18
  - Marcação CE 18

**Conceção e Projeto das Alvenarias** 19

- Caraterização dos constituintes das alvenarias 19
- Tipos de assentamento 20
- Seleção do tipo de alvenaria e dos materiais constituintes 22
- Paredes de alvenaria 23
  - Pontos particulares 25
  - Caixa de ar com meia cana 28
  - Detalhes de aparelho para encontros de paredes 29
  - Apoio das alvenarias de tijolo face-à-vista 29
- Argamassas para montagem. Breve referência 31
- Acessórios e materiais complementares 32
- Pontes térmicas e suas correções 37
- Barreiras anti-humidade 40
- Requisitos funcionais 41
  - Resistência mecânica e estabilidade 41
  - Segurança ao fogo 41
  - Acomodação das ações higrotérmicas 42
  - Conforto acústico 42

Higiene, saúde e ambiente 44
Conforto térmico 44
Durabilidade 45
**Regulamentação aplicável** 46
A. Exigências de comportamento térmico de acordo com o Regulamento das Caraterísticas de Comportamento Térmico dos Edifícios [R.C.C.T.E] 46
B. Exigências de comportamento acústico de acordo com o Regulamento Geral sobre o Ruído 53
C. Exigências de comportamento em caso de incêndio de acordo com o Regulamento de Segurança Contra Incêndio em Edifícios 54
**Regras Gerais de Execução de Alvenarias com tijolo face à vista** 56
**Receção e armazenamento dos tijolos face à vista** 56
**Receção e armazenamento de materiais complementares** 56
**Recomendações gerais** 56
**Processo de assentamento dos tijolos face à vista e execução de juntas** 57
Recomendações gerais de manuseamento e utilização 57
Proteção contra as humidades do solo 58
Proteção das alvenarias durante o assentamento 58
Alinhamentos 59
Assentamento 60
Juntas de assentamento 63
Limpeza das alvenarias 64
**Interrupções na execução das alvenarias** 65
Juntas de movimento/dilatação 65
Ancoramento da parede exterior 65
Caixa de ar 66
**Fachadas ventiladas** 67
Processo construtivo da fachada ventilada em tijolo face à vista 68

Recomendações para uma correta estanquidade 69
Prevenção das patologias em alvenarias 70
Fissuração em alvenarias 70
Controlo da fissuração 70
Humidades 71
Tratamento de eventuais patologias 71

2. Pavers 77
Caraterização dos pavers Vale da Gândara 77
Vantagens do paver cerâmico 79
A Norma NP EN 1344 82
Conceção e projeto de pavimentos 84
Tipos de aplicação 84
Padrões de assentamento 85
Dimensionamento do pavimento 86
Caraterização do solo 86
Caraterização do tráfego rodoviário 86
Dimensionamento da fundação do pavimento 87
Colocação de pavers cerâmicos 90
Pavimento flexível 90
Pavimento rígido 92
Prevenção de patologias dos pavimentos 96

3. Anexos 99
Anexo A – Manutenção de fachadas em tijolo face à vista 99
Anexo B – Caderno técnico de encargos para alvenarias exteriores em tijolo face à vista 100
Anexo C – Caderno técnico de encargos para pavimentação flexível em paver cerâmico 104
Anexo D – Custos comparativos entre várias soluções construtivas 106

# Preâmbulo

Este Manual tem como principal objetivo aumentar a informação acerca do tijolo face à vista aplicado em alvenarias não revestidas (interiores e exteriores), para que as soluções arquitetónicas e aplicação sejam as mais adequadas a este material.

Também será abordada a pavimentação exterior em paver cerâmico, relativamente à conceção e execução de projetos neste material de excelentes características técnicas e estéticas.

A Cerâmica Vale da Gândara produz principalmente tijolos face à vista maciços e perfurados para execução de alvenarias destinadas a ficarem aparentes, sem reboco; e blocos cerâmicos para pavimentação, maioritariamente maciços, vulgarmente designados por "pavers".

A divulgação da informação relativa a estes produtos, tem por destinatários todos os agentes com intervenção no setor da Construção Civil: de referir os prescritores, os projetistas, os aplicadores e os clientes finais que, por escassez de informação, em tantos casos, optam por soluções alternativas, mais rotinadas mas de menor valia estética, económica, de desempenho e de sustentabilidade.

# 1. Tijolo de face à vista

## Caraterização dos Tijolos Face à Vista

Na sua forma mais corrente o tijolo face à vista é uma peça paralelepipédica, obtida por extrusão, secagem e cozedura a uma temperatura elevada a partir de uma pasta de base argilosa, com a particularidade de, quando posta em obra, uma das suas faces ficar visível sem ser rebocada. Existem outros formatos, normalmente aplicados como peças de remates dos primeiros, para acabamentos específicos.

### Vantagens do tijolo face à vista

As principais vantagens do tijolo face à vista são asseguradas pelas seguintes propriedades:

a) ***Durabilidade***: por ação do calor estas argilas sinterizam e desenvolvem ligações cerâmicas extremamente fortes e estáveis. Como consequência, os tijolos suportam climas extremamente agressivos e são inertes a quase todos os ataques químicos. Assim, este material de construção apresenta-se com uma grande durabilidade.

b) ***Fatores estéticos***: os tijolos cerâmicos apresentam cores naturais, esteticamente agradáveis e atrativas. A cor deriva de complexas reações físico-químicas ocorridas durante o processo de cozedura. A cor do tijolo é permanente e não se degrada com o tempo. As cores naturais dos tijolos são extremamente versáteis podendo criar ambientes muito diversos, mas sempre confortáveis e duradouros.

c) ***Isolamento térmico e acústico***

c.1) Isolamento Térmico: em geral, o tijolo tem melhor comportamento térmico do que outros materiais de construção equivalentes. A inércia térmica das paredes em tijolo mantém estável a temperatura interior das habitações. O tijolo absorve e liberta calor lentamente e assim mantém a casa fresca durante o dia e mais quente durante a noite.

c.2) Isolamento acústico: as paredes em tijolo atenuam os sons devido à sua estrutura densa. A espessura e massa volúmica do tijolo amortecem a transmissão de ruídos e facilitam a reflexão do ruído de volta ao ambiente envolvente.

d) Resistência ao fogo: o material cerâmico é incombustível, pelo que uma parede de alvenaria de tijolo apresenta propriedades otimizadas de resistência ao fogo.

e) Resistência mecânica: a elevada resistência do tijolo à compressão foi explorada durante milénios para construir estruturas, desde edifícios a pontes e viadutos. Uma parede em tijolo é um elemento construtivo que confere ao edifício uma segurança adicional.

f) Custos de manutenção: os tijolos não necessitam de manutenção. O custo inicial é rapidamente recuperado, pois os custos de manutenção são inexistentes. A aparência das paredes mantêm-se com o passar do tempo, enobrecendo-se. Trata-se de um investimento com retorno garantido.

## Tipos de tijolos

Basicamente, são fabricados os seguintes tipos de tijolos, assim definidos:

**Figura 1 – Tijolos klinker da Cerâmica Vale da Gândara**

- **Tijolos klinker**: são a gama alta em tijolos face à vista. São fabricados com argilas especiais cozidas a temperaturas em torno de 1150 ºC para redução da sua porosidade e aumento da massa volúmica, originando um material com menos de 6% de absorção de água, massa volúmica superior a 2000 kg/m$^3$ e resistência mecânica à compressão superior a 45 N/mm$^2$.
- **Tijolos de Grés**: são a gama intermédia dos tijolos face à vista e caraterizam-se por uma absorção de água inferior a 6%, uma massa volúmica superior a 2000 kg/m$^3$ e uma resistência mecânica à compressão superior a 10 N/mm$^2$.
- **Tijolos hidrofugados**: produtos de gama mais baixa, são normalmente fabricados com argilas comuns a temperaturas mais baixas e depois de cozidos são imersos numa solução hidrofugante, que lhes aplica uma película impermeabilizante superficial. Esta vai reduzir apenas a taxa de absorção inicial e não a absorção de água. Os hidrófugos têm vida limitada e passado algum tempo deixam de disponibilizar essa função; é então revelada a qualidade intrínseca do tijolo. Neste tipo de tijolos, os requisitos são somente os previstos na ficha técnica do produtor, não havendo nenhuma exigência adicional.

## Descrição do processo de fabrico do produto

Os tijolos de face à vista são peças cerâmicas com formato maioritariamente paralelepipédico, produzidas por cozedura de misturas argilosas a temperaturas da ordem dos 1150 ºC, principalmente destinadas à construção de alvenarias em que desempenham a função de revestimento de paredes, tanto interiores como exteriores.

O processo de fabrico tem a organização esquematizada na Figura 2:

a) Em função das caraterísticas finais pretendidas, selecionam-se as matérias-primas e inicia-se o seu processo de mistura, numa sucessão de operações designadas por pré-preparação. Nesta fase as matérias-primas passam por variadas operações de moagem e homogeneização e a mistura resultante é depois armazenada em silos no interior, ao abrigo dos agentes atmosféricos.

b) Depois de misturados e humedecidos, estes materiais formam uma massa plástica moldável que é extrudida numa fieira forçando a sua passagem através de moldes, com aplicação de vácuo, de modo a retirar o ar que se encontra no seu interior e conseguir melhor plasticidade e propriedades finais.

c) Após a extrusão o material é cortado a partir da barra extrudida, sendo obtidos os tijolos por corte de precisão, com a dimensão pretendida. Colocados os tijolos em estantes, segue-se um período de secagem controlada entre os 30 ºC e os 70 ºC, com tempos de secagem à volta das 48 h.

d) A cozedura decorre em forno contínuo a temperaturas que oscilam normalmente nos 1150 ºC, com um ciclo de cozedura variável oscilando em torno das 48 h. O controlo das condições de cozedura e a adequação dos seus parâmetros permitem obter um produto de qualidade: os produtos klinker cozidos a elevadas temperaturas têm uma reduzida absorção de água, elevada resistência e grande estabilidade dimensional e de cor.

e) Depois de desenfornados, os produtos estão prontos a serem embalados (normalmente em paletes e protegidos com filme plástico), sendo remetidos em seguida para o armazém de expedição, de onde mais tarde sairão para o mercado.

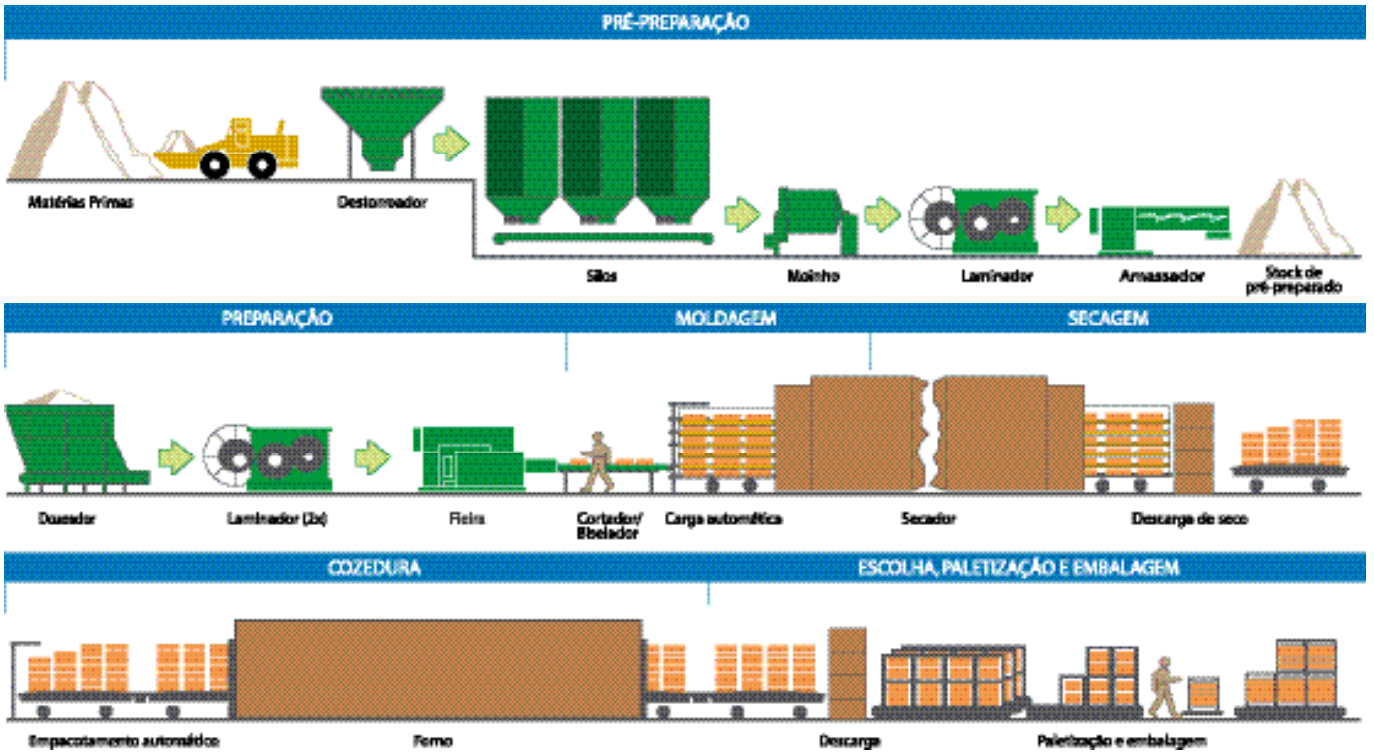



**Figura 2 – Fluxograma do processo produtivo**

## Caraterísticas técnicas

O tijolo face à vista é um produto de construção utilizado por toda a Europa, com especial relevo em países da Europa do Norte, onde desde sempre concorreu para suprir com vantagem a escassez de pedra utilizável na construção de alvenarias não protegidas, assim como para melhorar o desempenho térmico dos edifícios.

A prática construtiva desses países demonstrou ser possível a construção de alvenarias resistentes com tijolos face à vista, desde que estes apresentem um conjunto de propriedades determinadas pelas caraterísticas intrínsecas do material cerâmico, mediante um processo produtivo devidamente ajustado. As caraterísticas técnicas destes produtos têm por referência a Norma Europeia EN 771-1.

Os requisitos mais importantes nos tijolos face à vista são:

- **Aspeto visual**: em alvenarias não resistentes, onde áreas extensas são cobertas com estes tijolos, importa conseguir regularidade neste requisito para que não se destaquem diferenças (cores, dimensões, defeitos) que prejudiquem o conjunto da alvenaria;
- **Resistência mecânica**: quando aplicados em obra, os tijolos face à vista estão sujeitos a diferentes tipos de cargas (cargas próprias e impostas) a que têm de responder positivamente, razão pela qual são submetidos a ensaios normalizados (série de Normas Europeias de ensaios de blocos de alvenarias NP EN 772);
- **Ausência de eflorescências**: a ocorrência deste fenómeno, que é prejudicial para o aspeto e durabilidade das alvenarias não revestidas, pode ser prevenida mediante a aplicação de soluções adequadas quer na fase da produção dos tijolos face à vista quer na fase de aplicação nas alvenarias;
- **Dimensões**: quer nas zonas correntes das alvenarias quer nas zonas particulares, a regularidade dimensional é imprescindível para a qualidade da alvenaria, em especial nos seus corretos alinhamentos horizontal e vertical;
- **Durabilidade**: por exemplo, a resistência ao gelo-degelo é um requisito fundamental dos tijolos de alvenarias sem revestimento e da funcionalidade das mesmas.

**Quadro 1 – Exemplo de caraterísticas do material cerâmico**

| Caraterísticas do material cerâmico | Valores |
|---|---|
| Massa volúmica absoluta | ≥ 2100 kg/m$^3$ |
| Absorção de água por imersão a frio | ≤ 6 % |
| Absorção de água por capilaridade (1 min.) | 0,6 kg/m$^2$.min |
| Condutibilidade térmica | 0,37 W/mK |
| Expansão por humidade | 0,2 mm/m |
| Teor de sais solúveis ativos | S2 |
| Resistência caraterística à compressão | ≥ 45,0 N/mm$^2$ |
| Resistência ao gelo degelo | F2 |

A nível europeu é atualmente importante o controlo do que foi designado por libertação de substâncias perigosas, relacionada com o processo de lixiviação dos produtos cerâmicos por águas pluviais ou outras. Este controlo incide sobre as composições químicas e mineralógicas das matérias-primas que, no caso da Cerâmica Vale da Gândara dão origem ao bom desempenho que os tijolos face à vista disponibilizam quanto a esse requisito.

## A sustentabilidade da construção com Tijolo Face à Vista

A Sustentabilidade na Construção é hoje um requisito incontornável para quem pretende atuar neste setor de forma rentável e responsável, o que decorre da própria definição.

**Sustentabilidade**: *Satisfação das necessidades do presente sem pôr em risco a possibilidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades.*

Na indústria da construção esta perspetiva requer uma abordagem que tem início logo na fase da conceção – conceção sustentável – o que requer também a disponibilização de informação relativa aos produtos a utilizar posteriormente na materialização de um projeto sustentável.

Esta exigência foi consagrada inicialmente na Diretiva dos Produtos de Construção, agora revista e substituída pelo Regulamento dos Produtos da Construção 305/2011. Neste regulamento foi introduzido o requisito básico "Utilização sustentável de recursos naturais" que obriga a decisões pautadas pela minimização dos impactos ambientais associados às atividades da construção, começando pela seleção dos materiais a aplicar, continuando com a sua utilização durante a vida útil da construção e terminando com a sua reutilização ou reciclagem no final dessa vida útil.

Para atingir tal objetivo, a **Análise do Ciclo de Vida da Construção** é uma ferramenta fundamental para a avaliação do impacto ambiental de um produto de construção. Este ciclo é apresentado a seguir na Figura 3, com as suas quatro fases principais.

**Figura 3 – Ciclo de vida de um produto de construção**

A análise de cada etapa do Ciclo para diferentes produtos de construção destinados a aplicações similares, identificando os fluxos de entradas e saídas de energia e matéria – bem como as emissões e resíduos – pela fronteira do sistema projetado, permite estabelecer logo na fase de projeto uma classificação dos produtos mais indicados para uma construção sustentável.

Desta avaliação resultam claras as vantagens associadas à aplicação dos tijolos face à vista, relativamente a outras soluções construtivas, devido aos reduzidos impactos que daí advêm sobre o meio ambiente em todas as fases do seu Ciclo de Vida.

- **Matérias-primas**: a Cerâmica Vale da Gândara dispõe de barreiros com grandes reservas de argilas adequadas ao fabrico dos seus produtos cerâmicos, que explora na proximidade das instalações fabris, segundo planos de exploração legalmente aprovados, de forma a reduzir desperdícios e emissões, racionalizando os consumos de recursos naturais e energéticos;
- **Produção**: o processo produtivo é monitorizado e otimizado em permanência e o produto controlado nas diversas etapas da produção, com especial incidência nas operações de secagem e de cozedura, onde ocorrem os maiores consumos energéticos. De salientar que todos os desperdícios e excedentes de matéria-prima preparada são recuperados, misturados e reincorporados na produção. Assim, é reduzida ao mínimo a carga ambiental dos produtos cerâmicos manufaturados mediante a redução de produtos não conformes, de consumos de matéria-prima, de água, de energia e da emissão de gases para a atmosfera;
- **Construção**: O rigor da aplicação das Normas Europeias aos produtos Cerâmica Vale da Gândara resulta numa correta e mais rápida colocação em obra, sem desperdícios de pro-

dutos, argamassas, materiais complementares e acessórios, nem de tempos de trabalho dedicado a ações corretivas. Acresce que o conhecimento detalhado do projeto e das suas fases de execução permite movimentar as remessas com as quantidades necessárias, não empenhando meios de transporte e consumos desnecessários ao andamento previsto da aplicação em obra;

- **Utilização**: Os produtos cerâmicos da Cerâmica Vale da Gândara podem satisfazer requisitos de estrutura, de acabamento de superfície, de isolamento térmico e acústico, de qualidade do ar (não necessitam de pintura), de resistência ao fogo, de resistência ao impacto e de durabilidade por períodos de tempo largamente superiores (são comuns durabilidades de centenas de anos e mais, com e sem reutilização) à vida útil das construções em que são aplicados, o que abre a possibilidade da sua reutilização, em fim de vida da aplicação em que foram inseridos. O que significa inexistência de impacto ambiental resultante da utilização dos produtos cerâmicos da Cerâmica Vale da Gândara, nomeadamente na renovação e recuperação de edifícios degradados;
- **Manutenção**: Atendendo à durabilidade dos tijolos face à vista, que mantêm todas as suas propriedades por tempo indeterminado, podendo atingir muitas centenas de anos sem qualquer necessidade de manutenção, substituição ou renovação, a aplicação destes produtos resulta, em regra, numa carga ambiental nula a custo zero, uma vez cumpridas as boas regras técnicas de aplicação em obra;
- **Desconstrução**: Estes são produtos facilmente separáveis de uma construção em fim de vida, sujeita a um processo de demolição em que é visado um encaminhamento seletivo segundo critérios de materiais:
  - reutilizáveis
  - recuperáveis
  - recicláveis
  - eliminâveis.

Acresce ainda não ser necessário qualquer tratamento adicional antecedendo a aplicação de qualquer um desses critérios.

- **Fim de vida**: a eliminação destes produtos, uma vez esgotadas as possibilidades de novas utilizações, é simples e ocorre sem qualquer agressão para o meio ambiente, nomeadamente por incorporação na manufatura de outros produtos de construção, com ou sem operações prévias de preparação. A **reutilização** ou **reciclagem** estão assim facilitadas pelas caraterísticas específicas destes produtos cerâmicos, sobretudo pela inocuidade do seu material de base e boa compatibilidade com a maioria dos materiais de construção e meio ambiente envolvente.

## Normalização Europeia aplicável EN 771-1 (norma de especificação de produto) e série EN 772 (normas de ensaio). Requisitos de qualidade

No Espaço Económico Europeu a livre circulação dos produtos de construção está enquadrada pelo Regulamento 305/2011 (RPC), baseada num referencial comum para aferir da adequabilidade dos produtos tradicionais e inovadores para as utilizações pretendidas pelos seus utilizadores: são os Requisitos Básicos (Anexo I – RPC) a que devem corresponder – a totalidade ou a parte deles, conforme indicado nas respetivas normas de produto – os

diferentes produtos colocados no mercado para que possam circular livremente no Espaço Económico Europeu.

As especificações técnicas dos produtos conformes com esses Requisitos Básicos são estabelecidas nas Normas Europeias harmonizadas, de aplicação voluntária, mas oficialmente reconhecidas em todo o Espaço Económico Europeu. A vantagem das normas harmonizadas é que os produtos fabricados em conformidade com elas dão resposta positiva aos Requisitos Básicos que lhes são aplicáveis, pois cada norma harmonizada disponibiliza as especificações para esse produto e indica nos seus Anexos ZA quais os Requisitos Básicos aplicáveis ao produto a que respeita.

É assim com a Norma Europeia adotada como Norma Portuguesa:

**NP EN 771-1:2012 - Especificações para unidades de alvenaria. Parte 1: Unidades cerâmicas (tijolos cerâmicos)** que é específica para blocos cerâmicos de alvenaria e teve um longo período de elaboração e de aprovação, por força da grande variedade de produtos e de tipos de alvenarias dentro do Espaço Económico Europeu. Não foi fácil o consenso e aprovação pelos membros do Comité Técnico 125 "Alvenarias" do CEN (Comité Europeu de Normalização), que realizou esse trabalho de normalização.

Por essa razão não existem formatos normalizados para os tijolos cerâmicos de alvenaria, ao contrário do que era prática corrente em antigas normas nacionais. A Cerâmica Vale da Gândara pode fabricar todos os formatos em que tiver interesse, na condição de o mercado os aceitar. Assim, a NP EN 771-1 apresenta a especificação dos tijolos cerâmicos de alvenaria e dos ensaios de características aplicáveis, remetendo os procedimentos para a série de normas de ensaio NP EN 772. Segundo a NP EN 771-1 os tijolos cerâmicos são assim classificados:

- **Tijolos LD** (low density): unidades cerâmicas com massa volúmica seca bruta inferior ou igual a 1000 kg/m$^3$ para utilização em alvenarias protegidas;
- **Tijolos HD** (high density): todas as unidades cerâmicas para utilização em alvenarias não protegidas, com massa volúmica seca bruta maior que 1000 kg/m$^3$ para utilização em alvenarias não protegidas. É o caso dos tijolos face à vista.

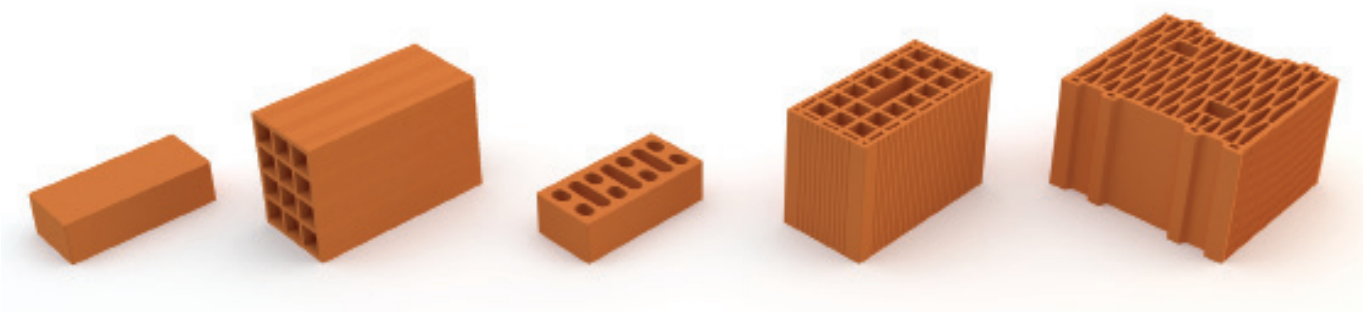


**Figura 4 – Exemplos de tijolos de alvenaria HD e LD**

**Quadro 2 – Métodos de ensaio para tijolos de alvenaria segundo a NP EN 771-1**

| Norma | Título | Caraterística | Tolerância ou categoria |
|---|---|---|---|
| NP EN 772-1 | Determinação da resistência mecânica | Resistência mecânica e categoria a declarar pelo produtor | |
| NP EN 772-3 | Determinação do volume líquido e percentagem de vazios por pesagem hidrostática | | |
| NP EN 772-5 | Determinação do teor em sais solúveis ativos | Teor em sais solúveis ativos a declarar pelo produtor | **S0**: $Na^+ + K^+$= Sem requisito ; $Mg^{2+}$ = Sem requisito<br>**S1**: $Na^+ + K^+$= 0,17 % (em massa); $Mg^{2+}$ = 0,08 % (em massa)<br>**S2**: $Na^+ + K^+$= 0,06 % (em massa); $Mg^{2+}$ = 0,03 % (em massa) |
| NP EN 772-11 | Determinação da taxa inicial de absorção de água | Limites da taxa inicial de absorção de água, a declarar pelo produtor | |
| NP EN 772-13 | Determinação da massa volúmica absoluta e aparente | Densidade a declarar pelo produtor | **D1** ≤ 10 %<br>**D2** ≤ 5 %<br>**D0** – Declaração do produtor |
| NP EN 772-16 | Determinação de dimensões | Dimensões médias e limites a declarar pelo produtor | **T1**, **T2** ou **T0** = Tolerâncias em função da dimensão de fabricação<br>**R1**, **R2** ou **R0** = Amplitude em função da dimensão de fabricação |
| EN 772-22 | Determinação da resistência ao gelo/degelo | Categoria a declarar pelo produtor | **F0**: Exposição passiva, não há exposição a humidade ou gelo<br>**F1**:Exposição moderada, há exposição a ciclos de gelo e humidade<br>**F2**: Exposição severa, há saturação com água e ciclos frequentes de gelo e degelo |
| EN 1052-3 | Determinação da resistência inicial ao corte | Resistência de adesão do tijolo à argamassa a declarar pelo produtor | |
| NP EN 1745 | Método para a determinação dos valores térmicos declarados e de projeto | Propriedades térmicas, a declarar pelo produtor | |
| NP EN 13501-1 | Classificação ao fogo de produtos de construção – Parte 1: Classificação usando resultados de ensaios de reação ao fogo | Classe a declarar pelo produtor | **Classe A1** (Tijolos que contenham materiais orgânicos até um máximo de 1,0 % da sua massa ou volume são da Classe A1 sem necessidade de ensaios) ou outra classe |
| NP EN 771-1 Anexo C | Determinação de absorção de água | Absorção de água a declarar pelo produtor | |
| NP EN 998-2 Anexo C | Aderência | Aderência da argamassa | |

Para a generalidade das caraterísticas dos tijolos, a norma NP EN 771-1 não apresenta critérios de aceitação mas apenas tolerâncias, ficando ao cuidado do produtor especificar as caraterísticas bem como as tolerâncias que garante para os seus produtos. As caraterísticas indicadas devem ser definidas de acordo com as normas de ensaio apresentadas no Quadro 2.

Os produtos comerciais mais comuns são os seguintes:

- **tijolo maciço**: produto que apresenta percentagem de furação inferior a 10%;

- **tijolo perfurado**: produto que pode apresentar furação vertical (perpendicular ao leito do tijolo) ou longitudinal (paralela ao leito do tijolo); a percentagem de furação é superior a 10% e inferior a 45%. O tijolo de furação vertical é o mais utilizado na construção com tijolo face à vista. Utiliza-se habitualmente com juntas de 1 a 1,5 cm, ficando assegurada a resistência e a estanquidade pelo facto da argamassa penetrar na furação e conseguir um boa aderência entre os dois materiais.

As tolerâncias dimensionais admissíveis nos tijolos face à vista da Cerâmica Vale da Gândara são estabelecidas com base na NP EN 771-1 em função das dimensões de fabricação declaradas. Quanto à resistência a ciclos de gelo-degelo, os tijolos face à vista da Cerâmica Vale da Gândara classificam-se na Categoria F2 e a sua resistência ao fogo é da Classe A1 sem necessidade de ensaios

## A certificação e o controlo de qualidade

Para certificar o seu produto e proceder à marcação CE a Cerâmica Vale da Gândara operacionaliza um sistema de controlo da produção e do produto nas suas diferentes fases da produção, o qual lhe permite assegurar caraterísticas finais do produto constantes e em conformidade com os requisitos impostos pela marcação CE:

- **Na receção de matérias-primas**
- **No produto em vias de fabrico**
- **No produto final**
- **No equipamento**
    - **Linha de produção**: com base em parâmetros de controlo, a sua tolerância ou gama de trabalho e a periodicidade de controlo para os principais equipamentos do processo;
    - **Medição e ensaio**: dedicado exclusivamente aos controlos previstos no plano da Cerâmica Vale da Gândara, este equipamento laboratorial é verificado e calibrado com periodicidades normalizadas.

**a) Controlo de receção de matérias-primas**

As matérias-primas são controladas na receção e na formação dos seus empilhamentos. São usados vários tipos de argilas com caraterísticas distintas depositadas em camadas intercaladas, ao ar livre, para sofrerem um processo de desagregação. Estas argilas são controladas em laboratório.

**b) Controlo do produto em vias de fabrico e final**

Durante o fabrico é controlado o produto nas diferentes fases intermédias: pré-preparação, preparação, conformação, secagem e cozedura.

## Limites de aceitação

A norma NP EN 771-1 define classes ou tolerâncias para grande parte das caraterísticas mas não define limites de aceitação para os tijolos cerâmicos de alvenaria. A certificação ou a marcação CE dos tijolos face à vista baseiam-se na declaração da Cerâmica Vale da Gândara, uma vez demonstrado o cumprimento dos requisitos através dos registos do controlo da produção.

Os critérios de amostragem e os limites de aceitação poderão ser os indicados em cadernos de encargos ou ter por base a declaração da Cerâmica Vale da Gândara. Os ensaios a efetuar deverão ser os previstos na normalização aplicável e os laboratórios a utilizar poderão ser do cliente, da Cerâmica Vale da Gândara ou laboratórios independentes.

## Marcação CE

É um sistema de comprovação da conformidade dos produtos com as respetivas normas de especificação, indispensável para que possam circular no Espaço Económico Europeu. Os produtos da Cerâmica Vale da Gândara estão abrangidos pelo Regulamento 305/2011, que define os sistemas aplicáveis a esta comprovação.

De acordo com NP EN 771-1, a Cerâmica Vale da Gândara é a responsável pela aposição da marcação CE. O símbolo CE está definido na Diretiva 93/68/CE e é evidenciado sobre os tijolos face à vista ou, caso tal não seja viável, sobre uma etiqueta, sobre a embalagem ou sobre a documentação comercial apensa (por exemplo, uma guia de remessa).

**Figura 5 – Símbolo da marcação CE**

Para o caso dos tijolos de alvenaria é aplicável o sistema 4 de avaliação da regularidade do desempenho que se baseia na declaração de desempenho do fabricante.

A Cerâmica Vale da Gândara mantém operacional um sistema de controlo da produção – CPF: Controlo da Produção em Fábrica – e declara os valores de referência das caraterísticas dos seus produtos relativamente à norma NP EN 771-1. No contexto da marcação CE a Cerâmica Vale da Gândara aplica aos produtos o símbolo CE, após elaborar uma ficha técnica e declarar as caraterísticas e os valores respetivos que garante para cada produto mediante a "etiqueta de marcação CE e declaração do desempenho".

**Quadro 3 – Atribuição das tarefas de avaliação da regularidade do desempenho para tijolos face à vista (sistema 4)**

| Tarefas | | Objectivo da tarefa |
|---|---|---|
| Tarefas da Cerâmica Vale da Gândara | Controlo da produção em fábrica | Parâmetros relacionados com todas as caraterísticas relevantes do Quadro ZA.1.2 da NP EN 771-1 |
| | Ensaios de tipo | Todas as caraterísticas relevantes do Quadro ZA.1.2 da NP EN 771-1 |

O sistema 4 prevê a elaboração de uma ficha técnica que acompanha as remessas de tijolos face à vista e, quando a conformidade com os requisitos do Anexo ZA da NP EN 771-1 é obtida, a Cerâmica Vale da Gândara redige a Declaração de Desempenho que lhe permite afixar a marcação CE nesses produtos (ou nas respetivas embalagens. Esta declaração inclui:

- Nome e morada da Cerâmica Vale da Gândara e do local de produção;
- Descrição do produto (tipo, identificação, utilização,...), e uma cópia da informação que acompanha a marcação CE;
- Disposições com que o produto está em conformidade (Anexo ZA da NP EN 771-1:2012);
- Condições particulares aplicáveis à utilização do produto;
- Nome e função da pessoa autorizada para assinar a declaração em nome da Cerâmica Vale da Gândara.

Esta declaração CE e a ficha técnica acima mencionadas são apresentadas na língua oficial do Estado-Membro de destino dos tijolos face à vista.

## Conceção e Projeto das Alvenarias

O projeto, imprescindível em todos os atos de construção, deve determinar o aspeto final das paredes (o seu aparelho, a espessura e acabamento das juntas, a distribuição da cor do tijolo, os remates, etc.) mas também as condições de apoio na estrutura, a drenagem das caixas de ar, os remates na caixilharia e nas caixas de estore, as caraterísticas do tijolo (resistência ao gelo, baixo teor de sais solúveis, reduzida expansibilidade, etc.).

### Caraterização dos constituintes das alvenarias

Os elementos cerâmicos para alvenarias podem ser usados numa grande variedade de aplicações diferentes, cada qual requerendo níveis particulares de desempenho. Algumas aplicações são tradicionais e as especificações encontram-se previstas nas normas ou regras tradicionais de boas práticas, como o presente manual de aplicação. Outras aplicações poderão ser inovadoras ou não tradicionais e a escolha das caraterísticas e classes de desempenho dos materiais e a execução ficam sob a responsabilidade do projetista.

**Alvenaria aparente** – usada no exterior ou interior, com requisitos estéticos de aparência. Pode ser ou não resistente;

**Alvenaria estrutural** – usada no exterior ou interior, resistente a cargas para além do seu peso próprio. A alvenaria estrutural pode ser de face aparente, comum, rebocada. A alvenaria estrutural pode ser armada (usada em zonas sísmicas) ou não armada.

Os tijolos face à vista cerâmicos podem desempenhar vários papéis, em função do projeto de alvenaria. Os tijolos face à vista da Cerâmica Vale da Gândara podem desempenhar com sucesso qualquer das seguintes funções:

- Elementos de enchimento
- Elementos confinados
- Elementos resistentes

## Tipos de assentamento

Define-se como tipo de assentamento, a disposição em que devem colocar-se os tijolos para garantir um aspeto final homogéneo e obter uma resistência adequada.

Existem inúmeros tipos de assentamento, com variações sensíveis de país para país e até entre diferentes regiões do mesmo país. Um dos tipos de assentamento mais comum é o "muro de meia peça" em que a parede é formada por tijolos colocados ao baixo, de modo que a sua largura corresponda à espessura da parede. Normalmente o arranque é feito com um tijolo inteiro nas fiadas ímpares e com meio tijolo nas fiadas pares.

Existem regras que devem ser seguidas em qualquer tipo de assentamento:

- nunca executar um tipo de assentamento em que o tijolo não fique sobreposto mais de ¼ da sua dimensão sobre o tijolo da fiada imediatamente inferior;
- sempre que possível, assentar um tijolo inteiro e meio tijolo;
- garantir que os tijolos fiquem travados, para proporcionar uma maior segurança ao pano construído;
- posicionar as juntas verticais sempre na perpendicular ao alinhamento da parede;
- a colocação dos tijolos deve ser feita de modo a interromper as juntas (em contra-fiada) ou seja, a junção dos tijolos de uma camada não deve coincidir com os tijolos da camada seguinte.

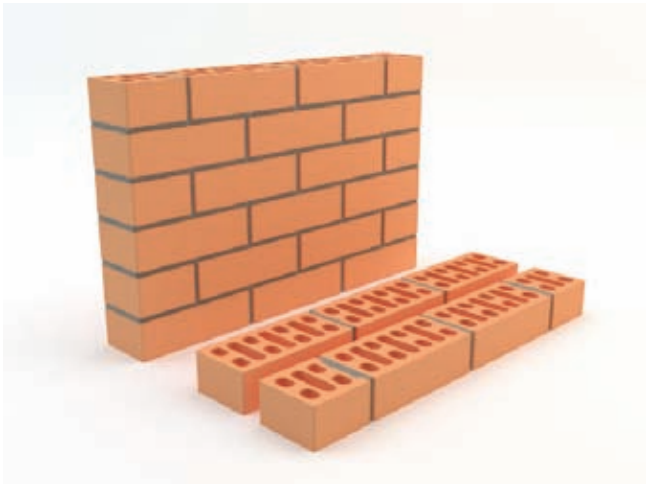


**Figura 6 – Muro de ½ peça. Assentamento em contra-fiada**

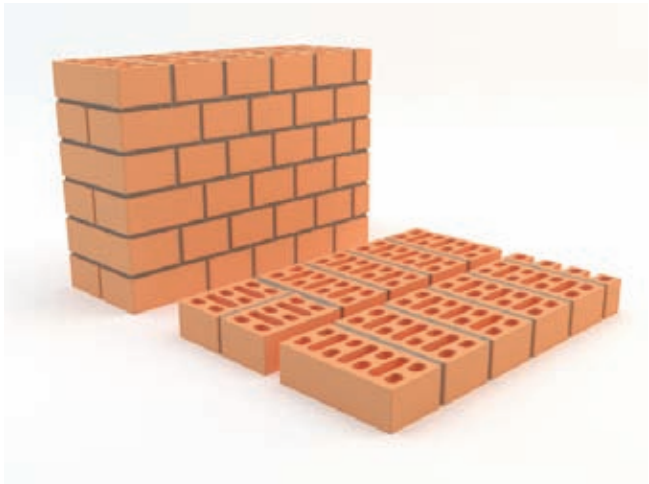


**Figura 7 – Muro de 1 peça. Assentamento Espanhol**

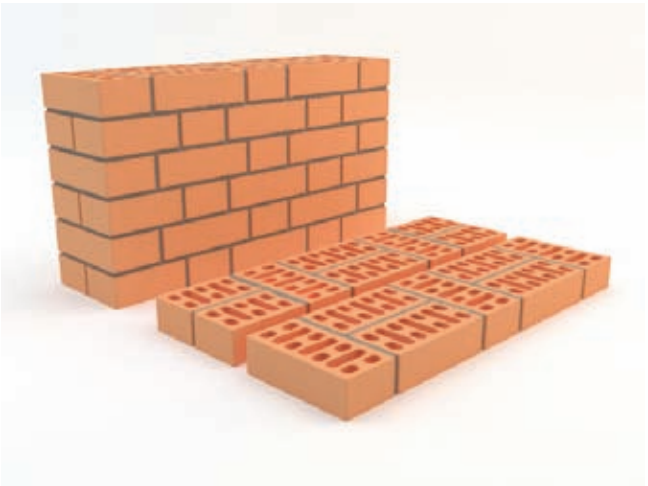


**Figura 8 – Muro de 1 peça.**
**Assentamento Flamengo**

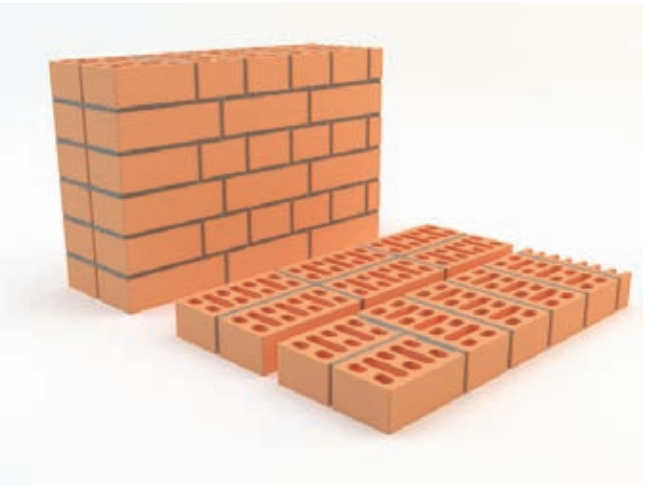


**Figura 9 – Muro de 1 peça.**
**Assentamento Inglês**

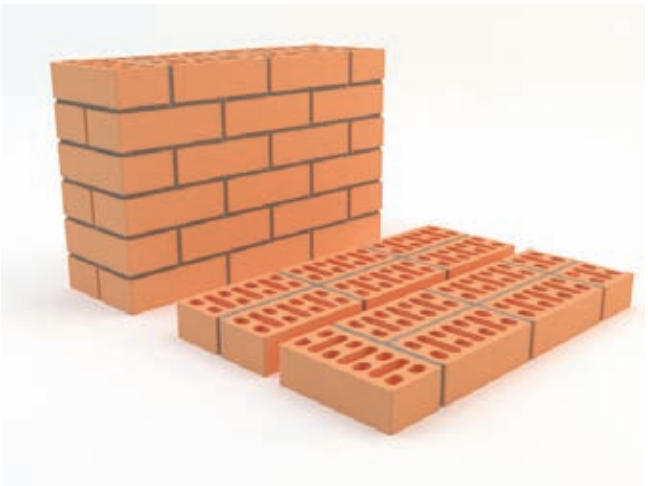


**Figura 10 – Muro de 1 peça.**
**Assentamento em contra-fiada**

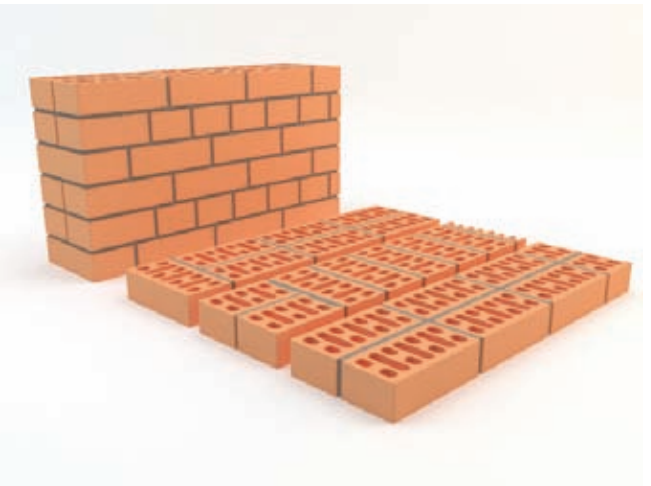


**Figura 11 – Muro de 1 peça.**
**Assentamento belga**

## Seleção do tipo de alvenaria e dos materiais constituintes

Embora os tijolos face à vista da Cerâmica Vale da Gândara se destinem maioritariamente a aplicações de alvenarias de paramento, eles poderão constituir uma solução sustentável em alvenarias resistentes em edifícios de porte médio, onde terão duas funções:

- Suporte estrutural;
- Proteção contra os agentes atmosféricos.

Em qualquer dos casos, para selecionar corretamente o tipo de alvenaria e seus constituintes, é importante conhecer o tipo de solicitações a que as alvenarias estarão sujeitas, basicamente entre os tijolos face à vista e as juntas de argamassa:

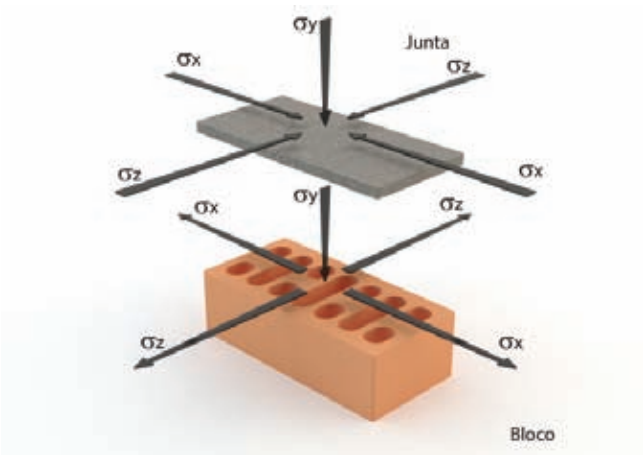



**Figura 12 – Esforços de compressão e de tração que ocorrem em alvenarias**

A Figura 12 mostra que os principais constituintes de uma alvenaria tendem a deformar-se de formas diferentes mas, estando ligados entre si, eles terão de acomodar essas solicitações – tração no bloco e compressão na junta – na mesma medida. Se a argamassa da junta apresentar um módulo de elasticidade superior ao dos tijolos face à vista, poderá ser necessária a inclusão de reforços na junta (por exemplo, armaduras de reforço em inox) para maximizar a resistência da alvenaria, em especial a esforços de compressão.

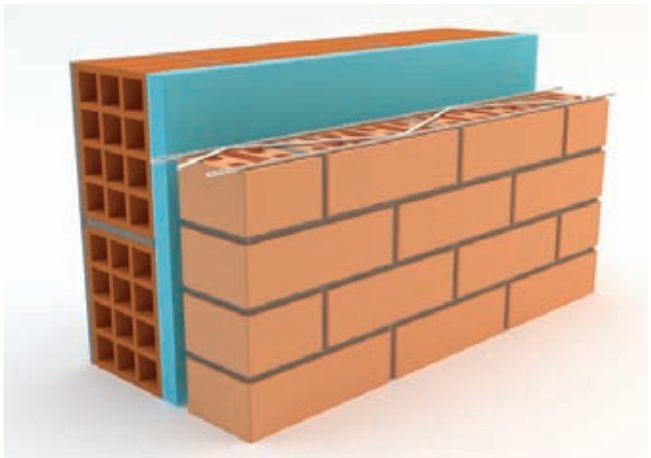


**Figura 13 – Aplicação de armaduras em alvenarias de tijolos face à vista**

As armaduras de aço inox, inseridas no interior da massa das paredes de alvenaria, devem ser previstas no projeto para melhoria das propriedades mecânicas dessas paredes, diferenciando-as das alvenarias simples pelo cumprimento de dois requisitos essenciais:

- Incremento da capacidade resistente das alvenarias a esforços de tração, de flexão e de corte:
- Garantir uma distribuição homogénea de tensões no interior da massa das paredes, forma principal de eliminar riscos de fissuração.

No projeto destas alvenarias, a caraterização e especificação técnica destes elementos devem observar o disposto nas normas:

**NP EN 845-1: Especificações de componentes acessórios de alvenaria. Parte 1: Ligadores, grampos de amarração, pendurais e cachorros de apoio**

**NP EN 845-2: Especificações para componentes acessórios de alvenaria. Parte 2: Lintéis**

**NP EN 845-3: Especificações de componentes acessórios de alvenaria. Parte 3: Armaduras de reforço para juntas horizontais em malha de aço.**

## Paredes de alvenaria

Nas alvenarias exteriores com tijolos face à vista é indispensável a correta execução dos diversos tipos de juntas aí existentes.

**Juntas de assentamento:** São um elemento importante na qualidade estética e funcional das alvenarias, representando em média 20% da área visível do pano construído.

No início do assentamento tem de ser definida uma tonalidade constante na argamassa das juntas, afinada de acordo com a cor dos tijolos face à vista. Para isso, a homogeneidade quer dos componentes da argamassa, quer das suas proporções de mistura tem de ser garantida.

As juntas verticais e horizontais de assentamento dos tijolos face à vista terão uma dimensão que se deve situar entre 1 cm e 1,5 cm. Esta variação atende às necessidades da obra e às variações dimensionais do próprio material cerâmico que, de acordo com as Normas Europeias aplicáveis, pode atingir alguns milímetros.

As juntas de assentamento serão realizadas a partir da argamassa de assentamento dos tijolos. Devem ficar totalmente preenchidas com argamassa durante a aplicação das fiadas, e serão deixadas à face do paramento. Posteriormente, serão trabalhadas para ficarem de acordo com o tipo selecionado.

**Juntas de acabamento:** As juntas de assentamento podem ser acabadas com vários tipos de remate. Dos vários tipos de acabamentos existentes, a junta mais utilizada é a do tipo refundado.

**Figura 14 – Exemplos de acabamentos de juntas de assentamento**

**Juntas de movimento/dilatação:** Para que não ocorram fissuras nas paredes por ação da humidade e da variação de temperatura, existem as juntas de movimento/dilatação, essenciais para acomodar movimentações derivadas da dilatação e contração dos diversos materiais. Estas devem ser realizadas apenas no pano exterior de alvenaria porque este sofre maior variação térmica entre o dia e a noite. Quando existe isolamento térmico entre os dois panos, a variação de temperatura do pano interior é irrelevante e o calor do interior do edifício não tem influência no pano exterior, que fica assim sujeito essencialmente à variação térmica diária e à variação térmica sazonal.
Estas juntas devem ter uma largura entre 15 a 20 mm e deverão ser cheias com cordão celular de diâmetro ligeiramente superior à junta. Posteriormente devem ser seladas com silicone neutro, resistente aos raios solares de forma a evitar a degradação do cordão e a entrada de água.

As juntas de movimento/dilatação devem ser previstas e executadas juntas nos cunhais, com especial atenção para aqueles que ligam com fachadas orientadas a Sul e a Poente.

Sempre que existam pontos de fraqueza relevantes tais como portas, janelas de grandes dimensões ou outros devem igualmente ser previstas juntas.

Para que não haja uma diminuição de resistência do pano em que são executadas juntas de dilatação verticais, há que prever a utilização de um sistema de ancoragem metálico com bainha plástica a cada 50 cm (ver Figura 16).

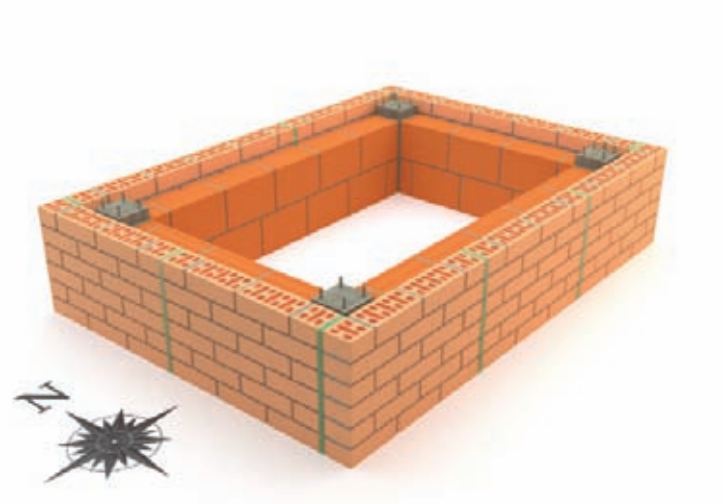


**Figura 15 – Posicionamento das juntas de movimento em função da orientação dos alçados**

Devem também ser previstas juntas de movimento horizontais a cada 6 m de altura ou sempre que as soluções construtivas o justifiquem.

A localização das juntas deve ter em conta as necessidades de expansão das fachadas em pontos particulares e a preservação da estética. As juntas verticais devem estar distanciadas cerca de 10 metros. Estes valores dependem da localização geográfica, das amplitudes térmicas dos locais, da exposição solar e das propriedades do tijolo utilizado. As juntas verticais podem ser:

**a) retilíneas**

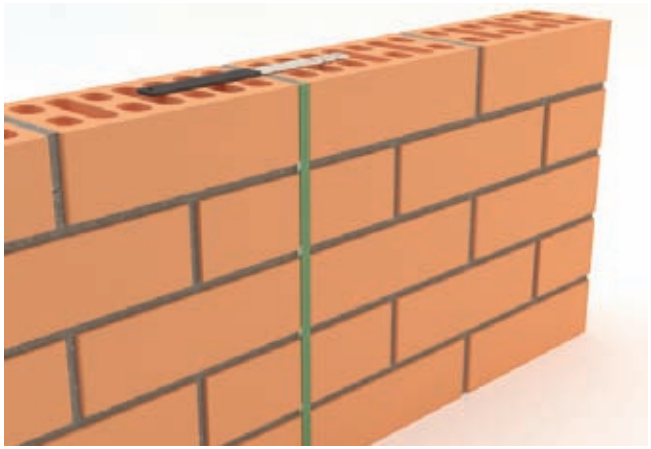


**Figura 16 – Junta de movimento vertical retilínea (a) em paredes e utilização de grampo com bainha**

**b) ou acompanhar o traçado das juntas da restante fachada:**

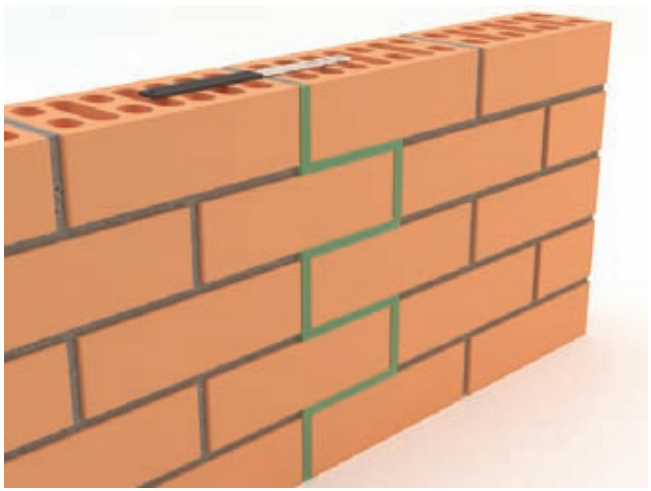


**Figura 17 – Junta de movimento vertical em zig-zag (b) e sua utilização em alvenarias com tijolos face à vista**

**Figura 18 – Pormenor de junta de dilatação horizontal.**

## Pontos particulares

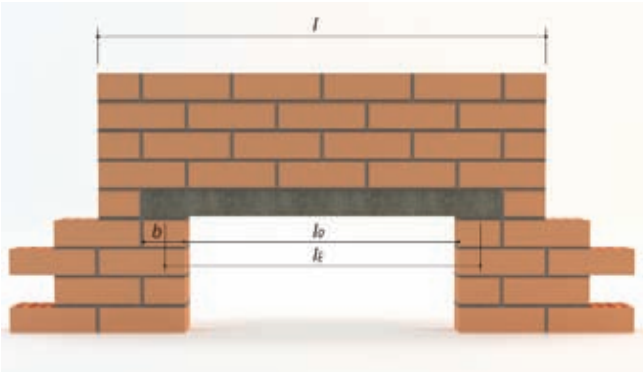
Numa fachada em alvenaria com tijolos face à vista é necessário considerar, logo na fase do projeto, o tratamento a dar aos seguintes pontos que ocorram nessa fachada:

**Lintéis e caixas de estore**

Os lintéis são elementos lineares destinados ao suporte de cargas uniformemente distribuídas sobre aberturas existentes em paredes de alvenaria (portas, janelas, etc.), sem entrarem em rutura ou sofrerem deflexões extremas. Podem ser pré fabricados ou produzidos em obra, total ou parcialmente e podem apresentar geometrias variadas, como se mostra nas Figuras 20, 21, 22, 23 e 24.

É usual usar um lintel independente para cada uma das paredes. Para que o lintel exterior mantenha o aspeto da fachada, podem usar-se peças cerâmicas armadas ou recorrer a suportes metálicos para sustentar as peças cerâmicas.

Os pontos críticos são os apoios dos lintéis, cujo comprimento de apoio deve ser dimensionado desde a fase do projeto, em função dos vãos a vencer, a par com a máxima deflexão admissível no lintel.




**Legenda**

*l* – Comprimento do lintel, em [mm]

*b* – Comprimento de apoio, em [mm]

$l_0$ – Comprimento da abertura, em [mm]

*lE* – Vão efetivo, em [mm]

**Figura 19 – Dimensionamento de um lintel**

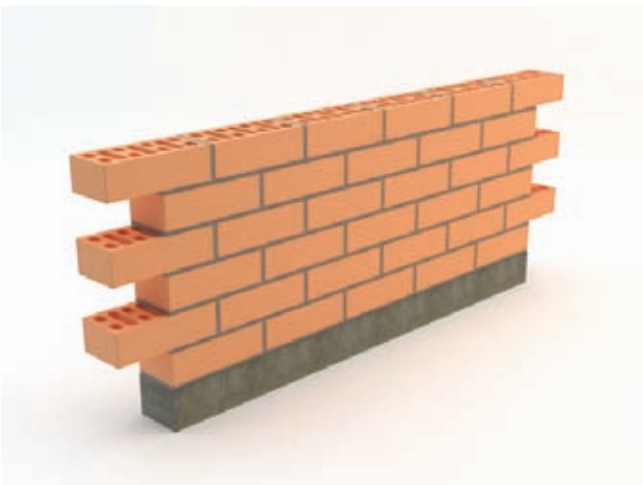
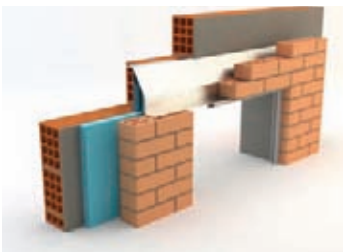


**Figura 20 – Lintel compósito**

**a) Lintel com suporte de alvenaria para padieira**

**b) Lintel armado em tijolo face à vista**

**c) Lintel com tijolo face à vista ao alto e perfil metálico**



**d) Lintel metálico com suporte duplo**

**Figura 21 – Exemplos de lintéis**

Na parede interior onde não importa o aspeto do lintel, pode-se usar qualquer solução usual, que acabará oculta no acabamento interior.

A caixa de estore pode ser colocada no interior da caixa de ar de forma a que fique oculta e não cause uma descontinuidade visual no pano em tijolos face à vista.

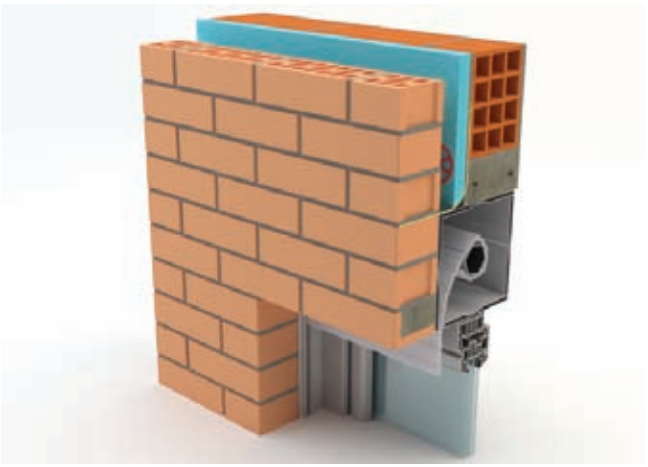


**Figura 22 – Caixa de estore no interior da caixa de ar**

### Aberturas nas fachadas

As aberturas para portas e janelas podem situar-se em 3 posições diferentes, devendo ser sempre garantida a estanquidade.

- **Caixilharia na posição interior**

  A caixilharia é solidária com a parede interior e envolta por um aro que assegura a evacuação da água para o exterior. O isolamento do pano interior deve dobrar a esquina da abertura.

- **Caixilharia na posição exterior**

  A caixilharia encontra-se mais exposta ao tempo e existe maior dificuldade em garantir a estanquidade. Nesta solução, o isolamento deve curvar no sentido do pano exterior.

**Figura 23 – Pormenor de fixação de caixilharia na posição interior.**

- **Caixilharia na posição intermédia**

  A colocação da moldura na caixa de ar assegura a união com a parede interior. O isolamento da caixa de ar é facilitado devido ao aro selar a parede exterior.

**Figura 24 – Pormenor de fixação de caixilharia na posição intermédia.**

## Caixa de ar com meia cana

Para prevenir o aparecimento de humidade no interior da construção é crucial a ventilação da caixa de ar das paredes duplas.

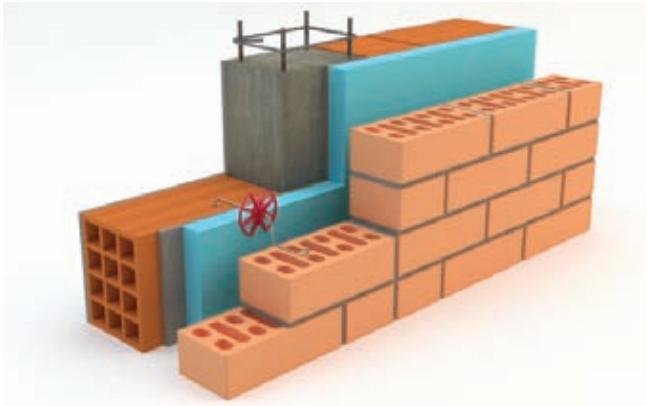


**Figura 25 – Planta de parede dupla com caixa de ar**

A caixa de ar deve ter uma dimensão de 4 a 7 cm e o isolamento ser sempre fixado na parede interior.

A caixa de ar deve ficar limpa, isenta de argamassas que possam estabelecer uma ponte de ligação do pano exterior com o pano interior. Para isso, é conveniente utilizar acessórios que vão fechando provisoriamente a abertura da caixa de ar à medida que vão sendo levantadas as sucessivas fiadas de tijolos face à vista e formada a caixa de ar.

Na zona inferior da caixa de ar serão executados quartos de cana ou meias canas na zona de ligação do pano de parede interior com a base de assentamento do tijolo face à vista. Serão executados com argamassa hidrófuga. As pendentes serão criadas da base da parede interior para as aberturas do pano exterior. Aí serão criadas juntas abertas ou colocadas grelhas de ventilação.

Os primeiros 40 cm do pano interior serão cuidadosamente rebocados bem como as ligações dos panos interiores aos elementos estruturais. Posteriormente, será colocado um material impermeabilizante (tela, pintura de borracha líquida, etc.).

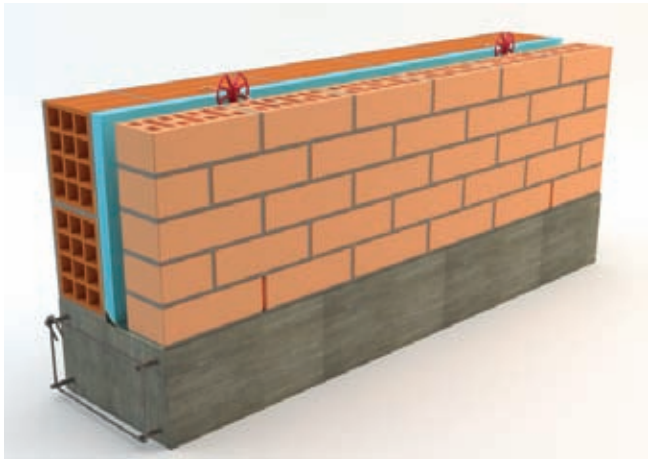


**Figura 26 – Juntas de ventilação e drenagem da caixa de ar**

**Nota:** É imprescindível dar especial atenção à limpeza da caixa de ar. A melhor solução é prevenir a queda de argamassa no fundo da caixa de ar, utilizando meios de impedir a queda, ao nível da fiada em assentamento, de sobras de argamassa para o interior da caixa de ar.

Deverão ser intencionalmente deixadas juntas verticais de ventilação, entre dois tijolos consecutivos da mesma fiada, para ventilação e drenagem das caixas de ar. Essas aberturas situar-se-ão ao nível exato dos quartos de cana ou meias canas e na parte superior do pano, abaixo da laje. Deverão ficar afastadas no máximo de 4 tijolos entre si.

Devem ser previstas mais juntas de ventilação sempre que haja uma descontinuidade do pano ou sempre que a sua área o exija.

As juntas de ventilação poderão ser juntas abertas ou juntas com grelhas de ventilação.

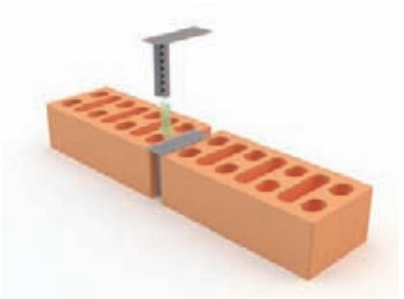


**Figura 27 – Exemplo de colocação de grelhas de ventilação**

## Detalhes de aparelho para encontros de paredes

Estes encontros podem ser reforçados por ligadores concebidos para transmitir forças de corte, de tração e de compressão entre duas secções adjacentes da alvenaria ou entre armações estruturais e as alvenarias. Estes ligadores de corte podem ser simétricos ou assimétricos.

**Figura 28 – Exemplo de ligação de reforço do encontro de paredes**

## Apoio das alvenarias de tijolo face-à-vista

A parede exterior deve ter um apoio na base de pelo menos 2/3 da largura do bloco nos elementos estruturais, ou em elementos próprios para o efeito solidários com estes.

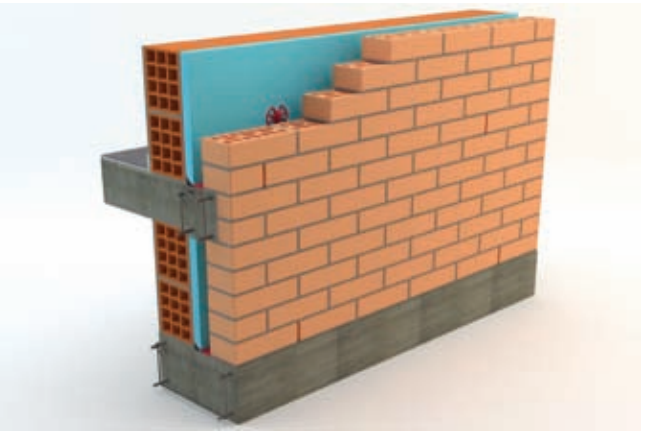


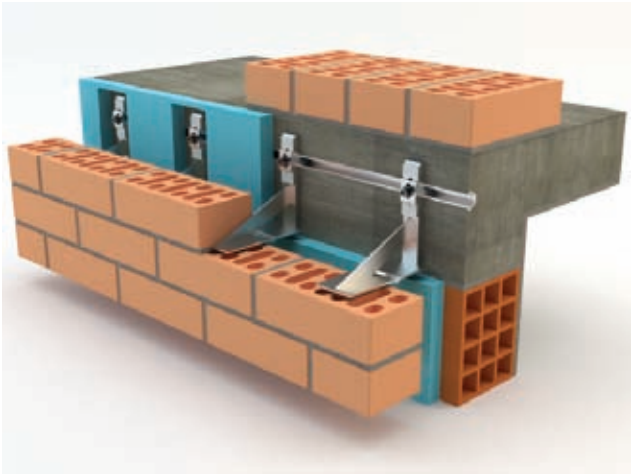
**Figura 29 – Apoio de muro sobre viga de fundação**

A base de assentamento de uma parede em tijolos face à vista deve estar nivelada, de modo a evitar a tendência para o escorregamento do paramento sobre o apoio.

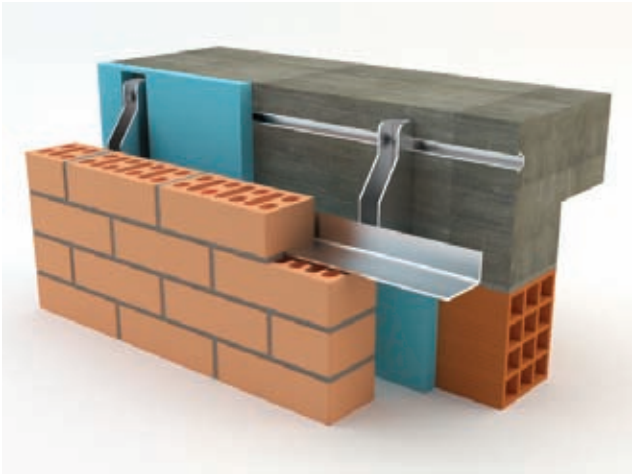
Sobre a base de assentamento deve existir uma tela elástica de modo a permitir e acompanhar os micro-movimentos do paramento relativamente à estrutura.

O arranque do paramento em tijolos face à vista (inicial ou após a inclusão de junta de dilatação horizontal), pode ser efetuado a partir dos elementos estruturais, ou utilizando suportes metálicos (Figura 30).

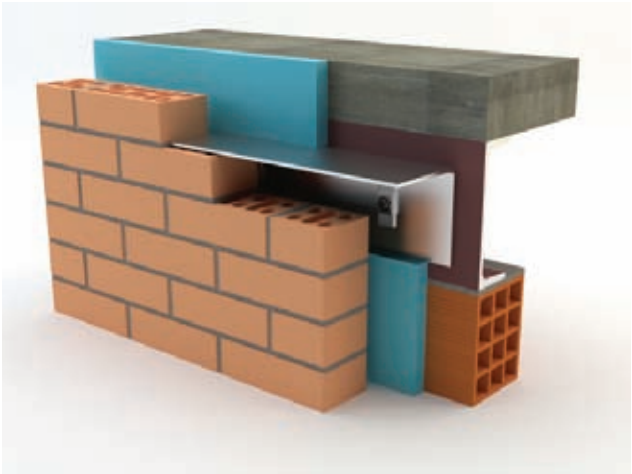
A fixação dos suportes metálicos pode ser efetuada nos elementos em betão, ou pode ser realizada com recurso à estrutura metálica do edifício (Figura 30).



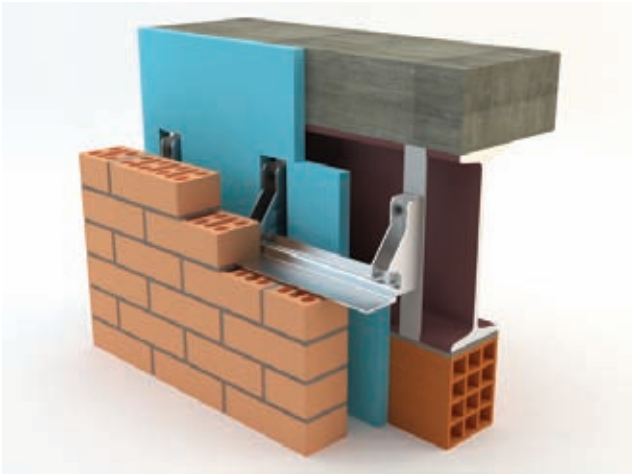
Apoio com suportes individuais em laje de betão



Apoio contínuo em laje de betão



Cantoneira com fixação a viga metálica



Apoio com fixação a viga metálica

**Figura 30 – Apoios dos tijolos face à vista**

## Argamassas para montagem. Breve referência

As argamassas devem ser hidrófugas, elásticas e impermeáveis, consistindo numa mistura de materiais conglomerantes inorgânicos (cimento e/ou cal), areia, água de amassadura (reduzida ao mínimo) e aditivos, a aplicar como ligante em alvenarias com tijolos de face à vista. Devem observar o disposto na norma:

**NP EN 998-2:2012 - Especificações de argamassas para alvenaria. Parte 2: argamassas de montagem**

É recomendado o tipo de argamassa pronta de montagem Vale da Gândara ou equivalente, em que os constituintes devem apresentar as seguintes caraterísticas:

- **Cimento:** resistência caraterística inferior a 35 MPa, para evitar a redução da plasticidade da argamassa. Como prevenção da ocorrência de eflorescências, deve ser excluída a utilização de cimentos de conteúdo elevado em sais solúveis. Não é permitida a utilização de cimentos aluminosos, exceto quando se pretende obter uma alvenaria com caraterísticas refratárias. É recomendado o cimento branco na obtenção de argamassas brancas ou de cor.
- **Cal hidráulica:** destina-se a melhorar a plasticidade da argamassa e clarear a sua cor final. Recomenda-se a sua utilização quando a relação em volume *cimento-areia* for inferior a 1:4. Pode utilizada cal hidráulica ou cal viva apagada (hidratada).
- **Areia:** pode ser de rio, de mina, lavada, fina ou uma mistura destes diferentes tipos, sempre isenta de sais e materiais orgânicos que alterem as propriedades das argamassas.
- **Saibro:** rocha metamórfica que, sendo de boa qualidade e tendo devidamente controladas as suas granulometria e plasticidade, num doseamento correto vai conferir melhoria da qualidade às argamassas, nomeadamente quanto a
    - incremento da plasticidade;
    - melhor trabalhabilidade;
    - redução da água de amassadura;
    - redução das eflorescências de assentamento;
    - facilidade de limpeza das fachadas em tijolo face à vista;
    - maior elasticidade das juntas, depois de secas;
    - redução da fissuração;
    - impermeabilização melhorada.
- **Água:** é totalmente desaconselhada a utilização de águas marinhas ou salinizadas de qualquer tipo, por provocarem o aparecimento de eflorescências nas fachadas. É aconselhada a utilização de água potável, que não favorece essa ocorrência.
- **Aditivos:** substâncias ou produtos que, uma vez incorporados na argamassa, modificam algumas das suas caraterísticas, quer no estado de fresco, quer no estado endurecido. Podem classificar-se como sendo plastificantes, indutores de ar, corantes, hidrófugos, etc.
  Antes de ser dado início à execução das fachadas recomenda-se um ensaio da interação entre as argamassas aditivadas e os tijolos face à vista construindo um murete de prova, dada a possibilidade de se produzirem reações entre esses materiais, que provoquem o aparecimento de eflorescências, manchas ou alterações da cor.

**Caraterísticas das argamassas**

- **Resistência à compressão:** as argamassas destinadas a paredes não resistentes em tijolo face à vista não devem apresentar resistências à compressão superiores a 7,5 MPa No caso das paredes resistentes é conveniente a existência de uma correlação entre a resistência do tijolo face à vista e a da argamassa, sendo de excluir a possibilidade de utilização de uma argamassa com resistência superior à do tijolo.
- **Aderência:** A aderência entre a argamassa e o tijolo face à vista depende das caraterísticas da argamassa, do tijolo e também de uma adequada aplicação em obra desses materiais. Quando se consegue uma boa aderência argamassa-tijolo obtém-se melhores resistências globais das fachadas e maior impermeabilidade.

## Acessórios e materiais complementares

Nas alvenarias de tijolo face à vista são aplicadas por vezes peças acessórias com formatos requeridos por necessidades de acabamento que podem ser obtidas por corte dos tijolos face à vista. As mais comuns são:

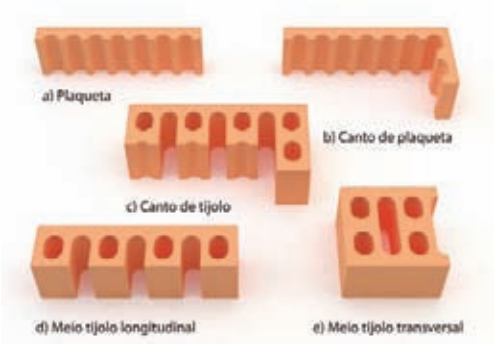



**Figura 31 – Peças especiais**

Para obter as peças acessórias é necessário recorrer a uma mesa de corte, com disco de diamante refrigerado a água, em obra. As zonas cortadas das peças devem ser aplicadas, sempre que possível, viradas para a contra face da parede (zona da caixa de ar) tentando mostrar sempre as faces das peças com acabamento de fábrica.

***São desaconselhados os cortes realizados em obra usando uma rebarbadora com disco de corte por não oferecerem qualidade de acabamento e afetarem com frequência a qualidade final da obra.***

A peça de padieira é a única peça especial que não é possível obter a partir do corte do tijolo face à vista.

**Figura 32 – Pormenor de peça de padieira**

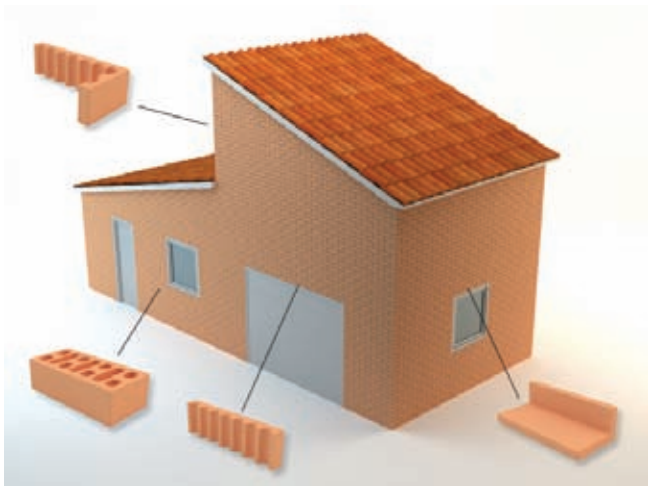


**Figura 33 – Aplicações dos tijolos face à vista e acessórios**

Os materiais complementares são produtos associados aos tijolos de face à vista na sua aplicação em obra. São de enumerar os seguintes:

- **Cordão celular para fundo de juntas das alvenarias:** destina-se ao tratamento de juntas de movimento;

Figura 34 – Cordão celular

- **Grampos em aço inox:** destinam-se ao grampeamento de alvenarias com duplo pano e caixa de ar;

Figura 35 – Exemplo de grampo metálico

- **Argamassas:** destinadas à aplicação dos tijolos face à vista em obra e à betumação das juntas;

Figura 36 – Saco de argamassa pronta

- **Colas técnicas:** são colas de ligantes mistos para colagens de cerâmicos no exterior;

Figura 37 – Saco de cola

- **Acabamento de juntas:** carrinho limpa juntas para refundar a argamassa nas juntas;

Figura 38 – Carrinho limpa juntas

- **Armaduras**

Figura 39 – Armadura

## Grampeamento de ligação

Os panos exteriores de alvenaria de tijolo face à vista são amarrados ao pano interior da parede dupla por intermédio de elementos mecânicos, vulgarmente designados por grampos de ligação ou de ancoragem. Por vezes, em alternativa, em obra é aplicado arame zincado ou arame de aço para produzir grampos, o que não é recomendável devido à falta de controlo de qualidade da execução dos mesmos e do material utilizado.

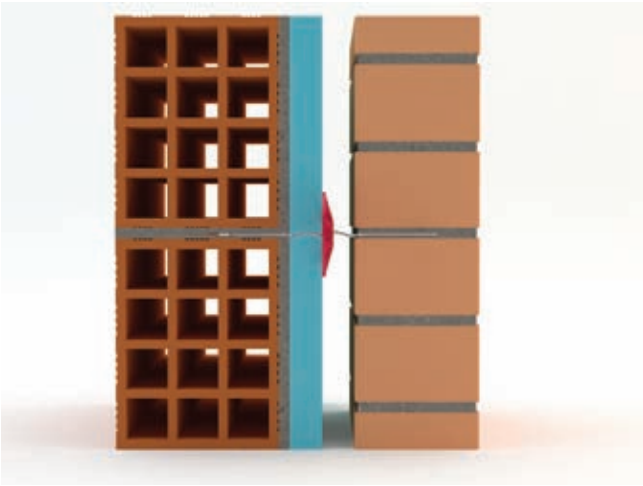


**Figura 40 – Pormenor de aplicação de grampo**

Devem ser utilizados 5 grampos/m$^2$ em quincôncio. Para prevenir fenómenos de corrosão estes devem ser em aço inoxidável com Ø ≥ 3 mm e munidos com pingadeira.

Nos cunhais e nas proximidades das juntas de dilatação, e junto aos vãos (ombreiras, padieiras, peitoris, etc.) devem ser aplicados mais 3 grampos por metro linear.

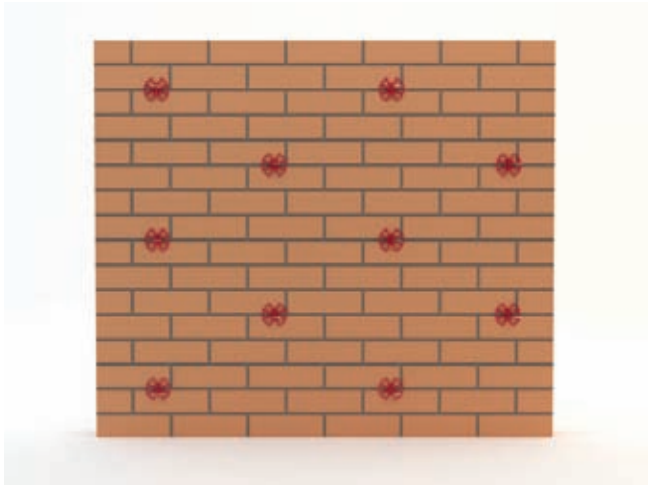


**Figura 41 – Esquema de grampeamento de pano exterior em tijolos face à vista ao pano interior**

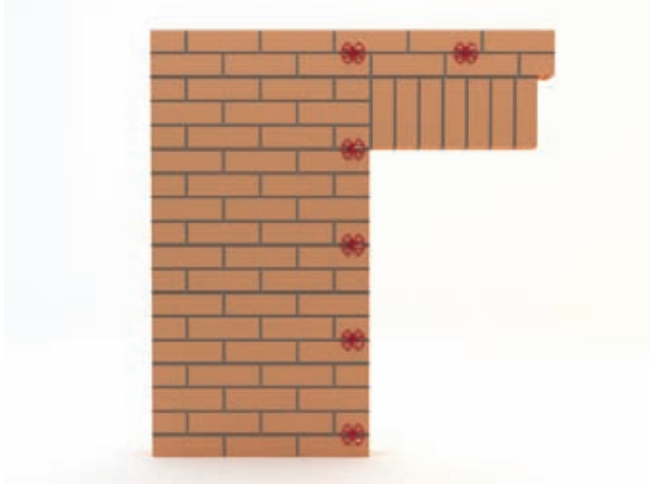


**Figura 42 – Esquema do reforço do grampeamento**

Figura 43 – Montagem de perfil de arranque

O grampo será aplicado durante o levantamento do paramento interior ficando aí fixa uma das suas extremidades. A outra extremidade será fixa na junta de assentamento do pano exterior em tijolo face à vista. Deve-se garantir que a parte mais baixa do grampo fica sempre no pano exterior.

**Perfis de arranque:** São acessórios em aço inoxidável para fixação mecânica, exercendo uma função de suporte.

A montagem dos perfis de arranque do sistema é feita no limite inferior da parede a revestir para arranque do paramento, garantindo a sua horizontalidade e o suporte dos tijolos face à vista, bem como a proteção inferior do paramento contra humidades e agentes externos prejudiciais para a sua qualidade.

Para fixação dos perfis de arranque serão utilizados parafusos adequados ao suporte que deverão distar um dos outros nunca mais que 30 cm. Deverá existir uma fixação a menos de 5 cm das extremidades.

**Cantoneiras:** São acessórios em aço inoxidável maioritariamente para utilização em complemento das juntas de movimentação horizontais, destinadas a acomodar eventuais expansões e contrações sofridas pelas alvenarias. Ao criarem zonas de dessolidarização dos paramentos, permitem eliminar os riscos de ruturas, sustentando as alvenarias de forma estável nas zonas das juntas (ver Figura 44).

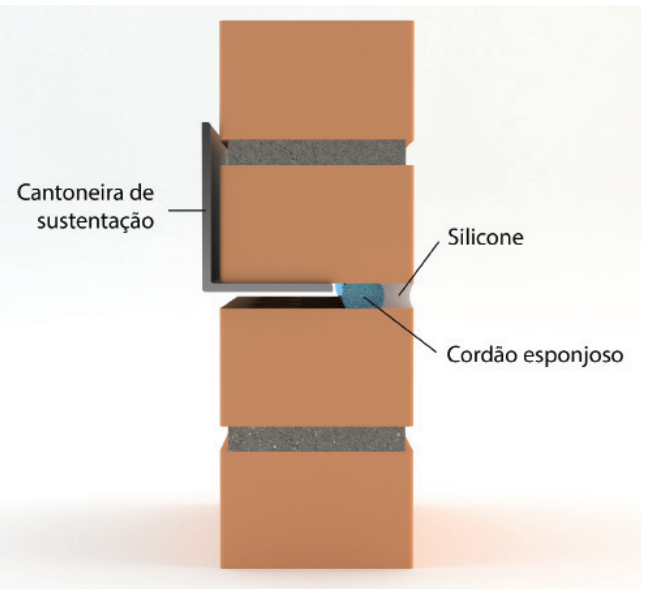



Figura 44 – Cantoneira de sustentação

**Armaduras:** A utilização de armaduras permite prevenir algumas patologias de possível ocorrência na construção de paredes e fachadas com tijolo face à vista.

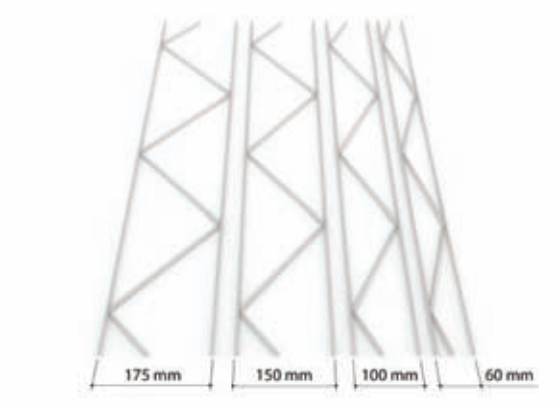



**Figura 45 – Diferentes tipos de armadura em conformidade com os requisitos da NP EN 845-3**

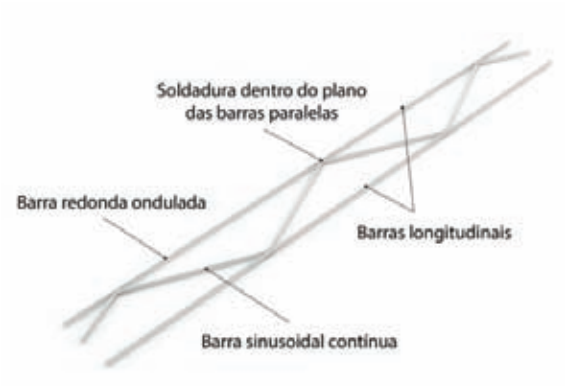



**Figura 46 – Tipo de armadura com reforço sinusoidal contínuo**

## Pontes térmicas e suas correções

As assimetrias de resistência térmica das fachadas resultam no fenómeno designado por "ponte térmica" cujo efeito se impõe evitar ou, pelo menos, minimizar, e que se traduz numa perda de energia significativa e na formação de condensações superficiais internas com consequente formação de fungos e bolores. O fenómeno das condensações superficiais interiores, é um fenómeno complexo cuja solução passa sempre pela conjugação da ventilação (e/ou redução da produção de vapor de água), do aquecimento interior e do reforço de isolamento térmico.

O isolamento térmico deve revestir integralmente a estrutura sem interrupções de forma a corrigir as pontes térmicas. Pode ser realizado com o auxílio de diversos materiais disponíveis no mercado, poliuretano, poliestireno, cortiça, lã de rocha, etc.

A norma EN ISO 10211 define "ponte térmica" como sendo toda e qualquer zona da envolvente dos edifícios em que a resistência térmica é significativamente alterada, quer pela aplicação de materiais com diferentes condutibilidades térmicas, quer por modificações na geometria da envolvente, como por exemplo, nas junções entre diferentes elementos construtivos.

O Regulamento de Caraterização do Comportamento Térmico dos Edifícios [RCCTE] especifica que nas zonas de pontes térmicas planas (pilares intermédios, talões de vigas ou caixas de estore) o valor de U não pode exceder o dobro do valor de U na zona corrente, cumprindo sempre os valores máximos admissíveis indicados no Regulamento.

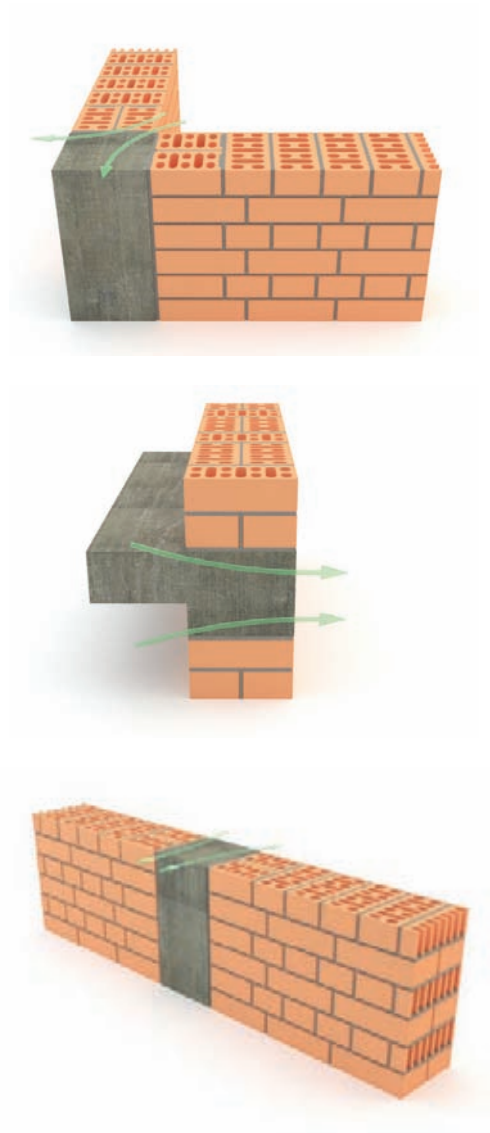


Figura 47 – Exemplos de pontes térmicas não corrigidas

As perdas através das pontes térmicas lineares são avaliadas segundo o RCCTE por aplicação de um coeficiente de transmissão térmica linear y, que quantifica a quantidade de energia calorífica dissipada por metro linear do desenvolvimento da junção entre diferentes elementos construtivos, de que se destacam:

- Ligação da fachada com os pavimentos térreos;
- Ligação da fachada com pavimentos locais «não úteis» ou exteriores;
- Ligação da fachada com pavimentos intermédios;
- Ligação da fachada com coberturas inclinadas ou terraços;
- Ligação da fachada com varandas;
- Ligação entre duas paredes verticais;
- Ligação da fachada com caixas de estore;
- Ligação da fachada com padieiras, ombreiras ou peitoris.

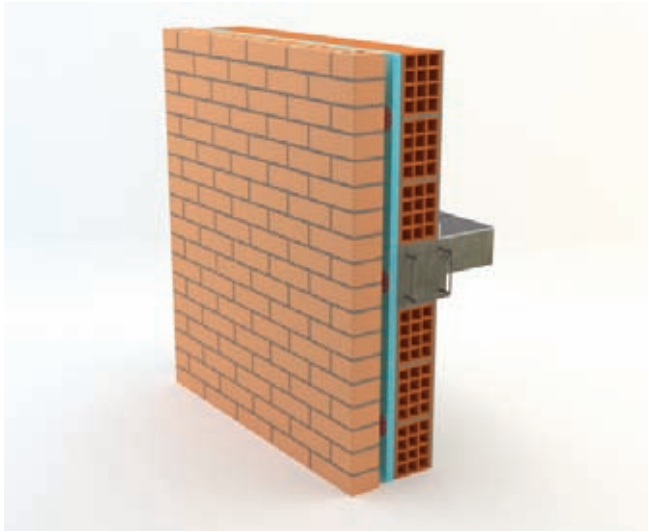


Figura 48 – Correção da ponte térmica com tijolos face à vista

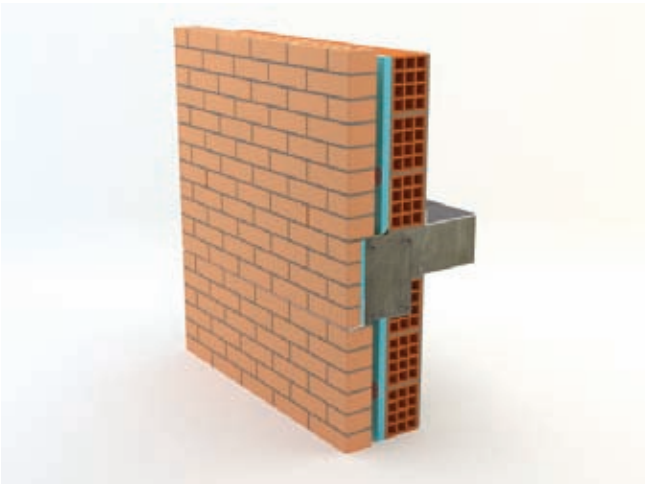


Figura 49 – Correção da ponte térmica com ½ tijolo face à vista

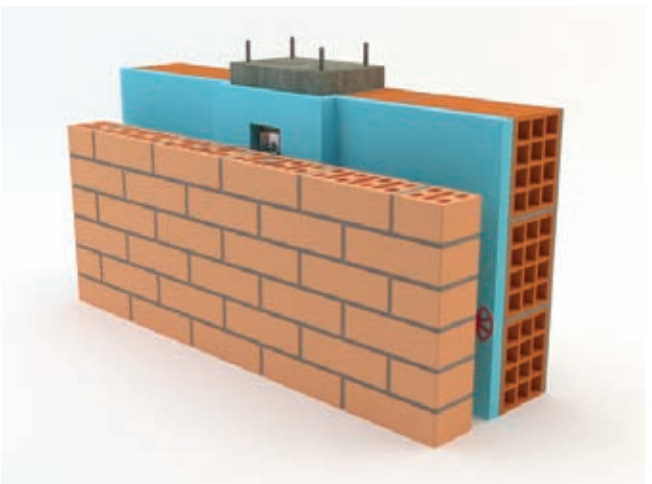


Figura 50 – Correção total da ponte térmica do pilar com tijolo face à vista

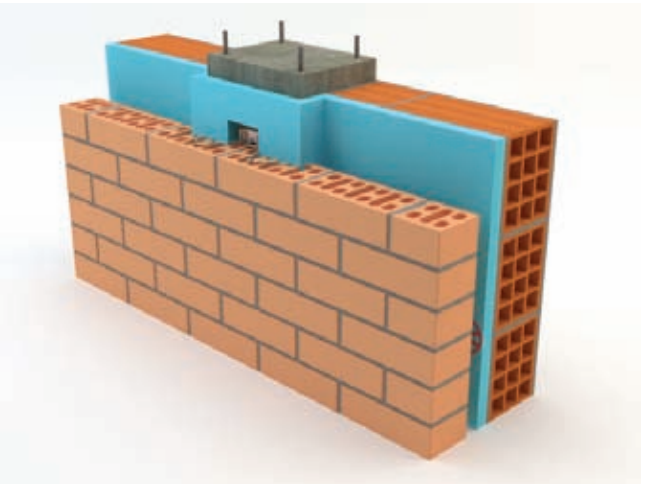


Figura 51 – Correção total da ponte térmica do pilar com ½ face à vista

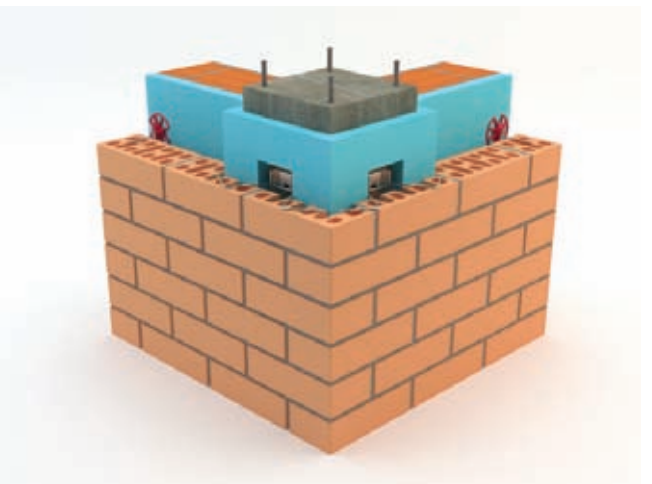


Figura 52 – Correção de ponte térmica num pilar de esquina

## Barreiras anti-humidade

Para prevenção de pontes de humidade as ligações entre os panos interiores e os panos exteriores em tijolo face à vista serão sempre interrompidas e alvo de tratamento semelhante ao das juntas de movimento. Estas zonas são constituídas pelas ombreiras, padieiras ou vergas, peitoris, soleiras, elementos estruturais, etc. O afastamento mínimo entre elas será de 1 cm. Na impossibilidade de guardar esta distância deve tratar-se a zona de contacto com pelo menos uma zona de proteção de mais 10 cm para cada um dos lados de modo a impedir o contacto entre ambos os panos de alvenaria.

Não deverão ser deixados restos de argamassa entre os dois panos de parede ou quaisquer elementos estranhos, que de algum modo possam vir a estabelecer uma ponte para a passagem de humidade.

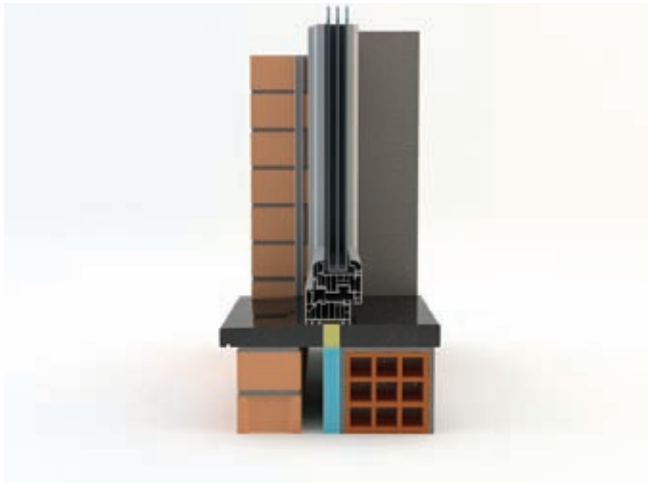


**Figura 54 – Perfil de ombreira com dobra de tijolo face à vista**

**Figura 53 – Planta de ombreira com dobra de tijolo face à vista**

**Figura 55 – Ombreira com gola interior**

A caixilharia nunca será aplicada no pano exterior em tijolo face à vista, a não ser com auxílio de um pré aro que será fixado obrigatoriamente à parede interior.

Os grampos em aço inoxidável serão sempre munidos de pingadeira ou na sua ausência, será garantido em obra que a sua inclinação na posição de trabalho será sempre no sentido do pano interior para o pano exterior.

## Requisitos funcionais

Em correspondência com os Requisitos Básicos estabelecidos no Regulamento 305/2011 (RPC), nas suas aplicações específicas, é requerido que as alvenarias com tijolo face à vista apresentem desempenhos de:

### Resistência mecânica e estabilidade

De acordo com o Regulamento 305/2011 (RPC), a resistência dos produtos que não são destinados a assegurar a estabilidade dos edifícios é avaliada apenas quanto à segurança na sua utilização, em duas vertentes:

- Resistência mecânica do tipo de alvenaria (considerando estável a sua ligação ao suporte);
- Resistência do sistema de fixação ao suporte.
  A correta aplicação em obra dos tijolos de face à vista elimina o risco da sua queda das fachadas, conjugada com uma seleção adequada dos sistemas de fixação. A Cerâmica Vale da Gândara determina e disponibiliza informação relativa à resistência dos produtos que fabrica.

Quanto à fixação dos tijolos face à vista aos suportes, analisa os diferentes tipos de suporte, incidindo sobre os seguintes aspetos:

- Resistência aos mecanismos de fadiga;
- Dispersão de caraterísticas dos produtos e da sua aplicação em obra;

Alteração das caraterísticas dos produtos com o tempo (envelhecimento).

### Segurança ao fogo

O tijolo face à vista da Cerâmica Vale da Gândara cumpre os requisitos do melhor desempenho quanto à segurança em caso de incêndio, pelo que não apresenta qualquer condicionamento relacionado com:

- **reação ao fogo:** resposta de um material ou produto de construção na sua própria decomposição como contribuição para o início e o desenvolvimento de um fogo ou seja, o eventual contributo desses materiais para a origem e propagação do fogo. Os tijolos face à vista foram inseridos na Euroclasse de maior exigência, A1, que engloba os produtos considerados "***Não combustíveis. Sem qualquer contribuição para o fogo***", dispensados de ensaios, conforme estabelecido no Regulamento 305/2011 (RPC).
- **resistência ao fogo:** propriedade de um elemento de construção ou de outros componentes de um edifício (estrutura, compartimentação) que lhe permite desempenhar durante um dado período de tempo a sua função específica, quando sujeito ao processo de aquecimento resultante da acção do fogo de um incêndio.
  O Eurocódigo 6 define valores mínimos de espessuras para resistência ao fogo, como por exemplo, para uma alvenaria de tijolos cerâmicos:

**Quadro 4 – Valores mínimos de espessuras de alvenaria de tijolo cerâmico na resistência ao fogo**

| Massa volúmica r [kg/m³] | Espessura mínima (mm) para resistência ao fogo (minutos) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 30 | 45 | 60 | 90 | 120 | 180 | 240 |
| 500 ≤ r ≥ 2400 | 60/100 | 90/100 | 90/100 | 100/140 | 100/170 | 160/190 | 190/210 |

É dado um intervalo de tolerância: por exemplo, 60/100 corresponde a uma espessura recomendada entre 60 e 100 mm para se obter uma resistência ao fogo (EI) de 30 minutos.

**Nota:** O Eurocódigo 6 estabelece a seguinte codificação, para os requisitos exigíveis às paredes de um edifício:

a) Resistentes: REI 60 (a estabilidade, a estanquidade ao fogo e o isolamento térmico da parede em caso de incêndio devem manter-se pelo menos por 60 minutos)

b) Não resistentes: EI 60 (a estanquidade ao fogo e o isolamento térmico da parede em caso de incêndio devem manter-se pelo menos por 60 minutos)

***R** – Indica a durabilidade da função "Resistência", ou "Estabilidade" (suporte de cargas);*

***E** – Indica a estanquidade às chamas ou fumos;*

***I** – Indica a capacidade de isolamento térmico da outra superfície de uma parede exposta ao fogo.*

Para alvenarias com tijolos face à vista do tipo Cerâmica Vale da Gândara, com uma espessura aproximada de 115 mm são comuns valores da ordem de:

- Permanência da propriedade "corta-fogo": 60 minutos
- Permanência da propriedade "pára-chamas": 90 minutos
- Permanência da propriedade "estabilidade": 90 minutos

## Acomodação das ações higrotérmicas

A envolvente exterior dos edifícios pode estar sujeita a amplitudes térmicas da ordem dos 50 ºC que, ao resultarem em esforços ou deformações dos materiais aplicados em obra, poderão ser excessivas para as propriedades desses materiais, por estarem restringidas quaisquer movimentações dos mesmos, devido a não previsão destes esforços quando da aplicação.

A Cerâmica Vale da Gândara controla o coeficiente de dilatação térmica linear dos seus produtos, que se situa em cerca de $\Delta l = 6 \times 10^{-6}$, bem como o coeficiente de absorção da radiação solar $\alpha_s$, que varia com a cor dos tijolos face à vista.

**Quadro 5 – Coeficiente de absorção da radiação solar**

| Cor dos tijolos | $\alpha_s$ |
|---|---|
| Branco | 0,2 a 0,3 |
| Amarelo, laranja, cor de tijolo | 0,3 a 0,5 |
| Castanho, castanho escuro | 0,7 a 0,9 |

## Conforto acústico

A atenuação acústica é um Requisito Básico porque contribui para a qualidade da habitabilidade dos edifícios. Assim, tanto na fase de projeto como na fase de aplicação em obra, os produtos devem ser selecionados para darem a melhor proteção quanto a ruídos aéreos no exterior.

Um som incidente sobre uma parede de alvenaria terá uma parte da sua energia refletida R, outra parte absorvida na massa do material A e outra parte T que se transmite através do material sólido com uma velocidade ***c*** dependente principalmente do módulo de elasticidade desse material ***E*** (N/mm²) e da sua massa volúmica *r* (kg/m³), verificando a fórmula seguinte:

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

***c*** – Velocidade do som através de um bloco [m/s]

***E*** – Módulo de elasticidade do material do bloco [N/mm²]

*r* – Massa volúmica do bloco [kg/m³]

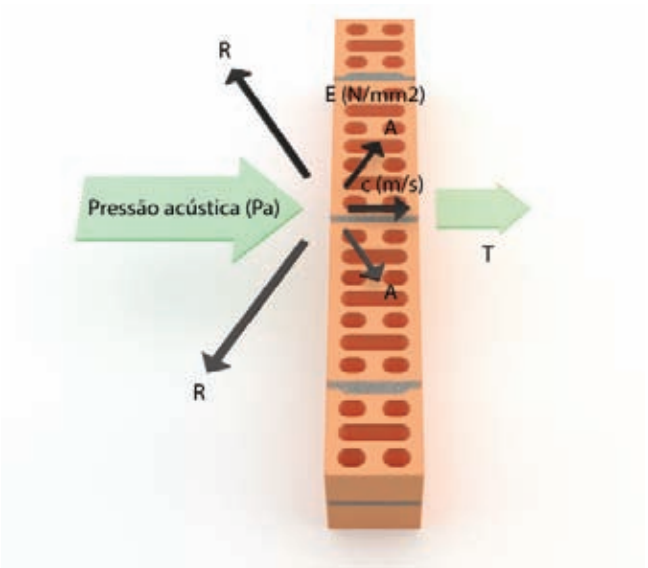



**Figura 56 – Incidência de um som sobre uma parede**

Entre a pressão acústica ***p*** e a velocidade vibratória ***u*** existe a seguinte relação:

$p = u \cdot r \cdot c$ [ N/m² ou Pa] [lei de Ohm da acústica]

*u* = velocidade vibratória, m/s

*r* = massa volúmica do meio atravessado, kg/m³

*c* = velocidade do som, m/s

**Índice de atenuação acústica ou redução sonora R**

Este índice permite quantificar com precisão as qualidades acústicas de uma parede. Para essa parede o índice de amortecimento acústico R, será determinado para as diferentes frequências pela seguinte equação:

$R = L_1 - L_2 + 10 \log S/A$ (dB)

$L_1$ e $L_2$ = níveis de pressão acústica nas duas faces de uma parede, em Pa

*R* = índice de amortecimento acústico em dB

*S* = área de absorção de referência em m²

*A* = área de absorção equivalente do local de receção em m² = 0,16 *V*/*T*

*V* = volume do local de receção em m³

*T* = tempo de reverberação do local de receção em segundos

No Manual VDI 2571: Schallabstrahlung von Industriebauten (*Beuth Verlag GmbH*) – Radiação sonora de edifícios Industriais – podem encontrar-se valores numéricos destes parâmetros.

Por exemplo em paredes simples – compostas de um material homogéneo, como no caso dos tijolos maciços, o isolamento acústico é tanto melhor quanto mais pesados forem. Como valores médios do isolamento acústico podemos obter, segundo a fórmula de Cramer:

$$D = 14 \log G + 14 \ \text{(dB)}$$

$D$ = isolamento acústico bruto em dB
$G$ = massa da parede em kg / m$^2$

Para os produtos da Cerâmica Vale da Gândara podemos obter os valores seguintes, que são verificáveis por cálculo gráfico:

| Material | Massa (kg/m²) | Isolamento (dB) |
|---|---|---|
| Maciço de 7 cm | 240 | 47 |
| FV 7 cm | 180 | 46 |

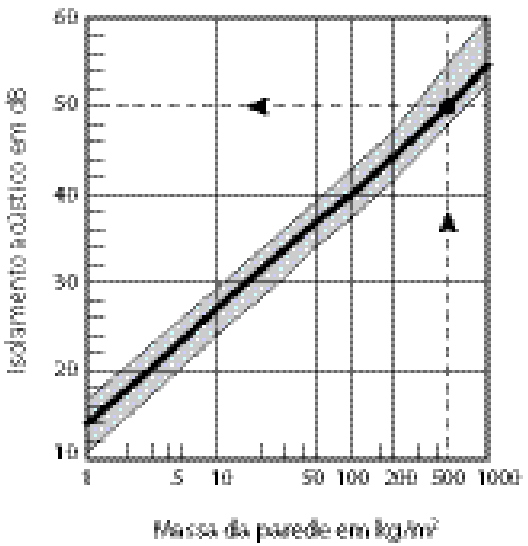



**Figura 57 – Relação entre o isolamento acústico e o peso de uma parede**

## Higiene, saúde e ambiente

Os tijolos face à vista produzidos pela Cerâmica Vale da Gândara cumprem integralmente este Requisito Básico, que está relacionado com:

- Emissão de substâncias perigosas por parte dos seus componentes,
- Desenvolvimentos de musgos e micro organismos nocivos em especial nas orientações viradas a Norte e em regiões com níveis altos de poluição;
- Facilidade de acomodação de solicitações de origem higrotérmica, originadas pelo calor, pela humidade relativa e climáticas (vento, chuva ou gelo).

## Conforto térmico

O Regulamento das Caraterísticas de Comportamento Térmico dos Edifícios [RCCTE] estabelece exigências regulamentares relativas à aplicação de isolamentos térmicos na envolvente dos edifícios, de forma a proporcionar condições de conforto térmico aos ocupantes dos edifícios sem recurso a consumos energéticos excessivos. A influência das propriedades intrínsecas dos tijolos face à vista nesta matéria é relevante nas duas vertentes sublinhadas no R.C.C.T.E.:

- Isolamento térmico: em especial na aplicação dos tijolos face à vista em fachadas ventiladas, é sempre requerida a aplicação de um isolante adequado.
- Inércia térmica: é uma propriedade importante na verificação do R.C.C.T.E. (designada por inércia térmica da envolvente dos edifícios), a qual corresponde à capacidade dessa envolvente para regular a velocidade com que é atravessada pelos fluxos caloríficos que transitam do interior para o exterior (condições

de Inverno) e vice-versa (condições de Verão). Esta regulação está ligada à capacidade de acumulação de calor na massa da envolvente, que lhe permite funcionar como volante térmico na otimização dos ganhos solares do edifício no Inverno e na correção das cargas térmicas solares no Verão, atrasando a sua passagem para o interior da envolvente.

## Durabilidade

A capacidade de cumprimento deste Requisito tem de ser avaliada por meio de ensaios de envelhecimento acelerado, quer dos tijolos face à vista, quer dos sistemas em que são aplicados. A Cerâmica Vale da Gândara determinou os valores caraterísticos dos seus produtos em ensaios de tipo quando do início da fabricação, basicamente quanto à sua resistência ao gelo/degelo e, com periodicidade estabelecida no Sistema de Controlo da Produção em Fábrica, compara esses valores com novos valores obtidos em ensaios com produtos de recente fabricação.

Ao determinar a classe de resistência ao gelo/degelo que os tijolos face à vista devem possuir para determinada aplicação, é necessário avaliar o grau de exposição atmosférica à qual esses elementos cerâmicos serão sujeitos, incluindo a proteção contra a saturação em humidade.

A influência do teor de humidade relaciona-se com o nível de exposição (severa, moderada ou passiva) e traduz o risco da alvenaria ser exposta a elevados teores de água em simultâneo com ciclos de gelo e degelo, devido às condições climatéricas combinadas com caraterísticas da construção.

É então necessária a especificação de requisitos adicionais, pois estes elementos de alvenaria têm de ser suficientemente duráveis para resistirem às condições de exposição local e manterem a operacionalidade e integridade estrutural do edifício.

## Regulamentação aplicável

### A. Exigências de comportamento térmico de acordo com o Regulamento das Caraterísticas de Comportamento Térmico dos Edifícios [R.C.C.T.E]

Os atuais custos energéticos, os requisitos de conforto, de durabilidade e mais recentemente da sustentabilidade da construção dos edifícios são determinantes na conceção da envolvente de edifícios energeticamente eficientes, objetivo que pode ser atingido mediante a observação de determinados requisitos de comportamento térmico dessa envolvente. É consensual que a melhoria de qualidade dos edifícios corresponde a reduções de consumos de energia e correspondentes emissões de gases com influência no aquecimento global. Sendo Portugal membro subscritor do Protocolo de Quioto assumiu na integra a responsabilidade de reduzir essas emissões e, concomitantemente, os consumos de energia, incluído os dos edifícios (cerca de 20% do consumo energético em Portugal).

A União Europeia, na sequência dos compromissos do Protocolo de Quioto, aprovou a Diretiva 2002/91/CE, reformulada pela Directiva 2010/30/CE, relativa ao desempenho energético dos edifícios e Portugal publicou, no seguimento dessa Diretiva, um conjunto de diplomas legais, nomeadamente o **Regulamento das Caraterísticas do Comportamento Térmico dos Edifícios** (R.C.C.T.E.) (Dec.Lei 80/2006) e o **Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios** (S.C.E.) (Dec.Lei 78/2006), que torna obrigatória a emissão de um Certificado Energético dos edifícios e respetivas frações utilizáveis, com atribuição de uma classificação de acordo com o respetivo desempenho em termos de consumo energético e permite verificar o cumprimento da regulamentação térmica e de qualidade do ar interior, nos seguintes casos:

- Obtenção da licença de utilização dos edifícios novos ou de edifícios já existentes com reabilitações importantes
- Locação ou venda de edifícios de habitação e de serviços existentes
- Edifícios públicos (serviços) com mais de 1000 $m^2$

A entrada em vigor reporta-se a 1 de Janeiro de 2007 para os novos edifícios de habitação com área útil superior a 1000 $m^2$ e os edifícios de serviços, novos ou que sejam objeto de reabilitação; a 1 de Julho de 2008 para todos os edifícios novos, independentemente da sua área ou fim; e a 1 de Janeiro de 2009 para todos os edifícios, incluindo os existentes.

A nova versão do RCCTE estabelece condições ambientais de referência para cálculo de consumos energéticos nominais, segundo padrões típicos admitidos, quer em termos de temperatura ambiente, quer em termos de ventilação para renovação do ar e garantia de uma qualidade do ar interior aceitável.

As pontes térmicas são importantes não só no desempenho energético do edifício mas, sobretudo, na durabilidade dos elementos de construção: se não forem corrigidas poderão conduzir ao aparecimento de condensações superficiais e degradação a longo prazo das alvenarias. Não há dúvida que a configuração típica até à entrada em vigor do R.C.C.T.E. (em que as paredes duplas eram construídas com um forte isolamento térmico na caixa de ar, na qual se inseria uma laje de betão com a largura da parede) era suscetível de originar condensações e perdas térmicas.

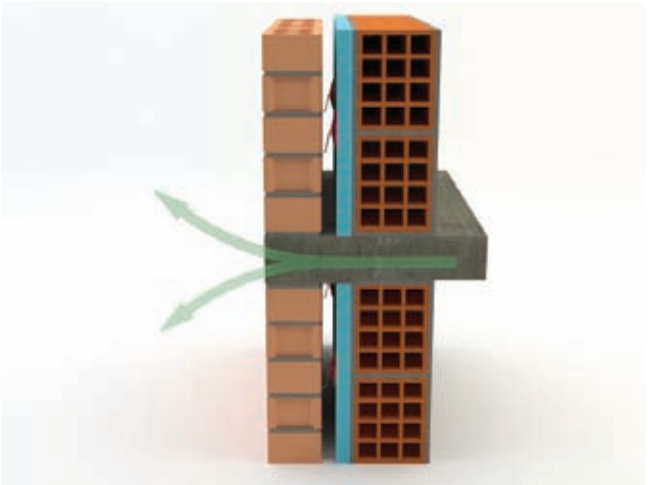


**Figura 58 – Ponte térmica em parede dupla com isolamento na caixa de ar**

**Figura 59 – Ponte térmica corrigida com isolamento pelo exterior**

De acordo com o R.C.C.T.E. – DL 80/2006 de 4 de Abril, o comportamento térmico de uma envolvente de um edifício é caraterizado pelos coeficientes de transmissão térmica dos seus elementos constituintes.

Define-se **coeficiente de transmissão térmica de um elemento U** como sendo a quantidade de calor que por unidade de tempo atravessa uma superfície de área unitária desse elemento por unidade de diferença de temperatura entre os ambientes que ele separa.

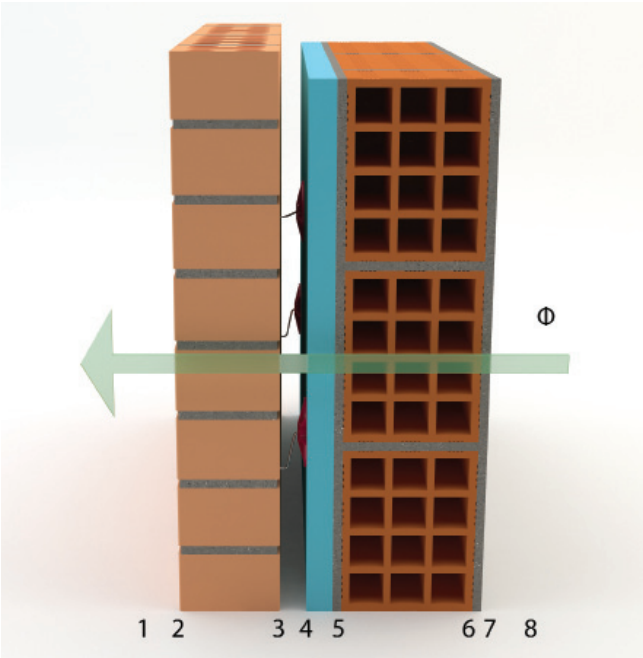
Para elementos constituídos por várias camadas, como é o caso das paredes de alvenaria, o coeficiente de transmissão térmica [U] pode ser calculado da seguinte fórmula:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum R_j + R_{ar} + R_{se}}$$

em que:

- U Coeficiente de transmissão térmica – [W/(m$^2$.K)]
- $R_{si}$ Resistência térmica superficial interior – [m$^2$.K/W]
- $R_j$ Resistência térmica da camada j – [m$^2$.K/W]
- $R_{ar}$ Resistência térmica de espaços de ar não ventilados – [m$^2$.K/W]
- $R_{se}$ Resistência térmica superficial exterior – [m$^2$.K/W]

**Nota**: As *resistências térmicas superficiais* ($R_{si}$ , $R_{se}$) traduzem o efeito da convecção e da radiação e o seu valor varia em função de diversos fatores, tais como rugosidade da superfície, posição da superfície, etc. Contudo, na prática são utilizados valores médios tabelados (Quadro VI.1. do R.C.C.T.E.).




**Legenda**

1 – Exterior da parede à temperatura $t_{ext}$ ºC

2 – Superfície exterior da alvenaria de tijolo face à vista, com resistência térmica à passagem do fluxo calorífico F, $R_{se}$

2 a 3 – Revestimento de tijolo face à vista, com resistência térmica $R_1$

3 a 4 – Caixa de ar com resistência térmica $R_{ar}$

4 a 5 – Isolante com resistência térmica $R_3$

5 a 6 – Tijolo de 15 com resistência térmica $R_4$ (Anexo B, NP EN 1745)

6 a 7 – Reboco interior, com resistência térmica $R_5$

7 – Superfície interior da parede dupla, com resistência térmica à passagem do fluxo calorífico F, $R_{si}$

8 – Interior do recinto, à temperatura $t_{int}$ ºC

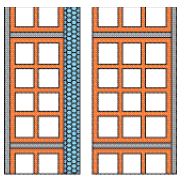
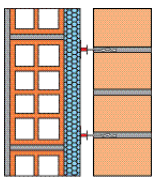
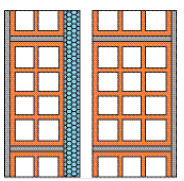
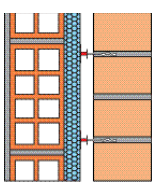
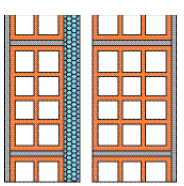
**Figura 60 – Passagem do fluxo de calor F através da envolvente de um edifício (parede dupla), entre as temperaturas $t_{int}$ ºC e $t_{ext}$ ºC**

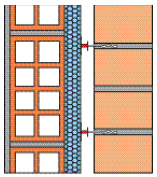
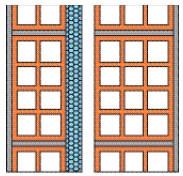
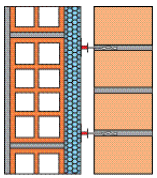
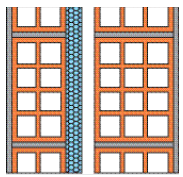
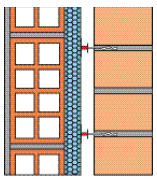
Quanto ao cálculo da resistência térmica de cada camada da envolvente do edifício (paredes, tetos, pavimentos), far-se-á pelo quociente entre a espessura da camada j e a condutibilidade térmica real – l – do material que a constitui. Para camadas compostas por materiais não homogéneos, como é o caso das alvenarias, os valores das respetivas resistências térmicas encontram-se tabelados. Mediante adaptação a cada modelo de tijolo face à vista, podem ser obtidos valores para este cálculo por aplicação da norma **EN 1745 Masonry and masonry products. Methods for determining thermal properties**.

Para uma primeira verificação do R.C.C.T.E., os elementos da envolvente, nomeadamente as paredes, devem utilizar soluções, cujos coeficientes de transmissão térmica sejam iguais ou inferiores aos valores de referência indicados no quadro II.1. do R.C.C.T.E.

As soluções apresentadas no Quadro 9 apresentam valores de U determinados por aplicação da **EN 1745** para diferentes isolamentos, adequados a requisitos do RCCTE, com base em valores de resistências térmica $\mathbf{R_t}$.

### Quadro 6 – Coeficientes de transmissão U para diferentes tipos de alvenaria

| Tipo de parede | U (W/m²K) | |
|---|---|---|
| Tijolo face à vista 24x11,5x7 cm<br>Tijolo de alvenaria 30x20x15 cm<br>4 cm poliuretano<br>1,5 cm reboco interior<br>4 cm caixa de ar | 0,45 |  |
| Tijolo face à vista 24x11,5x7 cm<br>Tijolo de alvenaria 30x20x11 cm<br>4 cm poliuretano<br>1,5 cm reboco interior<br>4 cm caixa de ar | 0,48 |  |
| Tijolo face à vista 24x11,5x7 cm<br>Tijolo de alvenaria 30x20x15 cm<br>4 cm poliestireno extrudido<br>1,5 cm reboco interior<br>4 cm caixa de ar | 0,45 |  |
| Tijolo face à vista 24x11,5x7 cm<br>Tijolo de alvenaria 30x20x11 cm<br>4 cm poliestireno extrudido<br>1,5 cm reboco interior<br>4 cm caixa de ar | 0,45 |  |
| Tijolo face à vista 24x11,5x7 cm<br>Tijolo de alvenaria 30x20x15 cm<br>4 cm poliestireno expandido<br>1,5 cm reboco<br>4 cm caixa de ar | 0,49 |  |

| Tipo de parede | U (W/m²K) | |
|---|---|---|
| Tijolo face à vista 24x11,5x7 cm<br>Tijolo de alvenaria 30x20x11 cm<br>4 cm poliestireno expandido<br>1,5 cm reboco<br>4 cm caixa de ar | 0,52 |  |
| Tijolo face à vista 24x11,5x7 cm<br>Tijolo de alvenaria 30x20x15 cm<br>4 cm cortiça<br>1,5 cm reboco<br>4 cm caixa de ar | 0,48 |  |
| Tijolo face à vista 24x11,5x7 cm<br>Tijolo de alvenaria 30x20x11 cm<br>4 cm cortiça<br>1,5 cm reboco<br>4 cm caixa de ar | 0,51 |  |
| Tijolo face à vista 24x11,5x7 cm<br>Tijolo de alvenaria 30x20x15 cm<br>4 cm lã rocha<br>1,5 cm reboco<br>4 cm caixa de ar | 0,46 |  |
| Tijolo face à vista 24x11,5x7 cm<br>Tijolo de alvenaria 30x20x11 cm<br>4 cm lã rocha<br>1,5 cm reboco<br>4 cm caixa de ar | 0,50 |  |

**Quadro 7 – Valores de resistências térmicas para cálculo do coeficiente U de paredes**

| Materiais | Rt ($m^2K/W$) |
|---|---|
| Tijolo face à vista 24x11,5x7 cm | 0,300 |
| Tijolo de alvenaria 30x20x11 cm | 0,329 |
| Tijolo de alvenaria 30x20x15 cm | 0,467 |
| Poliuretano projetado (4 cm) | 1,111 |
| Placa de poliestireno extrudido (4 cm) | 1,100 |
| Placa de poliestireno expandido (4 cm) | 0,952 |
| Placa de cortiça (4 cm) | 1,000 |
| Manta de lã de rocha (4 cm) | 1,050 |

A escolha de elementos construtivos que respeitem os valores de referência de **"U"**, terá que ser completada por cuidados especiais com as pontes térmicas, quer nas pontes térmicas planas quer nas pontes térmicas lineares, através do uso de isolamento térmico adequado, corretamente posicionado.

O R.C.C.T.E. prevê, no entanto, a utilização de outras soluções construtivas, cujos coeficientes de transmissão térmica sejam superiores aos de referência. Em qualquer das hipóteses essas soluções construtivas não deverão, em caso algum, ter qualidade inferior aos requisitos mínimos impostos pelo R.C.C.T.E., a fim de reduzir o risco de condensações na face interior dos elementos da envolvente.

Adicionalmente o valor do coeficiente de transmissão térmica das pontes térmicas planas não poderá ser superior ao dobro do valor do coeficiente de transmissão térmica da zona corrente adjacente.

Os valores dos coeficientes de transmissão térmica apresentados no R.C.C.T.E. podem na prática variar ligeiramente em função da geometria da furação e das caraterísticas das caixa de ar.

O valor de "**U"** de um tipo de parede pode ser distinto na envolvente interior e na envolvente exterior, face às diferentes condições de radiação e convecção. Esta caraterística, conjugada com a **inércia térmica da envolvente** dessa parede permite regular a passagem dos fluxos caloríficos que transitam do interior para o exterior (condições de **Inverno**) e vice-versa (condições de **Verão**). Esta regulação depende da capacidade de acumulação de calor na massa da envolvente do edifício, que lhe permite absorver quantidades significativas de energia nos períodos de pico das cargas térmicas e manter nos recintos interiores um ambiente de conforto estabilizado. O R.C.C.T.E. define três classes de inércia térmica para os edifícios:

*a) Edifícios com inércia térmica fraca (a = 1,8);*

*b) Edifícios com inércia térmica média (a = 2,6);*

*c) Edifícios com inércia térmica forte (a = 4,2).*

A diferença é estabelecida pela massa superficial da envolvente dos edifícios (kg/$m^2$ de envolvente), que no R.C.C.T.E. influi na avaliação do **fator de utilização dos ganhos térmicos** h por meio da constante **a**. Devido à sua massa volúmica elevada, o tijolo face à vista contribui para o incremento da massa superficial das fachadas e paredes em que é aplicado, melhorando assim o factor h**.**

A otimização da inércia térmica das envolventes dos edifícios é particularmente eficiente em climas com grandes amplitudes térmicas em períodos de tempo curtos, como acontece nos países da Europa do Sul. Materiais com inércia térmica forte como o tijolo face à vista permitem às paredes reterem quantidades importantes de calor e estabilizarem condições interiores de conforto térmico em grande medida independentes das condições prevalecentes no exterior, minimizando as necessidades de aquecimento e de arrefecimento nos edifícios.

*É importante a conjugação de materiais de inércia térmica forte com a aplicação adequada de isolamentos que diminuam o coeficiente de transmissão térmica* **U** das paredes. Dessa forma consegue-se otimizar esta função, disponibilizando diversas possibilidades de satisfação das exigências do R.C.C.T.E.

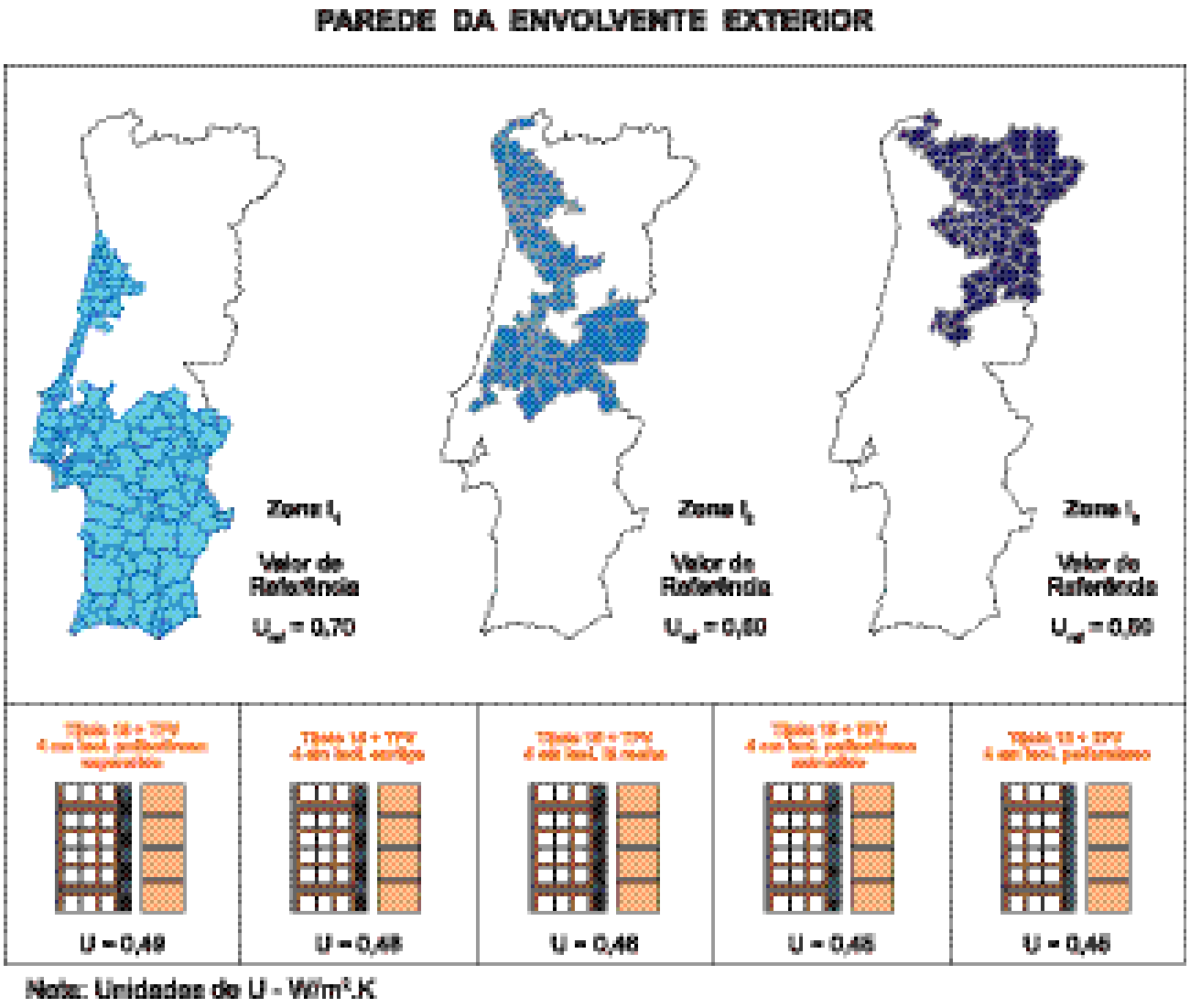



**Figura 61 – Exemplos de paredes de alvenaria de tijolo da envolvente exterior que cumprem as exigências R.C.C.T.E.**

A Figura 61 apresenta exemplos de soluções construtivas de alvenaria de tijolo para respeitar os **valores de referência** e os **valores máximos admissíveis** dos coeficientes de transmissão térmica definidos pelo R.C.C.T.E, para condições de Inverno. Esta figura é meramente ilustrativa, sendo necessário salvaguardar os seguintes aspetos e opções considerados na sua elaboração:

- São consideradas como "**envolvente exterior**" as paredes que dividem as zonas úteis do edifício (na perspetiva do R.C.C.T.E.) das zonas exteriores, o que, em geral, corresponde às fachadas. No entanto, as fachadas de zonas sem ocupação humana frequente (não úteis, na perspetiva regulamentar) não são consideradas neste tipo de envolvente;
- Como "**envolvente interior**" são consideradas as paredes que separam as zonas úteis das zonas interiores não úteis (também designadas por zonas "frias"), tal como caixas de escada interiores, caixas de elevadores, garagens, arrumos exteriores à habitação, etc;
- As soluções construtivas apresentadas são soluções preferenciais, que ilustram soluções possíveis dentro dos limites regulamentares, privilegiando o emprego de tijolo e minimizando a utilização de materiais de isolamento;
- A escolha dos exemplos foi feita tendo em consideração a respetiva transmissão térmica, mas importa conhecer as exigências funcionais a que deve obedecer cada parede;

São definidas as condições de conforto de referência para verificação das exigências do R.C.C.T.E., nomeadamente no que diz respeito à temperatura do ar interior:

- no **Inverno**: +20 ºC
- no **Verão**: +25 ºC

## B. Exigências de comportamento acústico de acordo com o Regulamento Geral sobre o Ruído

O nível e o tipo de exigências acústicas em edifícios é regido pelo **Regulamento Geral do Ruído** [**RGR**]**,** aprovado pelo Decreto-Lei nº 9/2007 de 17 de Janeiro e define de uma forma global a política de prevenção e combate ao ruído, tendo em vista a salvaguarda da saúde e o bem-estar das populações. Aplica-se também o Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios [**RRAE**], aprovado pelo Decreto-Lei n.º 129/2002 de 11 de Maio, com a nova redação dada pelo Decreto-Lei n.º 96/2008 de 9 de Junho, que define zonas dos edifícios com diferentes níveis de ruído determinando necessidades de isolamento diferentes. Tais necessidades são influenciadas pelas diferentes utilizações que podem ser feitas dessas zonas.

O **RRAE** é mais específico e estabelece os requisitos acústicos dos edifícios, com vista à melhoria das condições de qualidade acústica no seu interior.

Com base nestes documentos legais, podem considerar-se normalmente três tipos de exigências acústicas aplicáveis a edifícios:

**limitação dos níveis de ruído:** dependente do isolamento sonoro (quando o emissor e o recetor se encontram em espaços diferentes) e/ou do condicionamento acústico interior, esta limitação pode ser aplicada a três níveis distintos

- um nível alto, normalmente com níveis sonoros contínuos equivalentes (LAeq) acima de 85 dB(A), com o objetivo de minimizar os riscos de trauma auditivo, aplicável em locais de trabalho, de acordo com o Decreto-Lei n.º 182/2006;

- um nível intermédio, relacionado com os níveis de ruído transmitido para o exterior do(s) edifício(s), de modo a evitar que se ultrapassem os limites de exposição máxima no exterior (de acordo com o nº 1a) do artigo 13º do RGR);
- um nível baixo, com valores de LAeq que podem ser inferiores a 30 dB(A), no interior, com o objetivo de minimizar o grau de incomodidade, em locais onde se requer concentração e sossego, de modo a dar cumprimento ao nº 1b) do artigo 13º do RGR, quando se trata de atividades ruidosas em geral, e/ou ao RRAE, quando as fontes de ruído são os equipamentos do próprio edifício onde se pretende limitar os níveis de ruído;

**correção acústica ou condicionamento acústico interior:** a legislação em vigor aplicável (RRAE) impõe limites apenas para os tempos de reverberação máximos. Esta exigência aplica-se a edifícios escolares e hospitalares, a espaços destinados a restauração e refeitórios, a escritórios com volume superior a 100 $m^3$, a recintos desportivos, a estações de transporte de passageiros e a auditórios e salas (conferência, polivalentes e/ou cinema);

**isolamento sonoro:** na aplicação do RRAE, podem considera-se três tipos exigências: isolamento a sons aéreos, entre compartimentos; isolamento a sons de percussão; e isolamento sonoro de fachada.

O isolamento sonoro depende diretamente das caraterísticas físicas e mecânicas das paredes de alvenaria, sendo que os requisitos de isolamento acústico nas paredes exteriores estão principalmente ligados às áreas envidraçadas existentes. Os limites regulamentares são definidos em função da utilização a que se destinam os edifícios, como por exemplo unidades hoteleiras, edifícios habitacionais e mistos (art.º 5 do RRAE), edifícios comerciais, de serviços e industriais (art.º 6 do RRAE), edifícios escolares e similares (art.º 7 do RRAE), edifícios hospitalares e similares (art.º 8 do RRAE), auditórios e salas de conferências (art.º 10 do RRAE).

## C. Exigências de comportamento em caso de incêndio de acordo com o Regulamento de Segurança Contra Incêndio em Edifícios

A volumetria dos edifícios, a resistência e a reação ao fogo (das coberturas, paredes exteriores e seus revestimentos), os vãos abertos nas fachadas e a distância de segurança entre eles devem ser tais que contribuam para evitar a propagação do fogo pelo exterior no próprio edifício, ou entre este e os edifícios vizinhos.

São definidas pelo *Regulamento de Segurança Contra Incêndio em Edifícios* [***S.C.I.E.***] – *DL 220/2008 de 12 de Novembro* as disposições regulamentares de segurança contra incêndio aplicáveis a todos os edifícios e recintos.

Este regulamento adota o conteúdo das Decisões da Comissão da União Europeia nº 2000/147/CE e 2003/632/CE, relativas à classificação da reação ao fogo de produtos de construção, e nº 2000/367/CE e 2003/629/CE, respeitantes ao sistema de classificação de resistência ao fogo.

As indicações previstas no Regulamento SCIE visam reduzir a probabilidade de ocorrência de incêndios, limitar o desenvolvimento de eventuais incêndios, facilitar a evacuação e o salvamento dos ocupantes em risco e permitir a intervenção eficaz e segura dos meios de socorro.

A resposta aos referidos princípios é estruturada com base na classificação dos edifícios e recintos em 12 utilizações-tipo:

- Tipo I – habitacionais
- Tipo II – Estacionamento
- Tipo III – Administrativos
- Tipo IV – Escolares
- Tipo V – Hospitalares e lares de idosos
- Tipo VI – Espectáculos e reuniões públicas

**Quadro 8 – Resistência padrão ao fogo mínima de elementos estruturais de edifícios**

| Utilizações-tipo | Categorias de risco | | | | Função do elemento estrutural |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1ª | 2ª | 3ª | 4ª | |
| I, III, IV, V, VII, VIII, IX e X | R 30<br>REI 30 | R 60<br>REI 60 | R 90<br>REI 90 | R 120<br>REI 120 | Apenas suporte<br>Suporte e compartimentação |
| II, XI e XII | R 60<br>REI 60 | R 90<br>REI 90 | R 120<br>REI 120 | R 180<br>REI 180 | Apenas suporte<br>Suporte e compartimentação |

- Tipo VII – Hoteleiros e restauração
- Tipo VIII – Comercial e gares de transporte
- Tipo IX – Desportivos e de lazer
- Tipo X – Museus e galerias de arte
- Tipo XI – Bibliotecas e arquivos
- Tipo XII – Industriais, oficinas e armazéns

O SCIE identifica os locais de risco integrados nos edifícios e recintos classificando-os de A a F. Esta classificação poderá agravar as exigências técnicas de segurança em função dos riscos especiais, no que se refere às condições de eclosão e desenvolvimento de incêndio.

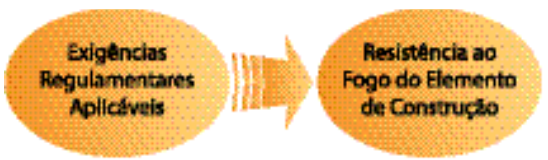
Nos termos do RJ-SCIE, cada uma das 12 utilizações-tipo existentes em edifícios, recintos ou suas partes é classificada, numa de quatro categorias de risco (CR): 1.ª, 2.ª, 3.ª e 4.ª, sendo, respetivamente, de risco reduzido, risco moderado, risco elevado e risco muito elevado.

A categoria de risco é definida de acordo com a identificação de fatores de risco, tais como:

- altura,
- número de efetivos,
- atividades desenvolvidas,
- presença de pessoas limitadas na mobilidade ou nas capacidades de perceção
- reação a um alarme,
- densidade de carga de incêndio, etc.

O comportamento ao fogo de materiais e elementos de construção desempenha um papel fundamental na segurança contra risco de incêndio, sendo importante as caraterísticas das paredes, quer ao nível da combustibilidade dos revestimentos e da libertação de gases tóxicos e produção de fumo, bem como ao nível do isolamento térmico e resistência mecânica do elemento de suporte ou de compartimentação. É de referir que as exceções e as particularidades do RT-SCIE não permitem expor de forma exaustiva todas as condições gerais de segurança contra riscos de incêndio.

A avaliação da segurança ao fogo de um elemento de construção faz-se por comparação da resistência ao fogo desse elemento com as exigências regulamentares aplicáveis.




A resistência ao fogo de um elemento de construção é estimada com base em ensaios laboratoriais a realizar em instalações adequadas. A partir dos resultados assim obtidos podemos classificar as paredes de alvenaria mais comuns no que diz respeito à resistência ao fogo.

Pela sua especificidade, o tijolo face à vista tem a mais alta classificação, classe A1 de reação ao fogo sem necessidade de ensaio, não havendo também produção de fumos ou gotículas durante o fogo.

## Regras Gerais de Execução de Alvenarias com tijolo face à vista

As alvenarias com tijolo face à vista podem cobrir uma grande diversidade de aplicações. Para além da aplicação em fachadas comuns de edifícios, os tijolos face à vista podem também ser aplicados apenas com funções decorativas.

Quando aplicadas em fachadas de edifícios correntes podem ser destinadas quer a funções estruturais quer de revestimento. Em qualquer destas aplicações os tijolos face à vista requerem sempre uma execução rigorosa.

### Receção e armazenamento dos tijolos face à vista

A cada entrega de tijolos face à vista em obra deve corresponder uma inspeção visual na receção. São normais ligeiras variações de tonalidades e dimensões dos tijolos face à vista. As operações de descarga e armazenamento devem ser efetuadas de forma a não danificar os tijolos face à vista e, sempre que possível, as paletes devem ser posicionadas nas proximidades do local de aplicação.

### Receção e armazenamento de materiais complementares

Sempre que uma carga de materiais complementares é entregue em obra deve ser feita uma inspeção visual na receção, bem como a verificação da sua conformidade com as especificações do cliente. A sua armazenagem deve ser preparada em condições de garantir a durabilidade dessa conformidade, em local limpo e protegido de poeiras, sujidades e também de humidades como a resultante de águas pluviais deficientemente escoadas.

### Recomendações gerais

O material deslocado para a frente de obra ou em processo de aplicação deve ser uma mistura homogénea de tijolos face à vista provenientes de diferentes paletes e, de cada palete desfeita, uma retirada de tijolos face à vista escalonada, por degraus.

**Figura 62 – Esquema de retirada de tijolo face à vista de diferentes paletes**

**Figura 63 – Arranque do assentamento de alvenaria face-à-vista a partir de uma laje**

Quaisquer detalhes mais elaborados de uma fachada poderão ser ensaiados num painel padrão de modo a:

- estabelecer um padrão de qualidade de acabamento em conformidade com o pretendido no projeto, com acordo entre o cliente e o executante;
- escolher o tipo e coloração de junta mais adequados;
- analisar o comportamento da ligação argamassa-tijolo;
- constatar o nível de qualidade que o tijolo apresenta após aplicação;
- evitar dificuldades e dúvidas quanto à forma de execução do trabalho.

Deve ser estudado detalhadamente o projeto e respetivas peças desenhadas, para:

- determinar a quantidade de tijolos face à vista necessários para cada fachada, acrescida do número necessário para cortes e remates. Assim se evitam desperdícios e se reduzem os tempos de aplicação;
- escolher a distribuição dos tijolos face à vista e as espessuras das juntas;
- evitar cortes em excesso e a aplicação de peças demasiado pequenas cuja estabilidade possa ser inferior ou qualquer outro pormenor que afete a estética.

**Nota:** Os cortes de peças devem ser executados numa mesa de corte, com disco diamantado arrefecido a água, o qual é lavado após cada operação de corte de determinados tijolos face à vista, para evitar contaminações de outros de cores diferentes que venham a ser cortados posteriormente.

Antes de iniciar o assentamento, deve ser aplicada uma camada de tijolos a seco (sem argamassa) para verificar a compatibilidade do modo de aplicação e decidir a espessura para as juntas, de preferência entre 1 a 1,5 cm. Há que considerar igualmente as aberturas na fachada, como janelas e portas, para que a localização destas aberturas não comprometa o correto andamento da aplicação definitiva dos tijolos face à vista.

## Processo de assentamento dos tijolos face à vista e execução de juntas

Em qualquer tipo de assentamento a executar há um conjunto de boas práticas a observar, para garantia do sucesso final da obra e que se inicia logo na fase de preparação da obra, pela armazenagem dos tijolos face à vista, com a observação de alguns cuidados.

### Recomendações gerais de manuseamento e utilização

Nesta fase é necessário que:

- Os tijolos sejam mantidos nas paletes, sem contacto com o terreno, para não absorverem humidade e sais solúveis do solo, o que aumentaria o risco de aparecimento de manchas.
- A superfície sobre a qual as paletes estão assentes seja limpa, plana e horizontal, para que os tijolos não sofram danos ainda antes de retirados da palete.
- As paletes sejam cobertas de modo a que os tijolos não sejam contaminados com sujidade da obra.
- As peças sejam movimentadas em obra tanto quanto possível uma única vez, evitando operações desnecessárias que as possam danificar.

Figura 64 – Armazenamento e proteção dos tijolos face à vista antes do assentamento

Figura 65 – Organização do espaço de trabalho

A correta definição do espaço de trabalho, por ser essencial para um trabalho eficiente; implica que no andaime devem existir três espaços distintos:

- Área interior de trabalho exclusiva para os assentadores, junto ao pano a construir;
- Um espaço elevado para a colocação do tijolo, argamassa, água e ferramentas, de forma a estarem facilmente acessíveis ao assentador;
- Área exterior de circulação para pessoas, matérias-primas e ferramentas.

## Proteção contra as humidades do solo

No decurso dos assentamentos há que evitar o derramamento de grandes quantidades de água no solo, já que podem arrastar quantidades significativas de sais solúveis até à alvenaria em execução e manchar as faces visíveis dos tijolos face à vista.

Caso as paredes contactem com as fundações da construção é necessário prever a aplicação de telas impermeabilizantes entre duas camadas de argamassa, para corte da capilaridade. No caso de muros de suporte de terras, floreiras e canteiros para plantas tal impermeabilização é imprescindível, para cortar a migração de sais solúveis das terras confinadas. As drenagens destas humidades constituem pontos especiais que requerem execuções rigorosas, por serem críticos na durabilidade da impermeabilização.

## Proteção das alvenarias durante o assentamento

Um fator determinante da qualidade de assentamento de uma alvenaria é o tipo de argamassa utilizada, que tem de ser adequado à resistência dos tijolos face à vista e ao tipo de paramento a realizar, de revestimento ou estrutural. Para evitar escorrimentos que sujem a fachada, deve utilizar-se a argamassa com o mais baixo teor de água possível.

A aplicação de argamassas hidrófugas de assentamento do tijolo face à vista em fachadas exteriores reduz infiltrações de humidade através das juntas, bem como a sua saída, o que pode provocar carbonatações (vulgarmente designados por "babados de junta" ou "escorridos").

A argamassa de montagem tem de apresentar consistência máxima, para evitar:

- os escorrimentos pela face visível dos tijolos face à vista, manchando as fachadas com cimento e aumentando as necessidades de limpeza, com maiores custos finais;
- o enchimento das perfurações dos tijolos face à vista, que resulta em maior consumo de argamassa e diminuição das propriedades isolantes – térmicas e acústicas – dessas alvenarias;
- os eventuais abatimentos das alvenarias sob a carga das fiadas de tijolos face à vista já aplicadas, devido ao retardamento da tomada de presa dessa argamassa. No entanto, deve ser possível manter uma plasticidade adequada, que permita assentar os tijolos face à vista de forma correta, de acordo com o previsto no projeto.

Para evitar o aparecimento de manchas de eflorescências sobre os tijolos face à vista, todos os componentes aplicados – água, areia, cimento e tijolos – devem conter apenas os teores admissíveis de sais solúveis. É necessário prever, desde a fase de projeto, sistemas de desvio e descarga das águas que possam incidir sobre as fachadas com tijolos face à vista (por exemplo, platibandas, caleiras, rufos, etc.), dado ser a melhor forma de minimizar os riscos dessas ocorrências.

É conveniente prever proteções para três tipos de situações:

- Chuva forte: proteção das fiadas recentemente executadas com capas plásticas ou semelhante, para evitar eventuais danos nas juntas de argamassa;
- Geadas: se antes do início do trabalho tiver corrido a formação de geada, é conveniente inspecionar previamente as fiadas já assentes e verificar se há juntas danificadas, necessitando de recuperação. Será conveniente prever a proteção da alvenaria, caso se mantenham essas condições adversas;
- Calor: em períodos de tempo quente e seco é conveniente manter húmidas as fiadas já executadas para evitar uma secagem demasiado rápida da argamassa, o que lhe diminuiria a aderência;
- Vento: em regiões sujeitas a ventos fortes e para alvenarias já com dimensão relevante, é conveniente prever o travamento das fiadas já executadas, ou a partir dos andaimes utilizados, ou com placas de sustentação, etc.

Em regiões onde estas proteções sejam aconselháveis, elas devem ser aplicadas no final de cada dia de trabalho, mesmo que as condições atmosféricas se apresentem de feição.

## Alinhamentos

A elevação das paredes deve fazer-se com grande precisão, fixando-se as mestras com o auxílio do fio-de-prumo, para que sirvam de orientação no levantamento da parede, e para que a parede fique aprumada.

O assentamento deve ser iniciado pelos pontos de referência, como ombreiras de portas e janelas ou cantos de edifícios. Previamente devem ser fixadas verticalmente as mestras nos cantos das paredes, com marcas a assinalar a altura a que a face superior dos tijolos deve ficar: assim será possível verificar as espessuras das juntas ao longo da restante parede, sempre que necessário.

A fiada deve ficar perfeitamente horizontal, retilínea e não sobressair da superfície exterior, o que se consegue com o auxílio de um fio esticado passado entre as mestras. A horizontalidade das fiadas pode ser comprovada com o nível de bolha de ar.

Figura 66 – Marcação das fiadas de tijolo

Figura 67 – Definição dos alinhamentos do assentamento

**Nota:** Atualmente, existem aparelhos de raios laser que facilitam o trabalho de marcação da obra para a aplicação do tijolo face à vista, principalmente em obras de grandes dimensões.

## Assentamento

O pano exterior deve ter um apoio na base de pelo menos 2/3 da largura do tijolo nos elementos estruturais e esta deve estar limpa e nivelada.

Sobre a base de assentamento deve ser colocada uma tela de apoio impermeável e elástica de modo a permitir e acompanhar os movimentos do pano relativamente à estrutura.

Os tijolos face à vista de baixa absorção devem ser assentes secos, para que a ligação entre argamassa e o tijolo seja a melhor, e não se corra o risco da ocorrência de "babados".

No assentamento dos tijolos deve ser utilizada apenas a argamassa suficiente para a junta horizontal, alisada com a colher.

O assentador deve aplicar uma pequena cunha de argamassa no topo de encosto, para melhor enchimento da junta vertical, de forma a garantir a impermeabilidade do paramento.

Figura 68 – Assentamento do pano exterior sobre tela de apoio elástica

Os tijolos são assentes sobre a argamassa a uma distância horizontal do tijolo contíguo de 5 cm, pressionados e arrastados até ao tijolo já assente fazendo a argamassa sair pela junta.

A argamassa que ressalta das juntas após o assentamento, deve ser recolhida com a colher.

Quando a sujidade de argamassa estiver parcialmente seca, deve ser removida a seco da superfície dos tijolos com auxílio de sisal ou escova média, preferencialmente só com movimentos horizontais. O assentamento dos panos deve ser executado em fiadas horizontais de tijolos face à vista.

**Figura 69 – Argamassa para a execução da juntas horizontal**

**Figura 71 – Arrastamento do tijolo face à vista**

**Figura 70 – Preparação prévia do fecho de junta vertical**

**Figura 72 – Remoção da argamassa das juntas após o assentamento**

Cada fiada deve ficar perfeitamente nivelada, retilínea e não sobressair da superfície exterior.

As juntas em argamassa devem ter uma espessura constante entre 1 e 1,5 cm.

O controlo do alinhamento das juntas verticais deve ser feito com auxílio de 1 ou vários fios em prumada, consoante a dimensão do pano (1 a cada 3 a 5 metros). O fio será sempre colocado no eixo da junta.

No caso das ombreiras esse controlo é feito na aresta vertical (esquina) dos tijolos.

**Figura 73 – Fiada nivelada, retilínea e aprumada (fios horizontal e vertical)**

Quando as faces interiores das paredes de tijolo face à vista se destinam a serem rebocadas, esses rebocos só devem ser aplicados pelo menos 24 h após a conclusão da parede, para assim cortar a capilaridade que poderia resultar em eflorescências originadas na argamassa de reboco.

**Figura 74 – Alinhamento para as juntas verticais**

## Juntas de assentamento

O rigor da execução das juntas é um elemento importante para o aspeto final da parede, dado que estas representam em média cerca de 20% da área visível do pano construído.

Para uma junta entre 6 a 15 mm é recomendada a utilização de areia com granulometria máxima de 2 mm.

Para o acabamento do pano em tijolo face à vista podem executar-se vários tipos de junta, sendo a mais usual a do tipo refundado.

O acabamento deste tipo de juntas de assentamento consiste no seu refundamento que é efetuado com ferramenta própria, carrinho limpa-juntas, com regulação em altura por meio de um parafuso de segurança que permite descer a altura da argamassa de assentamento dentro das juntas (entre 3 e 8 mm).

Deixando as juntas parcialmente cheias, passado algum tempo, a argamassa começa a perder humidade e a ganhar presa, o que pode levar algum tempo em função:

- do teor de água da amassadura da argamassa,
- dos aditivos na argamassa,
- das condições atmosféricas prevalecentes,
- do teor de humidade dos tijolos face à vista.

Nessa altura, os excedentes de argamassa são removidos com auxílio do carrinho limpa juntas, uma vez regulada a profundidade pretendida para o refundamento final das juntas. Deste modo, o refundamento da junta é uniforme e a argamassa removida, por estar semi seca, não suja a face do tijolo aplicado nas fiadas do paramento já construído.

A argamassa pode ser removida quando estiver parcialmente seca, com uma escova seca, preferencialmente com movimentos horizontais.

**Figura 75 – Carrinho para refundamento das juntas**

**Figura 76 – Limpeza das juntas com escova seca**

## Limpeza das alvenarias

Só após a secagem do pano construído é que se deve proceder à limpeza das manchas de argamassa com material apropriado bem seco (sisal ou uma escova de dureza média). Esta limpeza deve ser executada com movimentos alternados, da esquerda para a direita e vice-versa, para reduzir a possibilidade de espalhar argamassas retiradas das juntas sobre as faces dos tijolos face à vista.

**Nota importante:** Não deve ser utilizada uma esponja molhada para a limpeza do tijolo, pois provocaria arrastamento de contaminantes da argamassa para a superfície do tijolo, exigindo limpezas difíceis e de custo elevado da superfície visível da alvenaria.

Se durante o processo de assentamento é minimizada a sujidade no pano construído, o processo de limpeza final é muito facilitado ou mesmo desnecessário, diminuindo assim significativamente o tempo de execução da obra e o aparecimento de custos adicionais em produtos de limpeza: a remoção cuidadosa dos excessos de argamassa nas juntas é a melhor forma de garantir a qualidade do acabamento final da alvenaria, reduzindo substancialmente a extensão e o custo das limpezas finais.

Desaconselha-se em absoluto a utilização de esponjas, panos ou materiais idênticos embebidos em água e passados sobre a alvenaria em movimentos circulares, o que tem normalmente como consequência alargar as zonas manchadas das alvenarias, por favorecer o aparecimento das "eflorescências de assentamento".

Em casos de assentamentos acabados com sujidade excessiva tem de ser feita uma limpeza adequada, de preferência sob recomendação do produtor dos tijolos face à vista e/ou do fornecedor dos produtos de limpeza.

Um assentamento de qualidade dispensará qualquer operação de limpeza final e um pano em tijolo face à vista construído de acordo com estas boas práticas terá um aspeto final esteticamente atraente e duradouro.

**Figura 77 – Aspecto de paramento após limpeza das juntas**

**Figura 78 – Paramento sem necessidade de limpeza suplementar**

No entanto, caso seja necessária uma limpeza final às fachadas esta deve ser realizada, tanto quanto possível, só com escova a seco na superfície do tijolo face à vista.

Em último recurso, para retirar argamassa, pode ser utilizada uma solução de ácido clorídrico comercial (ácido muriático), 1 parte de ácido para 15 de água.

Esta solução ácida deve ser colocada unicamente na superfície do tijolo face à vista, evitando as juntas.

No final, deve neutralizar-se o produto com bastante água corrente. Repetir a operação até obter os resultados pretendidos.

## Interrupções na execução das alvenarias

### Juntas de movimento/dilatação

As juntas de movimento/dilatação são essenciais para acomodar movimentos derivados da dilatação e contração dos diversos materiais, sem que ocorram fissuras nos panos construídos.

As juntas devem ter uma largura entre 10 a 20 mm, as quais deverão ser cheias e seladas para evitar a entrada de água e ficarem limpas, secas e com espessura constante.

A junta deve ser preenchida com cordão celular de poliestireno de diâmetro superior à largura dessa junta, o qual será introduzido até uma profundidade mínima de 20mm. Posteriormente a junta deve ser selada com silicone neutro resistente aos raios solares.

Para que não haja uma diminuição de resistência do pano de tijolo face à vista deve ser prevista a utilização de um sistema de ancoragem metálico com bainha plástica a cada 50cm.

**Figura 79 – Junta de dilatação vertical após colocação do cordão celular e selagem**

**Figura 80 – Exemplo de junta de dilatação vertical no cunhal**

### Ancoramento da parede exterior

Os grampos serão aplicados durante o levantamento da parede interior, ficando colocados na argamassa das juntas de assentamento dos tijolos.

Quando se levanta a parede exterior os grampos devem ser empurrados e imersos na argamassa da junta do tijolo face à vista. A parte mais baixa do grampo terá de ficar para o lado da parede exterior, para que eventuais condensações nunca entrem na parede interior.

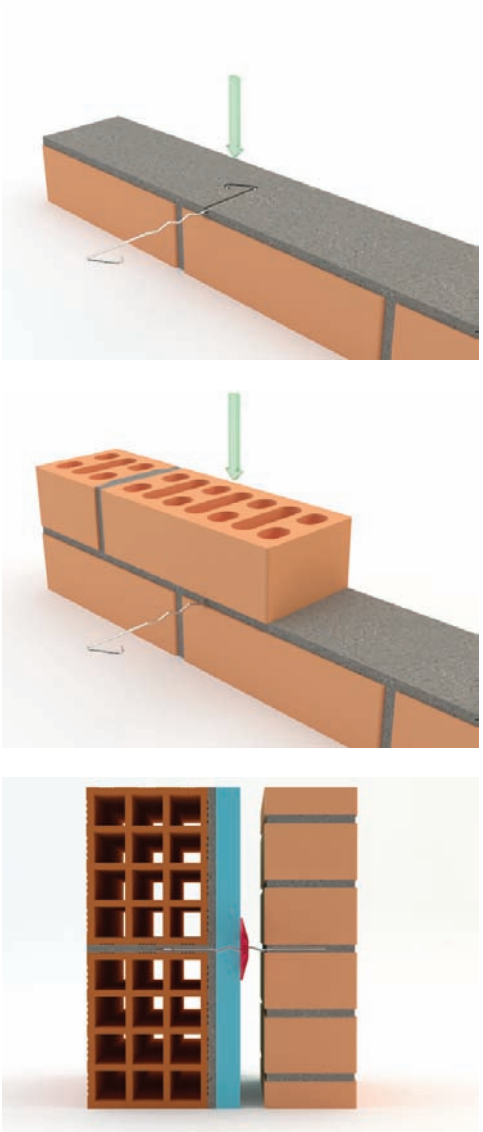


Figura 81 – Passos para a aplicação de grampos

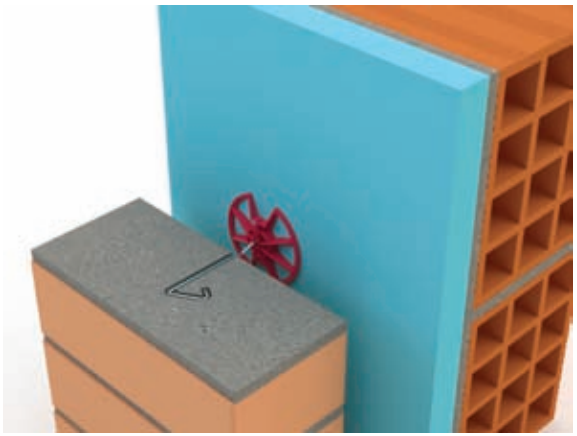


Figura 82 – Pormenor da fixação do grampo

## Caixa de ar

Para prevenir o aparecimento de humidade no interior da construção é importante a ventilação da caixa de ar.

Figura 83 – Pormenor da caixa de ar com isolamento de poliuretano projetado

**Figura 84 – Pormenor da caixa de ar com isolamento de cortiça**

## Fachadas ventiladas

Para melhorar o desempenho das fachadas relativamente à construção tradicional, foi desenvolvido o conceito de fachada ventilada, que tem como principais vantagens a melhoria do isolamento térmico, da estanquidade e da estabilidade. Este tipo de fachada apresenta vantagens evidentes na proteção dos edifícios contra os efeitos desfavoráveis dos agentes atmosféricos mais influentes no conforto humano: calor, frio, vento e chuva.

A imagem exterior de uma parede em fachada ventilada em tijolo face à vista é semelhante a uma parede autoportante, dado que os elementos estruturais estão ocultos. Uma fachada ventilada em tijolo face à vista é composta por:

- Parede exterior contínua em tijolo face à vista que não se apoia diretamente na estrutura do edifício;
- Caixa de ar ventilada e contínua em toda a fachada, cuja função é não permitir pontes de humidade do exterior para o interior e evacuar as condensações devido à sua ventilação, a sua espessura varia entre 4 e 8 cm;
- Isolante térmico que deve ser colocada sobre a parede interior;
- Parede interior que é apoiada diretamente na estrutura do edifício. Tem como objetivo garantir o fecho do espaço interior e servir de suporte à parede exterior à qual se encontra ligada por grampos e outros elementos metálicos.

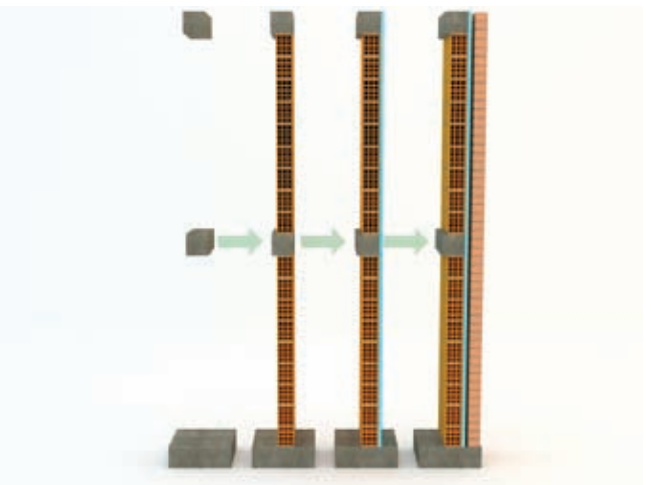


**Figura 85 – Fases de construção de uma fachada ventilada**

Com este tipo de acabamento são protegidas as paredes interiores da incidência das chuvas, libertando-as quase por completo do processo de secagem das humidades nelas infiltradas, processo físico que tem também por resultado a dissipação de energia calorífica, necessária à evaporação da água.

É sabido que a substância reconhecida como o melhor isolante térmico – natural ou artificial – é o ar, desde que esteja perfeitamente imóvel, com uma condutibilidade térmica de cerca de l = 0,02 W/m.K. Mas uma vez em movimento torna-se um excelente transportador de calor e é o responsável pelo arrefe-

cimento rápido dos edifícios no Inverno. Assim, o princípio das fachadas ventiladas assenta na manutenção de uma camada de ar com movimentação restringida no interior da fachada, cujo efeito contraria a convecção natural acelerada pela eventual incidência de vento. E no Verão essa camada amortece de forma sensível a incidência da radiação solar.

## Processo construtivo da fachada ventilada em tijolo face à vista

A primeira parede a construir é a interior, apoiada na estrutura, assim como a marcação das aberturas para portas e janelas. Seguidamente coloca-se o isolamento térmico que envolverá todo o edifício, protegendo também os elementos estruturais. Apenas os grampos devem ficar salientes do material isolante.

A estabilidade da parede exterior consegue-se através dos grampos que ligam à parede interior ou estrutura. O sistema de fixação empregado apenas permite o movimento da parede exterior no seu próprio plano. Devem ser utilizados no mínimo 5 grampos/m$^2$.

Por último, executa-se a parede exterior, evitando a queda de argamassa para a caixa de ar, utilizando uma régua de poliestireno no interior da caixa de ar que se vai puxando para cima à medida que se constrói o pano. O paramento da parede exterior não deve ter nenhuma ligação rígida com o edifício para que se possa deformar livremente.

De forma a prevenir a fissuração, a parede exterior deve ter juntas de movimento verticais de cerca de 20 mm a cada 10 m ou sempre que o contexto construtivo o justifique. As juntas podem ser de espuma de poliestireno e devem ter uma elasticidade de cerca de 20%.

A cada 6 m de altura a parede exterior deve ser interrompida e executada uma junta de dilatação horizontal. Acima da junta devem ser colocados suportes de alvenaria para que o pano superior da parede não exerça pressão sobre o pano inferior e fiquem independentes.

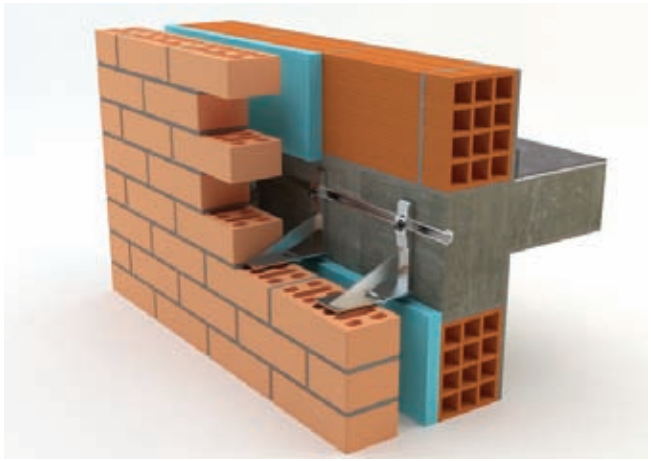


**Figura 86 – Corte esquemático da fachada ventilada em tijolo face à vista**

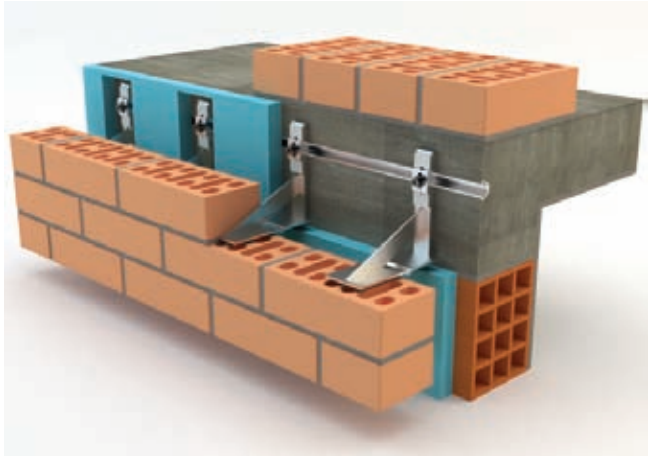


**Figura 87 – Exemplo de suporte para alvenaria**

## Recomendações para uma correta estanquidade

Para evitar que a humidade da parede exterior possa entrar na caixa de ar devem ser observadas as seguintes recomendações:

- Manter a caixa de ar limpa
- Colocação dos grampos inclinados para a parede exterior e com pingadeira

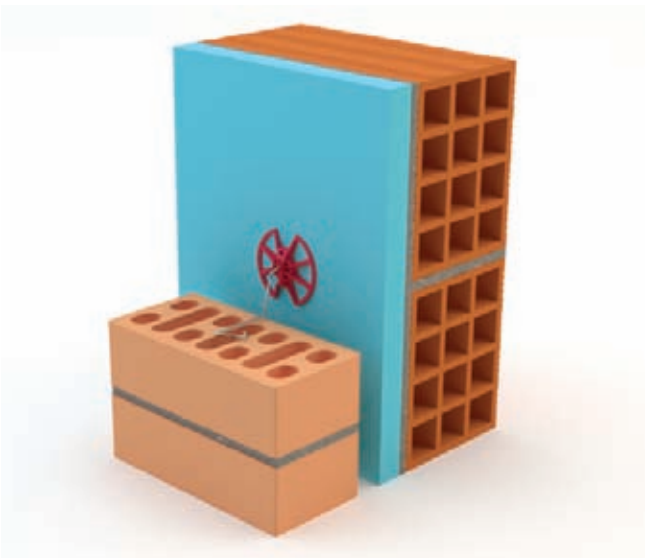


**Figura 88 – Colocação dos grampos inclinados para a parede exterior**

- Impermeabilizar a parte superior dos lintéis e caixas de estores
- Executar na parede exterior aberturas para que se faça a evacuação da água e a ventilação da caixa de ar.
- Desenhar cuidadosamente o rebordo da janela para conduzir a água da caixilharia para o exterior da fachada
- Proteger a parede interior com babadouros impermeáveis em todo o perímetro das aberturas.

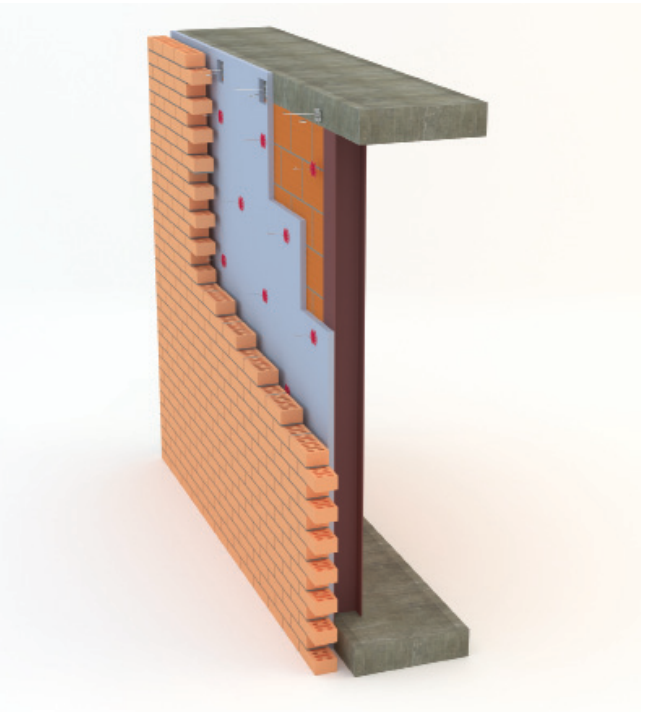


**Figura 89 – Colocação dos grampos para uma fachada ventilada**

# Prevenção das patologias em alvenarias

As patologias mais frequentes em alvenarias com tijolos face à vista relacionam-se com fissuração e ação da humidade.

## Fissuração em alvenarias

Pode verificar-se o aparecimento de fissuras nas alvenarias, com diversas designações:

- **Microfissuras**: de largura inferior a 0,2mm;
- **Fissuras**: com larguras variando entre 0,2 e 2mm;
- **Fendas**: de largura superior a 2mm.

Como possíveis causas para estas patologias podem referir-se:

- Retrações provocadas por secagem rápida dos materiais, execuções defeituosas, ações térmicas, ou deficiências estruturais do edifício;
- A inexistência de juntas de dilatação/movimento nas paredes de alvenaria com extensão considerável resulta frequentemente, em fenómenos de fissuração, esmagamentos localizados e destacamentos do revestimento. Estas fissurações são resultantes de movimentos naturais de expansão ou contração devidos a variações de teores de humidade ou de temperaturas, contrariados pela ausência ou inadequação das referidas juntas, originando tensões internas nas alvenarias, com maior expressão, em geral, na direção horizontal.
- Apoio deficiente das paredes para correção das pontes térmicas.
- Movimento de assentamento das fundações, e falta de resistência adequada dos lintéis superiores ou de arcos de descarga, que pode conduzir a esforços de flexão excessivos e fissuras verticais.
- Ausência/insuficiência de grampeamento das paredes duplas: estas paredes duplas são concebidas para funcionarem em conjunto, para melhoria dos seus desempenhos relativamente à estabilidade, ao comportamento térmico, à proteção contra a humidade, etc. Para isso, em termos mecânicos, é requerido um grampeamento entre os dois panos, com uma densidade de 5 grampos/m$^2$. Para que o grampeamento seja eficaz e não resulte noutras anomalias, os grampos devem apresentar resistência mecânica adequada, durabilidade e facilidade de fixação.

## Controlo da fissuração

Sempre que se verifique uma mudança de cota na base de assentamento de uma parede em tijolos face à vista, ou a meio de uma parede, quando surge uma descontinuidade de um dos lados, deve ser previsto logo no projeto:

- uma junta de movimento vertical ou horizontal ou um reforço das juntas de assentamento em argamassa com armaduras em várias fiadas consecutivas ou alternadas, ao longo das zonas críticas.
- o controlo da fissuração com recurso a armaduras, colocadas na argamassa das juntas, a cada 3 fiadas de tijolo nos cunhais em que não esteja prevista junta de dilatação ou de movimento. Serão dobradas a 90º sensivelmente ao meio ficando com cerca de 1,5 m para cada um dos lados do cunhal.
- processar o assentamento dos tijolos com uma argamassa elástica.

## Humidades

As humidades que podem afetar as alvenarias com tijolos face à vista são geralmente provenientes:

a) Do solo (eflorescências junto ao chão): quando estas paredes contactam com solos húmidos, de forma direta ou através de elementos construtivos porosos, pode ocorrer um fenómeno de ascensão capilar de água que se traduz na ascensão da humidade, que tem consequências conhecidas e de difícil solução:

- acumulação de sais visíveis na superfície da parede;
- degradação dos revestimentos numa faixa de altura variável, em geral, junto à base das paredes do piso térreo;
- manchas e até descolamento nos revestimentos interiores na faixa referida;
- deficiente execução da caixa de ar em paredes duplas. Uma das funções principais da caixa de ar é a proteção do interior da habitação contra a ação da água da chuva. Para cumprir a sua ação contra a humidade deve ter capacidade de drenagem das águas infiltradas e da condensação resultante da migração de vapor de água do interior para o exterior, através da parede. A ventilação da caixa de ar vai contribuir para a secagem das infiltrações nas paredes exteriores.

b) Por infiltração (manchas de água) de águas utilizadas na construção: esta patologia é quase sempre resultante de deficiente execução da caixa de ar.

## Tratamento de eventuais patologias

Este tratamento tem de assentar fundamentalmente na prevenção, logo na fase do projeto e concretizado na fase da construção, já que a definição de uma solução adequada exigiria a identificação prévia da causa da patologia. Essa prevenção requer:

a) o posicionamento e execução corretos das juntas necessárias e apropriadas;

b) em casos simples de fissuração motivada por exemplo, por retração, a solução seria a limpeza das fissuras e aplicação de produtos adequados disponíveis no mercado. Em casos mais graves poderá ser necessário o reforço da estrutura.

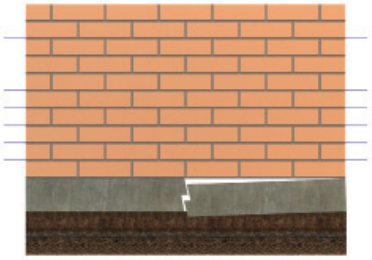
c) a drenagem eficaz das águas junto á parede e impermeabilização adequada da parede com produtos próprios.

d) a correta execução das paredes duplas.

As armaduras de reforço desempenham um papel relevante na resolução de alguns problemas particulares como os resultantes das seguintes situações:

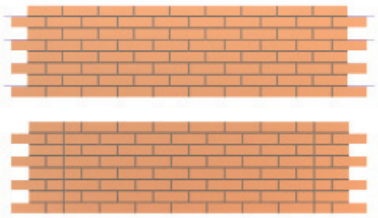
**1. Assentamentos diferenciais**

Com a aplicação de armaduras, podem-se minimizar os problemas que podem resultar da construção de muros sobre terrenos de compactação insuficiente ou irregular.



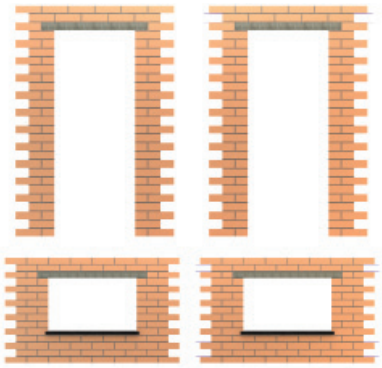
**2. Prevenção de fissuração em panos de grande comprimento**

Os movimentos devidos a dilatações e retrações estruturais podem provocar fissuras em panos de grandes dimensões. Para os contrariar, executam-se juntas de dilatação/movimento. Utilizando armaduras pode-se aumentar a distância entre as juntas de dilatação.



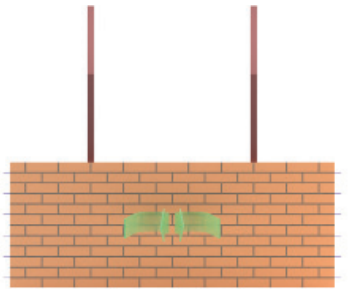
**3. Concentração de tensões**

As tensões que se formam no contorno das aberturas das alvenarias, podem ser absorvidas com a aplicação de armaduras nas duas fiadas imediatamente acima do lintel e, no caso de janelas, também nas duas fiadas alternadas abaixo do peitoril.



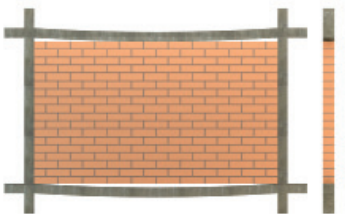
**4. Paredes sujeitas à ação do vento**

A espessura de panos de parede sujeitos a esforços horizontais por ação do vento pode ser reduzida utilizando armaduras em fiadas alternadas. Esta solução permite aumentar a distância entre os montantes armados e suprimir as cintas horizontais em betão.



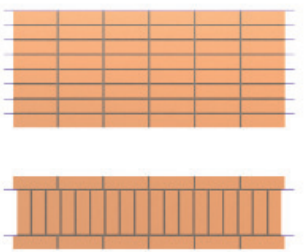
**5. Alvenarias sujeitas a deformação**

Os panos que servem de preenchimento do vão da estrutura, estão sujeitos a sofrerem fissuração pela deformação das lajes ou vigas onde estão apoiados. Pode ser aconselhável desligar o pano de parede da superfície de apoio e aplicar armaduras.



6. **Alvenarias especiais**

Os trabalhos em alvenaria sem juntas contra fiadas, com juntas verticais não preenchidas, os que são para ficar à vista e os que utilizam combinações de diferentes materiais, têm efeito estético especial. Este tipo de aplicação deve ser reforçado com armaduras distanciadas 25 cm.

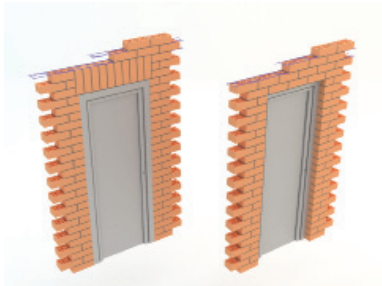


**7. Cintas de travamento e distribuição**

As cintas de travamento e distribuição de cargas no coroamento dos panos de parede, podem ser substituídas por armaduras. As cintas podem ser realizadas aplicando armaduras em 4 juntas consecutivas abaixo da zona a carregar.

**8. Lintéis em alvenaria aparente**

Utilizando armaduras em duas fiadas consecutivas imediatamente acima da abertura, fixadas com grampos nas juntas verticais entre elementos, podemos realizar o lintel com o mesmo aspeto final da restante parede.

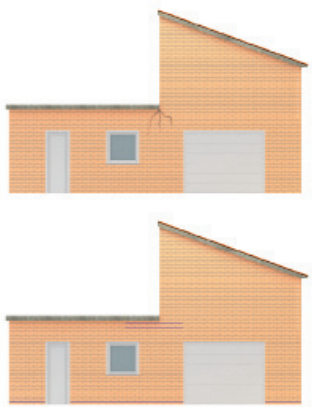


**9. Tímpanos e outras paredes que suportam coberturas**

As fissuras a que estão sujeitas as paredes resistentes que suportam coberturas, podem ser evitadas utilizando armaduras em fiadas alternadas, afastadas de 40cm.

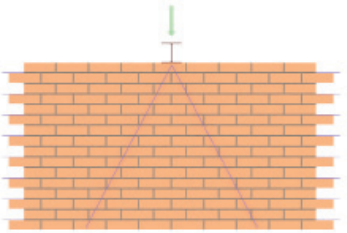
**10. Mudanças bruscas de alçados e de solicitações**

Em locais onde se verificam alterações na altura dos panos, assim como nas cargas a que estão sujeitos, é possível o aparecimento de fissuras, devidas à diferença da tensão de compressão. É possível minimizar este efeito aplicando armaduras nas fiadas adjacentes.



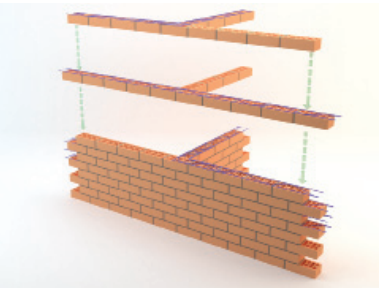
**11. Cargas concentradas**

As zonas de concentrações de cargas originam tensões de tração e formação de fissuras nos panos. De acordo com a importância da carga, recomenda-se a aplicação de armaduras nas 3 - 5 fiadas inferiores consecutivas. Deve ser verificada a capacidade dos tijolos utilizados suportarem as cargas pontuais.



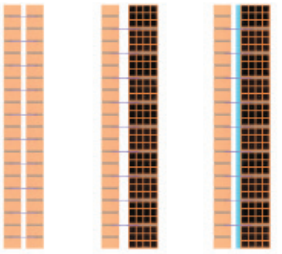
**12. Cunhais e ligação de panos de paredes em "T"**

As ligações de panos de paredes e muros podem estar associadas a concentração de tensões e formação de fissuras. As armaduras absorvem estas tensões de uma forma eficaz devendo ser aplicadas em todas as fiadas, nas zonas de mudança de direção.



**13. Paredes duplas e compostas**

Ligando dois panos de uma parede dupla com armaduras, estes podem ser consideradas como um só. As aplicações típicas são paredes duplas à vista pelas duas faces; paredes duplas que servem como peitoris de coberturas; paredes duplas, com caixa de ar, sujeitas a acções horizontais e lintéis não aparentes em paredes duplas.



# 2. Pavers

## Caraterização dos pavers Vale da Gândara

Os pavers produzidos pela Cerâmica Vale da Gândara apresentam, de um modo geral, a forma paralelepipédica própria dos tijolos maciços mas com diferentes caraterísticas, que são ditadas pelas qualidades evidenciadas pelas matérias-primas e pelo seu ciclo de cozedura, no qual se realiza a sua gresificação, que os torna adequados para revestimento de todos os tipos de pavimentos, desde passeios, praças, jardins e ruas pedonais, até vias destinadas a condições de utilização severas, por exemplo, para circulação de veículos pesados.

**Figura 90 – Gama de pavers cerâmicos**

**Figura 91 – Exemplos de aplicação de pavers cerâmicos**

São produzidos vários tipos de pavers diferentes, entre os **maciços** e os **perfurados**, em que as perfurações podem visar objetivos diferentes:

**a) Paver de jardim para arrelvamento e baixa impermeabilização do solo**

É especialmente indicado para arranjos paisagísticos em que se pretenda uma grande interligação com a natureza, e onde as soluções tradicionais não são permitidas ou devem ser evitadas devido ao elevado grau de impermeabilização do solo que provocam.

**Figura 92 – Paver de jardim**

As perfurações no paver, que representam cerca de 40% da sua área, podem ser preenchidas com relva, proporcionando um escoamento eficaz das águas e resultando numa solução mais sustentável e esteticamente mais aprazível.

Vocacionado para pavimentações exteriores pedestres e/ou para veículos ligeiros com aplicação flexível em base permeável (indicado para jardins, parques de estacionamento, arruamentos de jardins, caminhos pedonais, etc.)

Figura 93 – Parque de estacionamento do Metro do Porto

Este tipo de paver pretende ser a resposta adequada a quem pretende uma menor impermeabilização do solo e deste modo garantir um maior respeito pelo ciclo da água.

**b) Escoamento de águas**

O paver com perfurações destina-se à à drenagem de águas pluviais ou às bordaduras de zonas relvadas, podendo ser utilizado em tráfego pedonal e de veículos.

Figura 94 – Paver drenante

É um bloco cerâmico gresificado perfurado, destinado a pavimentações exteriores com aplicação sobre base permeável, com elevada resistência mecânica, durabilidade e resistência ao escorregamento e à abrasão, apresentando cerca de 11% de área de escoamento de águas.

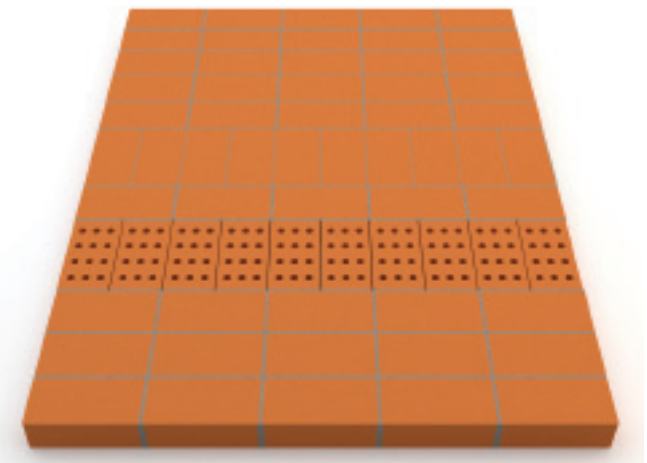


Figura 95 – Aplicação de paver drenante

## Vantagens do paver cerâmico

Os materiais cerâmicos são utilizados desde a antiguidade para pavimentar caminhos, e com o passar do tempo têm ocupado um espaço importante nos ambientes urbanos de todo o mundo. As principais vantagens na utilização do paver cerâmico são:

**1. Durabilidade e permanência de cor**

A durabilidade distingue o paver cerâmico dos outros materiais. O facto da pasta cerâmica ser natural ou corada antes do processo de cozedura, garante que a cor não se altera por ação dos agentes atmosféricos ou pelo uso. Uma prestação importante que conjuga a duração com a variedade de cores e formas disponíveis.

**2. Possibilidades estéticas**

Os diferentes formatos e cores geram uma grande variedade de combinações e formas geométricas que convertem o pavimento numa superfície atraente e singular, totalmente integrada na paisagem urbana.

**3. Qualidades físicas**

A resistência mecânica dos pavers cerâmicos permite resistir a cargas significativas que provocariam danos em outros pavimentos.

A sua elevada resistência ao desgaste permite obter melhores resultados que outros pavimentos com espessura superior, traduzindo-se num menor peso das peças e um maior rendimento na sua colocação.

Em contraste com o que acontece com outros materiais, a ação da maioria dos agentes externos não altera a sua estrutura nem danifica a sua composição.

Os pavimentos em paver cerâmico não se deformam com a ação das temperaturas altas, nem com o gelo, podendo utilizar-se em lugares com grandes amplitudes térmicas, assim como em ambientes muito húmidos.

A sua elevada resistência ao escorregamento confere segurança adicional à circulação.

**Figura 96 – Pavimentação flexível**

**4. Manutenção económica**

Este pavimento requer níveis de manutenção mínimos, destacando-se a sua fácil conservação, que se limita a eliminar a possível ocorrência de vegetação nas juntas e ao preenchimento destas.

**5. Facilidade nas reparações**

As peças podem ser levantadas sem danos e reutilizadas novamente. Esta caraterística é de grande utilidade em passeios, estradas, praças, permitindo trabalhos no sub-solo, podendo voltar-se a utilizar novamente os mesmos pavers cerâmicos. Existe uma poupança real e significativa nos custos das reparações.

Em caso de dano em algum paver cerâmico, pode-se substituir a peça sem ter que intervir em todo o pavimento, mantendo o seu aspeto inalterado.

**6. Facilidade de execução**

A facilidade de execução é evidenciada pela possibilidade de recurso a pessoal com conhecimentos mínimos na utilização deste tipo de materiais.

A temperatura ambiente não afeta a execução do pavimento, evitando esperas desnecessárias em obra.

Em comparação com outros pavimentos, este tipo de material permite o seu uso imediato, o que torna possível que acabada a sua aplicação, peões e veículos possam circular sobre ele.

**7. Vida útil**

Com uma vida útil superior à generalidade dos pavimentos, o paver cerâmico conserva a cor e aspeto original, mantendo a sua beleza.

**Figura 97 - Parque Vale das Flores - Coimbra**

**8. Custo**

Os pavimentos em paver cerâmico são um investimento rentável e duradouro

A durabilidade, facilidade de colocação, reparação e reutilização diferenciam o paver cerâmico e convertem-no num material com uma relação ótima custo-benefício.

### 9. Qualidade

Durante e após o processo de fabrico do paver cerâmico este é submetido a estritos controlos de qualidade que asseguram um produto de altas prestações. Desta forma, garante-se que os produtos saídos da fábrica cumprem normas de qualidade internacionalmente aceites.

**Figura 98 – Parque Vale das Flores – Coimbra**

### 10. Impacto ambiental

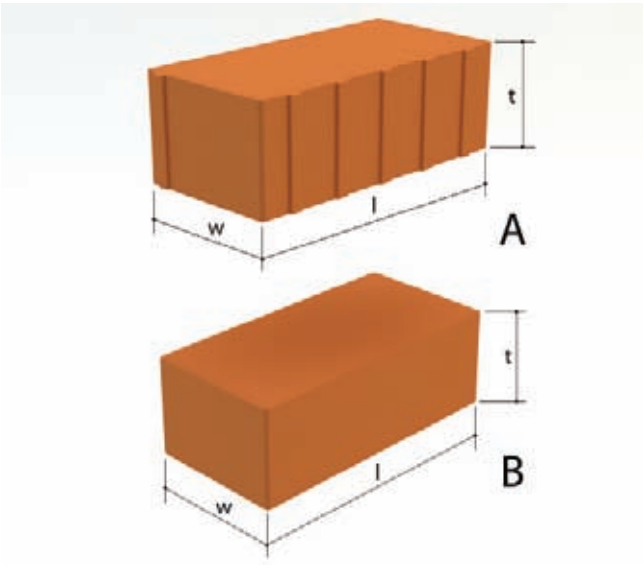
O paver cerâmico é um material sustentável porque:

- as argilas que utiliza são naturais e abundantes no meio envolvente, próximo do local de fabrico,
- o seu processo de produção recorre às tecnologias mais eficientes consumindo o mínimo de energia possível,
- não contamina o meio ambiente, visto tratar-se de um material inerte,
- a durabilidade e a possibilidade de reutilização permitem eliminar desperdícios de recursos, tornando-o um material ecológico.

**Figura 99 – Parque Vale das Flores – Coimbra**

## A Norma NP EN 1344

Para estes produtos a norma **NP EN 1344 – Blocos cerâmicos para pavimento – Especificações e métodos de ensaio** aponta caraterísticas e classes de desempenho avaliadas segundo métodos de ensaio apresentados nos seus anexos normativos. É aplicável para a marcação CE destes produtos e para a avaliação da conformidade dos produtos com esta Norma Europeia.




**Legenda**

A – Paver para aplicação em pavimentos flexíveis (com espaçadores)
B – Paver para aplicação em pavimentos rígidos e flexíveis

**Figura 100 – Dimensões de blocos cerâmicos maciços (pavers) para pavimento**

Os pavers da Cerâmica Vale da Gândara satisfazem os seguintes requisitos da NP EN 1344:

- **tolerâncias dimensionais:** para cada valor médio de cada dimensão ***w***, ***l*** ou ***t*** (ver Figura 100) a diferença para a dimensão de trabalho declarada não é maior que $0{,}4\sqrt{d}$, em que ***d*** é a dimensão de trabalho em milímetros.
- **amplitude:** diferença entre a máxima e a mínima medição de uma dada dimensão medida, é declarada por referência a uma das duas classes apresentadas no Quadro 9.
- **resistência ao gelo/degelo:** cumprem os critérios relevantes dados no método de ensaio do Anexo C da NP EN 1344 e são classificados de acordo com o Quadro 9.

**Nota:** As caraterísticas de resistência ao gelo/degelo dos blocos cerâmicos para pavimento FP100 não são afetadas pelos sais anti-congelantes vulgarmente utilizados.

- **carga de rutura transversal:** para cada uma das orientações em que os blocos podem ser utilizados (superfícies de desgaste para cima) é dada no Quadro 9 o valor médio e o valor individual mínimo da carga de rutura transversal, com a classificação correspondente.
- **resistência à abrasão:** o volume médio desgastado numa amostra de cinco blocos, obtido com duas medições em cada bloco, não excede o valor apropriado dado no Quadro 9.
- **resistência ao escorregamento/deslizamento:** desde que a sua superfície de desgaste não tenha sido retificada e/ou polida, ou trabalhada de forma a produzir uma superfície lisa, esta resistência está assegurada nos pavers Cerâmica Vale da Gândara.

- **comportamento ao fogo**
  - **reação ao fogo:** os pavers são da "Classe A1" de reação ao fogo sem necessidade de ensaio (Decisão da Comissão 96/603/EC);
  - **comportamento ao fogo exterior:** os pavers são considerados como satisfazendo os requisitos para o comportamento ao fogo exterior sem necessidade de ensaio (Decisão da Comissão 2000/553/EC).
- **resistência aos ácidos:** os pavers são considerados resistentes aos ataques ácidos resultantes de derramamento de ácido em áreas de passagem, já que a sua perda em massa G não excede 7 % - "Classe C".

**Quadro 9 – Caraterísticas dos pavers em conformidade com a NP EN 1344**

| Caraterísticas | Valores | | Classes |
|---|---|---|---|
| Desvio ao valor nominal (mm) | ≤ 0,4 x √d | | |
| Amplitude (mm) | Sem determinação | | R0 |
| | 0,6 x √d | | R1 |
| Resistência ao gelo | Sem determinação | | F0 |
| | Resistente ao gelo/degelo | | FP100 |
| Carga de ruptura transversal (N/mm²) | Valor médio | Valor individual mínimo | |
| | Sem determinação | Sem determinação | T0 |
| | ≥ 30 | ≥ 15 | T1 |
| | ≥ 30 | ≥ 24 | T2 |
| | ≥ 80 | ≥ 50 | T3 |
| | ≥ 80 | ≥ 64 | T4 |
| Resistência à abrasão (mm³) | ≤ 2100 | | A1 |
| | ≤ 1100 | | A2 |
| | ≤ 450 | | A3 |
| Resistência ao escorregamento/deslizamento (*) de blocos sem polimento (USRV) | Sem determinação | | U0 |
| | 35 | | U1 |
| | 45 | | U2 |
| | 55 | | U3 |
| Resistência aos ácidos | ≤ 7 % | | C |

(*) A resistência dos pavers ao escorregamento está relacionada com as condições de falta de aderência ao pavimento experimentadas por pessoas caminhando sobre esse pavimento, enquanto a resistência dos pavers ao deslizamento está relacionada com as condições de falta de aderência ao pavimento experimentadas por veículos que transitem sobre esse pavimento.

## Conceção e projeto de pavimentos

Nesta fase é decidido o tipo de pavimentação a instalar, tendo em conta a principal utilização prevista para o pavimento. Basicamente, a escolha é feita entre os tipos de aplicação, referidos a seguir.

### Tipos de aplicação

Os requisitos a exigir aos blocos cerâmicos para pavimentação – designados por pavers – e também a acessórios cerâmicos complementares, reportam-se aos tipos comuns de aplicação e que genericamente assumem as formas de:

**aplicação flexível**: pavers aplicados em camada de areia aplicada sobre uma camada de agregados, com juntas estreitas preenchidas com areia mais fina, com compactação no final, ficando sujeitos a tráfegos pedestres e de veículos:

- Circulação pedonal (residencial e não residencial) e de veículos ligeiros (pequenas cargas e velocidades limitadas);
- Circulação de veículos pesados (grandes cargas, velocidades médias.

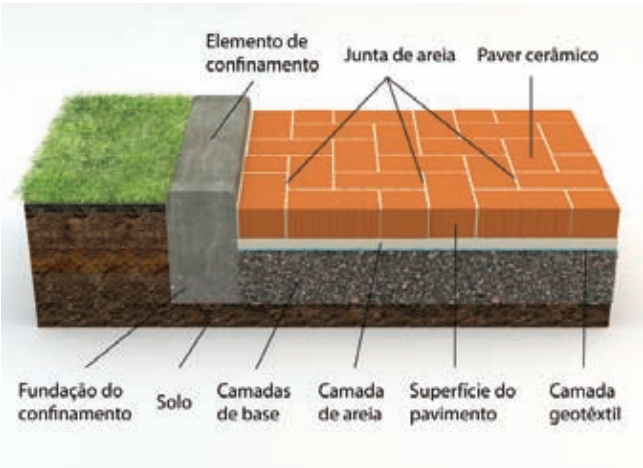



Figura 101 – Constituição de uma pavimentação flexível

**aplicação rígida:** pavers aplicados em camada de argamassa de cimento, aplicada sobre uma base rígida, que pode ser pré-existente (por exemplo, piso lajeado ou asfaltado), com juntas de argamassa de cimento, destinados a tráfegos de pessoas e viaturas.

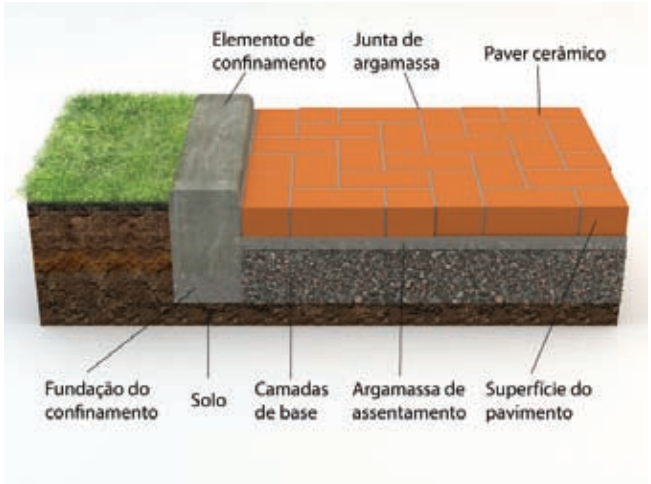



Figura 102 – Constituição de uma pavimentação rígida

Deve-se usar pavimento rígido sempre que haja:

a) Pavimentos com inclinação superior a 9%.

b) Zonas de projeção contínua de água, lavagem de veículos, duches, bordaduras de piscinas, indústrias com lavagens frequentes do pavimento, etc.

c) A procura do efeito de junta larga, ou devido a outras condicionantes do projeto.

Após a decisão do projetista sobre o tipo de pavimento a instalar, há que tomar em conta outros fatores que podem assim ser enumerados:

- **Cor:** Os pavers cerâmicos apresentam naturalmente ligeiras variações de cor, dentro de cada tonalidade. Assim, na sua aplicação em áreas extensas é natural que se notem variações de umas zonas para outras. É conveniente estabelecer logo na fase de projeto os limites aceitáveis para essa variabilidade, por fixação de um padrão em obra.
- **Acabamento dos bordos dos pavers:** os bordos podem ser em ângulo reto ou biselados, em função da sua utilização final. A definição prévia deste tipo de acabamentos é garantia da uniformidade estética da pavimentação no final da obra.

Figura 103 – Acabamentos dos bordos nos pavers

- **Resistência ao escorregamento e ao deslizamento:** a superfície de desgaste dos pavers pode ser produzida com uma rugosidade acrescida, melhorando as suas capacidades de resistência ao escorregamento de pessoas e de cargas ou veículos.
- **Inclinação:** estes pavimentos podem ser projetados com uma ligeira inclinação para assegurar melhores condições de drenagem de águas, por exemplo pluviais, em vias pedonais, para veículos, em terraços, etc. São comuns inclinações mínimas de 2 %, sendo possíveis outras superiores desde que consideradas no projeto.

## Padrões de assentamento

Existem variadas possibilidades de combinação dos pavers para formarem diferentes desenhos com as arestas. Estes padrões podem ser combinados com variantes de cor e de texturas para se obterem efeitos estéticos que valorizam o pavimento e permitem transições, remates e ligações a outras edificações existentes no mesmo local. Outro aspeto a considerar em determinados tipos de assentamentos é a obtenção para o pavimento de outras propriedades de maior valor, por exemplo, poderem suportar maiores cargas, incluindo o trânsito de veículos.

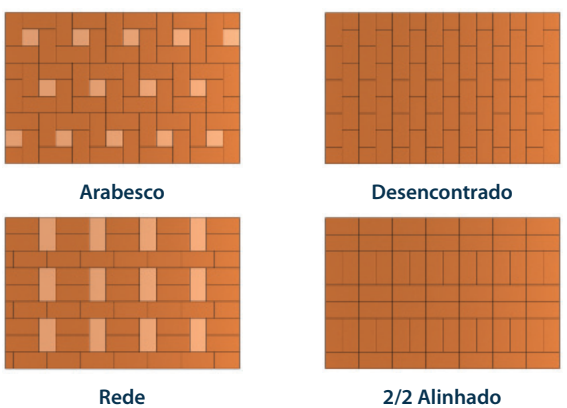
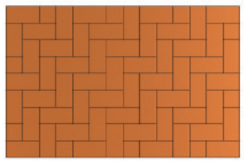



Figura 104 - Exemplos de padrões de assentamento

Para o caso de tráfego rodoviário são apenas aconselhadas as seguintes disposições:



Espinha de peixe a 90º

Espinha de peixe a 45º

**Figura 105 – Exemplos de padrões de assentamento para tráfego rodoviário**

## Dimensionamento do pavimento

### Caraterização do solo

Para a caraterização mecânica do solo é normal o recurso ao ensaio CBR (California Bearing Ratio), que permite estimar a capacidade de suporte do solo, um fator básico para o dimensionamento da fundação do pavimento.

Um maior índice CBR corresponde uma maior capacidade de suporte do solo.

Neste método, o valor mínimo admitido de CBR para um solo será de 5, para valores inferiores serão necessárias ações de melhoria das condições do solo (estabilização com cimento, substituição parcial do solo, etc.).

São definidos 3 categorias de solo segundo o seu CBR mínimo:

**Quadro 10 – Classificação dos solos**

| Categoria do solo | |
|---|---|
| E1 | 5<CBR<10 |
| E2 | 10<CBR<20 |
| E3 | CBR>20 |

### Caraterização do tráfego rodoviário

A intensidade do tráfego diário, em especial do tráfego pesado, é fundamental para o dimensionamento da fundação do pavimento.

O tráfego de projeto baseia-se na intensidade média diária de veículos pesados durante o ano em que será colocado em serviço o pavimento.

São estabelecidas 5 categorias de tráfego de projeto:

**Quadro 11 – Classificação do tráfego**

| Categoria do tráfego | Tráfego de projeto |
|---|---|
| T0 | 50 – 150 |
| T1 | 25 – 49 |
| T2 | 15 – 24 |
| T3 | 5 – 14 |
| T4 | 0 – 4 |

Em caso de não haver dados em número suficiente, costuma ser estabelecida uma relação entre a categoria do tráfego e a utilização do pavimento.

**Quadro 12 – Classificação expedita do tráfego**

| Categoria do tráfego | Tráfego de projeto |
|---|---|
| T0 | Avenidas ou ruas urbanas principais até 150 veículos pesados diariamente. Centrais de camionagem. Estações de serviço. |
| T1 | Artérias principais até 49 veículos pesados diários |
| T2 | Ruas comerciais com transportes públicos e mais de 6 metros de largura. |
| T3 | Ruas comerciais sem trânsito de transportes públicos e mais de 6 metros de largura |
| T4 | Ruas e áreas pedonais com acesso só para veículos ligeiros. Ruas residenciais. Ruas com largura inferior a 6 metros, sem tráfego comercial. |

## Dimensionamento da fundação do pavimento

O método simplificado de cálculo do dimensionamento da fundação do pavimento baseia-se na intensidade do tráfego e na capacidade de suporte do solo (CBR).

Para cada combinação de categoria de tráfego e categoria de solo, são dadas várias secções possíveis, das quais há que escolher em cada caso concreto a mais adequada em função das considerações técnicas e económicas.

As espessuras indicadas são apresentadas em *cm* e devem ser entendidas como mínimas em qualquer ponto do pavimento, pelo que a espessura média de cada camada deverá ser em geral 3 *cm* ou mais. Dependendo do tipo de aplicação do pavimento, flexível ou rígida, utiliza-se o quadro correspondente.

**Quadro 13 – Dimensionamento da pavimentação flexível**

| Pavimentação flexível | | Categoria do solo | | |
|---|---|---|---|---|
| | | E1 (5<CBR<10) | E2 (10<CBR<20) | E3 (20<CBR) |
| Tráfego | **T0** (50-150) | Paver+Areia | Paver+Areia | Paver+Areia |
| | | 25 Tout-venant | 20 Tout-venant | 25 Tout-venant |
| | | 25 Base granular | 25 Base granular | |
| | | Solo | Solo | Solo |
| | **T1** (25-49) | Paver+Areia | Paver+Areia | Paver+Areia |
| | | 20 Tout-venant | 15 Tout-venant | 20 Tout-venant |
| | | 20 Base granular | 15 Base granular | |
| | | Solo | Solo | Solo |
| | **T2** (15-24) | Paver+Areia | Paver+Areia | Paver+Areia |
| | | 35 Base granular | 25 Base granular | 20 Base granular |
| | | Solo | Solo | Solo |
| | **T3** (5-14) | Paver+Areia | Paver+Areia | Paver+Areia |
| | | 30 Base granular | 15 Base granular | 15 Base granular |
| | | Solo | Solo | Solo |
| | **T4** (0-4) | Paver+Areia | Paver+Areia | Paver+Areia |
| | | 20 Base granular | 15 Base granular | 15 Base granular |
| | | Solo | Solo | Solo |

**Quadro 14 – Dimensionamento da pavimentação rígida**

| Pavimentação rígida | | Categoria do solo | | |
|---|---|---|---|---|
| | | E1 (5<CBR<10) | E2 (10<CBR<20) | E3 (20<CBR) |
| Tráfego | **T0** (50-150) | Paver+Argamassa magra | Paver+Argamassa magra | Paver+Argamassa magra |
| | | 15 Argamassa magra | 15 Argamassa magra | 20 Argamassa magra |
| | | 25 Base granular | 25 Base granular | |
| | | Solo | Solo | Solo |
| | **T1** (25-49) | Paver+Argamassa magra | Paver+Argamassa magra | Paver+Argamassa magra |
| | | 15 Argaqmassa magra | 15 Argamassa magra | 18 Argamassa magra |
| | | 20 Base granular | 15 Base granular | |
| | | Solo | Solo | Solo |
| | **T2** (15-24) | Paver+Argamassa magra | Paver+Argamassa magra | Paver+Argamassa magra |
| | | 20 Argamassa magra | 18 Argamassa magra | 15 Argamassa magra |
| | | Solo | Solo | Solo |
| | **T3** (5-14) | Paver+Argamassa magra | Paver+Argamassa magra | Paver+Argamassa magra |
| | | 18 Argamassa magra | 15 Argamassa magra | 12 Argamassa magra |
| | | Solo | Solo | Solo |
| | **T4** (0-4) | Paver+Argamassa magra | Paver+Argamassa magra | Paver+Argamassa magra |
| | | 15 Argamassa magra | 10 Argamassa magra | 10 Argamassa magra |
| | | Solo | Solo | Solo |

# Colocação de pavers cerâmicos

## Pavimento flexível

As pavimentações flexíveis apresentam inúmeras vantagens:

- A durabilidade maior devida à flexibilidade;
- A redução dos custos pela utilização da areia e não de argamassas, reduzindo a mão de obra necessária;
- A não impermeabilidade da pavimentação, permitindo uma boa drenagem da água;
- As juntas de dilatação tornam-se desnecessárias;
- A facilidade das intervenções neste tipo de pavimentos, quer no seu levantamento, quer na sua reposição;
- A facilidade das reparações de outros tipos de pavimentos pré-existentes, com disponibilidade imediata do novo pavimento com pavers

A colocação de paver cerâmico em pavimento flexível segue um esquema geral em seis etapas:

**1. Preparação do terreno**

O solo sobre o qual vai ser colocado o pavimento deve ser compactado para que fique o mais plano e firme possível.

**2. Confinamento**

O confinamento garante que os pavers ficam fixos e não se deslocam por ação do tráfego.

O elemento de confinamento deve ser colocado de modo a que fique ligeiramente mais alto do que o nível final do pavimento. Deve estar bastante firme, e cerca de 10 cm abaixo do nível dos pavers, para não existir o risco de movimentação das peças e consequentes choques geradores de quebras.

Figura 106 – Preparação do terreno

Figura 107 – Confinamento do pavimento

### 3. Fundação

Na fundação deve ser colocada a altura calculada de materiais especificados no dimensionamento do pavimento.

Os materiais utilizados na fundação não devem ser plásticos (como por exemplo, argilas), ter contaminantes capazes de produzir eflorescências (como por exemplo, sulfatos, carbonatos, sal, etc.), ter matéria orgânica ou conter materiais estranhos.

Deve ser utilizada uma placa vibratória para compactar esta camada da fundação, e esta deve ficar lisa.

Figura 108 – Fundação do pavimento

### 4. Instalação da base de areia

Sobre a fundação devem ser colocados dois calibres paralelos de altura igual à da camada de areia recomendada (3 cm), e o espaço entre eles deve ser preenchido com areia até essa altura. Colocar um perfil alisador sobre os calibres e retirar a areia em excesso. Utilizar areia bem lavada com granulometria 0,4-5mm. Esta camada deve ser compactada com cilindro ou placa vibratória.

Figura 109 – Instalação da base de areia

### 5. Colocação dos pavers

O assentador deve estar sempre em cima do paver e nunca do lado da areia.

A junta deve ter entre 3 a 5mm e os pavers nunca deverão ficar em contacto uns com os outros.

Devem ser utilizados pavers provenientes de várias paletes, e de cada palete devem ser retirados na vertical.

A colocação dos pavers deve ser iniciada a partir de um canto da área a pavimentar.

Figura 110 – Alinhamento da frente de colocação

A cada metro de paver assente deve ser colocado um fio na frente de assentamento para verificar o alinhamento: caso haja alguma diferença devem ser ligeiramente abertas as juntas entre pavers até que a frente da colocação fique alinhada.

Para realizar os remates da colocação os pavers devem ser cortados ao comprimento necessário com uma máquina de disco diamantado, refrigerado com água.

**Figura 111 – Corte de paver**

A obra acabada deve ser inspeccionada e, quando necessário, devem ser feitos os ajustamentos necessários na altura do paver e alinhamento das juntas.

**6. Acabamento**

Deve ser espalhada areia lavada, seca, com granulometria 0-2 mm, sobre os pavers colocados e em seguida varrida para que a areia penetre nas juntas. Deve ser utilizada uma placa vibratória ou um cilindro revestido a borracha (força útil de 50 kN/m$^2$ e frequência de 60 Hz).

As operações anteriores devem ser repetidas até que as juntas fiquem totalmente preenchidas e colmatadas.

**Figura 112 – Acabamento do pavimento com areia e água**

No final, o pavimento deve ser molhado com água em chuveiro, para aumentar a compactação das juntas.

## Pavimento rígido

Os pavers são aplicados sobre uma base sólida em argamassa (betonilha, laje em betão, maciço de pedra, etc.), sendo as juntas igualmente preenchidas com argamassa adequada.

Como exemplos de utilização podem ser referidas:

- em pavimentos com pendente superior a 9º;
- as coberturas de instalações em terraços acessíveis, onde interessa garantir a impermeabilidade do conjunto;
- os pavimentos onde é importante assegurar uma boa resistência ao escorregamento das pessoas e o deslizamento de veículos (instalações industriais, câmaras frigoríficas, mercados, etc., onde ocorrem repetidas operações de limpeza e lavagem dos pavimentos);

- vias em condições de chuva e até de gelo, por vezes com circulações de veículos e movimentações de cargas que são perfeitamente suportadas pelos pavers cerâmicos, mediante a sua correta instalação, por exemplo em rampas;
- em zonas onde se prevejam projecções contínuas de água (lavagem de veículos, bordaduras de piscinas e zonas de duche, etc.)

A colocação de paver cerâmico em pavimento rígido segue um esquema geral em seis etapas:

**Figura 113 – Pormenor do suporte**

**1. Preparação do suporte**

São válidas as indicações apresentadas no caso do pavimento flexível no que respeita à sub-base e base de aplicação.

**2. Confinamento**

Aconselha-se vivamente a utilização de elementos de confinamento em aplicação rígida, pelo que devem ser seguidas as indicações apresentadas para o caso do pavimento flexível.

**Figura 114 – Confinamento através do rebaixamento do pavimento pré-existente**

**3. Fundação**

Na fundação deve ser colocada a altura de materiais calculados no dimensionamento do pavimento (ver Quadro 14).

Será executada em betonilha (traço 1:3), cuja secção será definida em função das cargas previstas, podendo ou não receber uma armadura metálica para repartição das cargas, sempre que o projetista a considere necessária.

Figura 115 – Fundação para os pavers com betonilha

Na pavimentação rígida é aconselhável assentar pavers sem batentes de separação, que interromperiam as juntas de argamassa. Estas juntas devem ir de um mínimo de 8 mm a 10 mm. Em todo o perímetro da área a pavimentar devem ser previstas juntas de dilatação sempre que as dimensões dos lados excedam os 5 metros, repetindo-a a cada 5 metros. Deve-se procurar obter a coincidência entre as juntas do pavimento e as da base

**4. Instalação da base**

Sobre a base da betonilha deve ser estendida uma camada de argamassa (traço 1:3 ou 1:1/4:3 caso seja utilizada cal), com espessura de 3 cm, apresentando consistência dura (semi-seca).

Figura 116 – Pormenor da base

**5. Colocação dos pavers**

O assentador deve retirar os pavers a aplicar de várias paletes em simultâneo, desmontando-as em camadas verticais para compensar eventuais variações de tom e/ou de dimensões.

Colocar os pavers separados com uma junta de 6 a 10mm, sem esquecer o enchimento das juntas de dilatação com material elástico a toda a altura do paver.

Para o assentamento dos pavers sobre a argamassa devem ser utilizados maços de borracha e réguas de alumínio, com as quais se irão igualando as peças de cada pano.

Deve ser verificado o alinhamento e nivelamento do paver a cada metro de assentamento.

Figura 117 – Colocação dos pavers sobre a base

Figura 118 – Verificação do alinhamento do pavimento

**Nota:** Deve ser feito um ensaio em obra antes do assentamento definitivo do paver para verificar as reais dimensões do material e das juntas entre pavers, de modo a evitar cortes desnecessários de peças e para marcar eixos e guias de nível que marcarão os alinhamentos ao aplicador.

### 6. Acabamento

Uma vez colocados os pavers (alinhados e nivelados) inicia-se o enchimento das juntas com uma argamassa idêntica à de assentamento mas de consistência mais branda. Recomenda-se a utilização de colheres próprias para evitar sujar os pavers, limpando de imediato as manchas de cimento à medida que decorre o enchimento das juntas, evitando sujar a superfície do paver.

Se for requerido o isolamento das juntas contra humidades deve ser aplicada uma argamassa do mesmo tipo (fina e aquosa), hidrofugada e eventualmente pigmentada à cor do paver ou próxima.

No caso particular da pavimentação rígida, se for prevenida a sujidade na superfície de trabalho, o processo de limpeza final é facilitado ou mesmo desnecessário, diminuindo assim os custos relativos a tempo de execução, produtos de limpeza, utilização de equipamentos e outros.

O risco da imagem da obra ficar esteticamente prejudicada diminui significativamente se atuarmos no plano preventivo.

Uma obra bem acabada conduz a uma maior valorização do trabalho efetuado e a uma maior satisfação do projetista e do cliente final.

## Prevenção de patologias dos pavimentos

As patologias mais comuns nos pavimentos em paver cerâmico estão quase sempre relacionadas com:

**Deslocamento de pavers**

Na pavimentação flexível, o deslocamento de peças podem dever-se às seguintes causas: confinamento deficiente do pavimento, juntas demasiado largas, ou ausência de areia nas juntas.

Quando o pavimento não está devidamente confinado, com o passar dos veículos e devido à tração destes, existe uma tendência para a deslocamento das peças. A largura das juntas deve ser de 3 a 5 mm, larguras superiores em pavimentos flexíveis podem ser fonte de problemas. Por fim, deve existir um especial cuidado na fase de acabamento para que a areia penetre em todo a altura da junta e impossibilite o deslocamento das peças. A areia que desapareça deve ser imediatamente reposta.

Figura 119 – Deslocamento de peças

**Condições deficientes da fundação**

Figura 120 – Abatimento do pavimento junto a caixa

As patologias relacionadas com assentamentos da fundação são mais comuns junto a pontos de descontinuidade tais como caixas, grelhas, etc. Deve ser assegurado que em todo o pavimento não há pontos de menor sustentação, passíveis de causar deformação no pavimento por ação das cargas.

### Quebras de cantos e arestas

A quebra de vértices e arestas é consequência do deslocamento das peças e choque entre peças contiguas. Em caso de tráfego rodado em pavimentação flexível, o respeito pelas juntas é essencial para proteger de forma eficaz a integridade dos pavers.

**Figura 121 – Quebra de cantos e arestas**

### Manchas no pavimento

As manchas no pavimento são usualmente causadas por contaminantes externos, que podem ter origem em areias não lavadas, argamassas com alto teor de sulfatos solúveis, brita ou pó de pedra calcária.

A prevenção passa por utilizar matérias-primas livres de contaminantes, pois torna-se muito mais caro limpar o pavimento do que utilizar desde o início os materiais adequados.

**Figura 122 – Manchas no pavimento**

# 3. Anexos

## Anexo A

### Manutenção de fachadas em tijolo face à vista

A Cerâmica Vale da Gândara, baseada no conhecimento e na sua experiência de inúmeras obras realizadas com tijolo face à vista recomenda os seguintes cuidados:

**A.1 – Recomendações de utilização**

- Evitar a exposição da fachada à ação contínua da humidade, proveniente por exemplo da ascensão por capilaridade ou devida a condensações provenientes do interior.
- Tomar atenção a possíveis infiltrações provenientes da rede de abastecimento ou da rede de evacuação de águas.
- Evitar pancadas com elementos perfurantes ou pesados que possam danificar a fachada.
- Evitar o derrame sobre a fachada de produtos cáusticos e de água proveniente de floreiras.

**A.2 – Recomendações de intervenção**

- Sendo observada a aparição de fissuras, de gretas, de desalinhamentos verticais do pano, de envelhecimento indevido ou risco de desprendimento de peças, deve ser contactado um profissional qualificado.
- A abertura de roços deve ser realizada após realização de um estudo prévio da alvenaria por um profissional qualificado.
- Antes de dar início à limpeza da alvenaria deverá ser realizada uma observação, por um profissional qualificado, do estado dos materiais e da adequação ao método a empregar.
- As manchas ocasionais e de tinta devem eliminar-se mediante procedimento adequado ao tipo de substância implicada.
- As peças deterioradas devem substituir-se por outras com as mesmas caraterísticas que as existentes, procurando seguir as especificações de um profissional qualificado.

**A.3 – Recomendações de proibição**

- Não apoiar objetos pesados nem aplicar forças perpendiculares ao plano da fachada.
- Não apoiar no pano elementos estruturais tais como vigas que exerçam uma sobrecarga concentrada, não prevista nos cálculos do projeto.
- Não modificar as condições de carga dos panos, nem exceder as cargas previstas no projeto.
- Não aplicar elementos sobre o pano tais como cabos, instalações, suportes, ancoramentos que o possam danificar ou provocar a entrada de água ou escorrências.

**A.4 – Recomendações de manutenção**

**A.4.1 – Manutenção feita pelo utilizador**

Anualmente, realizar uma inspeção visual para eventual deteção de:

- Aparecimento e desenvolvimento de gretas e fissuras, assim como desalinhamentos verticais ou outras deformações do pano.
- Erosão anormal ou excessiva dos panos ou de peças isoladas.
- Erosão anormal ou perda de argamassa das juntas, aparecimento de humidades e manchas diversas.

**A.4.2 – Manutenção feita por profissional qualificado**

A cada 5 anos e quando necessária, limpeza mediante os procedimentos habituais, tal como lavagem com água ou utilização de produtos específicos de limpeza.

# Anexo B

## Caderno técnico de encargos para alvenarias exteriores em tijolo face à vista

É conveniente especificar em detalhe os materiais e tipos de aplicação para cada obra. Este Anexo apresenta um exemplo desse tipo de documento descritivo, que constitui sempre um vínculo e uma mais-valia para as partes interessadas.

**Exemplo:**

As alvenarias exteriores serão em parede dupla sendo o pano interior em tijolo cerâmico de alvenaria 30x20x15 cm e o pano exterior em:

Tijolo face à vista de furação vertical do tipo Vale da Gândara, [Modelo] [Acabamento] com as [Dimensões].

[Modelo] – [Vermelho Vulcânico]; [Castanho Mondego]; [Bege Mourisca]; [Salmão Ribatejo], [Branco Algarve]; [Cinza Minho]; [Cinza Douro]

[Dimensões] – [24x11,5x5 cm]; [24x11,5x7 cm]; [28x12,5x5 cm]

[Acabamento] – [Liso]; [Texturado]; [Flashing]

1. **Argamassas para montagem de uma parede em tijolo face à vista**

   As argamassas serão do tipo Argamassa de Montagem Vale da Gândara ou equivalente, hidrófugas, elásticas e impermeáveis.

2. **Apoio das alvenarias exteriores em tijolo face à vista**

2.1 A parede exterior será executada com um apoio na base de pelo menos 2/3 da largura do tijolo nos elementos estruturais, ou em elementos próprios para o efeito solidários com estes, executados em aço inoxidável. A ligação dos suportes aos elementos estruturais em betão será executada com recurso a sistemas de fixação apropriados à carga.

2.2 A base de assentamento de uma parede em tijolo face à vista deve estar nivelada e aprumada, para evitar o escorregamento do paramento sobre o apoio.

2.3 Sobre a base de assentamento deve existir uma tela de apoio impermeável e elástica para permitir os micro movimentos do paramento relativamente à estrutura.

3. **Controlo da fissuração**

3.1 Sempre que se verifique uma mudança de cota na base de assentamento de uma parede em tijolo face à vista, ou a meio de uma parede, quando surge uma descontinuidade deve prever-se uma das seguintes soluções:

Uma junta de movimento vertical ou horizontal.

Um reforço das juntas de assentamento em argamassa com armaduras, em várias fiadas consecutivas ou alternadas, ao longo das zonas críticas.

3.2 Nos cunhais em que não esteja prevista junta de dilatação ou de movimento, deve controlar-se a fissuração usando armaduras, colocadas na argamassa das juntas, a cada 3 fiadas de tijolo. Serão dobradas a 90º ao meio ficando com cerca de 1,5 m para cada um dos lados do cunhal.

3.3 O assentamento dos tijolos deve processar-se com uma argamassa de assentamento pronta do tipo Vale da Gândara.

4. **Ancoramento de uma parede exterior em tijolo face à vista**

4.1 Os tijolos do pano exterior em tijolo face à vista serão suportados aos do pano interior com 5 grampos por $m^2$ em aço inoxidável A4 com Ø> 3mm, munidos com pingadeira na caixa de ar.

4.2 Nos cunhais, nas proximidades das juntas de dilatação, e junto aos vãos serão aplicadas mais 3 grampos por metro linear.

4.3 Os grampos serão aplicados durante o levantamento da parede interior, ficando colocados na argamassa das juntas de assentamento dos tijolos. No levantamento do pano exterior, garantir-se-á que os grampos fiquem inclinados para o pano exterior.

**5. Juntas aparentes em argamassa**

5.1 As juntas verticais e horizontais de assentamento do tijolo face à vista terão entre 1 cm e 1,5 cm. Esta variação deve-se às necessidades de obra e às variações dimensionais dos materiais cerâmicos tipificados nas Normas Europeias.

5.2 As juntas de assentamento serão realizadas a partir da argamassa de assentamento dos tijolos. Devem ficar preenchidas com argamassa durante a aplicação das fiadas, e serão deixadas à face do paramento. Posteriormente, serão refundadas com um carrinho limpa-juntas [ou outro tipo de acabamento], só depois da argamassa ter ganho presa suficiente para o efeito.

5.3 No final procede-se a uma limpeza a seco com uma escova seca para remover qualquer indício de argamassa nas faces dos tijolos.

**6. Juntas de dilatação / Juntas de movimento**

6.1 Nas fachadas em tijolo face à vista serão previstas juntas de dilatação verticais afastadas entre si de uma distância X, variando esta em função da orientação solar dos alçados, de acordo com as normas aplicáveis.

6.2 Serão igualmente previstas juntas horizontais sempre que as soluções construtivas o justifiquem.

6.3 Devem igualmente ser previstas e executadas juntas nos cunhais, com especial atenção para aqueles que ligam com fachadas orientadas a Sul e a Poente.

6.4 As juntas de dilatação terão um valor de referência de 15-20 mm.

6.5 O tratamento das juntas será feito com um cordão celular, com um mínimo de 5 mm acima do valor da junta, o qual será introduzido sob pressão a uma profundidade mínima de 20mm. Posteriormente, será revestido com silicone resistente aos UV e ajustado à cor da argamassa das juntas.

**7. Isolamento térmico**

Existem várias alternativas de isolamento térmico, devendo ser escolhida das seguintes a que melhor se adequa às necessidades do projeto:

7.1 a) Isolamento projetado - O isolamento térmico é constituído por uma camada mínima de 4 cm de espuma rígida de poliuretano auto extinguível, a qual deve ser projetada de forma contínua na face exterior do pano interior de tijolo, no qual já se encontram os grampos colocados. Os elementos estruturais solidários com a parede interior serão igualmente projetados com uma camada idêntica de poliuretano bem como as ligações entre ambos. O tijolo da parede interior será aplicado com uma argamassa elástica e no seu assentamento garantir-se-á que as juntas ficam isentas de buracos ou saliências. Após a projeção do poliuretano deve proceder-se ao fecho da parede exterior em tijolo face à vista, dado que a exposição aos raios UV diminui drasticamente as suas propriedades.

7.1 b) Será executado com placas de material isolante incombustível (cortiça, lã de rocha, poliestireno, etc.) com uma espessura mínima de 4 cm e será fixo à parede interior, em toda a sua extensão, com os meios adequados para

o efeito. As placas serão encaixadas e a sua união poderá ser selada com: fita adesiva adequada, silicone, cola técnica ou outra alternativa desde que apresente elasticidade suficiente para o efeito. Qualquer orifício feito na placa, será tapado com um dos meios mencionados, de modo a garantir a estanquidade do sistema. Sempre que possível, o isolamento térmico dobrará os elementos estruturais.

**8. Caixa de ar de uma parede dupla com tijolo face à vista exterior**

8.1 A caixa de ar terá no mínimo 3 cm e um máximo de 7 cm, e será ventilada.

8.2 Serão munidas de quartos de cana ou meias canas na sua base, devidamente protegidas contra a fissuração, de modo a impedir a entrada de humidade para o interior da construção.

8.3 A caixa de ar deve ficar limpa, isenta de argamassas e outras impurezas que possam por qualquer motivo estabelecer uma ponte de ligação do pano exterior para o pano interior. Para isso, é conveniente utilizar meios que vão fechando provisoriamente a caixa de ar à medida que vão sendo levantadas as sucessivas fiadas de tijolo face à vista e formada a caixa de ar.

**9. Ventilação e drenagem da caixa de ar**

A caixa de ar será ventilada. Serão deixadas juntas verticais abertas ou juntas com grelhas de ventilação, entre dois tijolos consecutivos da mesma fiada, para ventilação e drenagem da caixa de ar. Situar-se-ão ao nível dos quartos de cana ou meias canas. Deverão ficar afastadas no máximo de 4 em 4 tijolos entre si.

**10. Execução dos quartos de cana ou meias canas**

10.1 Na zona inferior da caixa de ar será executado o quarto de cana ou meia cana na zona de ligação do pano de parede interior com a base de assentamento do tijolo face à vista. Será executado com argamassa hidrófuga. As pendentes serão criadas da base da parede interior para as aberturas do pano exterior.

10.2 Os primeiros 40 cm do pano interior serão rebocados com reboco hidrófugo, bem como as ligações dos panos interiores aos elementos estruturais. Posteriormente, será colocado um material impermeabilizante (tela, pintura de borracha liquida, etc..

**11. Prevenção das pontes de humidade**

11.1 As ligações entre os panos interiores e os panos exteriores em tijolo face à vista serão sempre interrompidas e alvo de tratamento semelhante ao das juntas de movimento. Estas zonas são constituídas pelas ombreiras, padieiras ou vergas, peitoris, soleiras, elementos estruturais, etc. O afastamento mínimo entre elas será de 1 cm. Na impossibilidade de guardar esta distância deve tratar-se a zona de contacto com pelo menos uma zona de proteção de mais 10 cm para cada um dos lados de modo a impedir o contacto entre ambos os panos de alvenaria.

11.2 Não serão deixados quaisquer restos de argamassa entre os dois panos de parede ou quaisquer elementos estranhos, que possam vir a estabelecer uma ponte para a passagem de humidade entre ambos os panos.

11.3 A caixilharia não será aplicada no pano exterior em tijolo face à vista, a não ser com auxílio de um pré aro que será fixo obrigatoriamente à parede interior.

11.4 Os grampos em aço inoxidável serão munidos de pingadeira e será garantido que a sua inclinação será no sentido do pano interior para o pano exterior.

## 12. Peças especiais para o tijolo face à vista

12.1 As peças especiais que articulam com o tijolo face à vista são os cantos, as forras de tijolo e as peças de padieira.

12.2 Para obter os cantos e as forras a partir do tijolo face à vista é necessário recorrer a uma mesa de corte em obra, com disco de diamante refrigerado a água.

## 13. Limpeza das fachadas em tijolo face à vista

13.1 A limpeza final das fachadas deve ser realizada, tanto quanto possível, só com escova a seco na superfície tijolo face à vista.

13.2 Para retirar argamassa, em último recurso, pode ser utilizada uma solução de ácido clorídrico comercial, 1 parte de ácido para 15 de água, na limpeza de fachadas em tijolo face à vista. Esta solução ácida deve ser colocada unicamente na superfície do tijolo face à vista, evitando as juntas. No final, deve neutralizar-se o produto com água corrente. Repetir a operação até obter os resultados pretendidos.

# Anexo C

## Caderno técnico de encargos para pavimentação flexível em paver cerâmico

O pavimento será realizado em pavimentação flexível com:

Paver cerâmico do tipo Vale da Gândara, [Modelo] [Acabamento] com as [Dimensões].

[Modelo] – [Vermelho Vulcânico]; [Castanho Mondego]; [Bege Mourisca]; [Salmão Ribatejo], [Branco Algarve]; [Cinza Minho]; [Cinza Douro]

[Dimensões] – [20x10x5 cm]; [20x10x7 cm]; [28x5x5 cm]

[Acabamento] – [Flashing]

**1. Preparação do terreno**

1.1 Devem ser verificadas as condições de adequabilidade do solo e retificado caso necessário.

1.2 O solo sobre o qual vai ser colocado o pavimento deve ser compactado com cilindro ou equivalente para que fique o mais plano e firme possível.

**2. Confinamento**

2.1 O elemento de confinamento deve ser resistente para poder garantir que os pavers ficam fixos e não se deslocam por ação do tráfego.

2.2 O elemento de confinamento deve ser colocado de modo a que fique ligeiramente mais alto do que o nível final do pavimento. Deve estar bastante firme, e cerca de 10 cm abaixo do nível dos pavers, para não existir o risco de movimentação das peças.

**3. Fundação**

3.1 Na fundação deve ser colocada a altura calculada de materiais especificados no dimensionamento do pavimento.

3.2 Os materiais utilizados na fundação não devem ser plásticos, ter contaminantes capazes de produzir eflorescências, ter matéria orgânica ou conter materiais estranhos.

3.3 Deve ser utilizada uma placa vibratória para compactar a fundação, e esta deve ficar lisa.

**4. Instalação da base de areia**

4.1 Utilizar areia bem lavada com granulometria 0,4-5mm.

4.2 Sobre a fundação devem ser colocados dois calibres paralelos de altura igual à da camada de areia recomendada (3 cm), e o espaço entre eles deve ser preenchido com areia até essa altura. Colocar um perfil alisador sobre os calibres e retirar a areia em excesso.

4.3 A base de areia deve ser compactada com cilindro ou placa vibratória de modo a ficar lisa.

**5. Colocação dos pavers**

5.1 Devem ser utilizados pavers provenientes de várias paletes, e de cada palete devem ser retirados na vertical.

5.2 A junta deve ter entre 3 a 5mm e os pavers não deverão ficar em contacto uns com os outros.

5.3 O assentador deve estar em cima do paver e nunca do lado da areia. A colocação dos pavers deve ser iniciada a partir de um canto da área a pavimentar.

5.4 A cada metro de paver assente deve ser colocado um fio na frente de assentamento para verificar o alinhamento: caso haja alguma diferença devem ser ligeiramente abertas as juntas entre pavers até que a frente da colocação fique alinhada.

5.5 Para realizar os remates, os pavers devem ser cortados ao comprimento necessário com uma máquina de disco diamantado, refrigerado com água.

5.6 A obra acabada deve ser inspecionada e, quando necessário, devem ser feitos os ajustamentos necessários na altura do paver e alinhamento das juntas.

**6. Acabamento**

6.1 Deve ser usada areia lavada, seca, com granulometria 0-2 mm.

6.2 A areia deve ser espalhada sobre os pavers colocados e em seguida varrida para que a areia penetre nas juntas.

6.3 Deve ser utilizada uma placa vibratória ou um cilindro revestido a borracha (força útil de 50 kN/m$^2$ e frequência de 60 Hz) para auxilar a compactação do pavimento e a entrada da areia nas juntas.

6.4 As operações anteriores devem ser repetidas até que as juntas fiquem totalmente preenchidas e colmatadas.

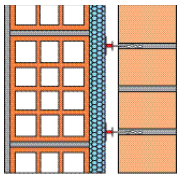
6.5 No final, o pavimento deve ser molhado com água limpa em chuveiro, para aumentar a compactação das juntas.

# Anexo D

## Custos comparativos entre várias soluções construtivas

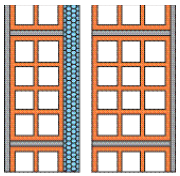
**Solução A:** Parede dupla - tijolo face à vista + tijolo de alvenaria de 15cm

| Componente | €/m² |
|---|---|
| Tijolo de alvenaria 30x20x15cm | 2,5 |
| Aplicação de tijolo de alvenaria 30x20x15 cm | 3,5 |
| Argamassa de assentamento | 2,0 |
| Grampos aço inox | 1,0 |
| Isolamento térmico em poliuretano projetado | 5,0 |
| Tijolo face à vista vermelho vulcânico | 12 |
| Argamassa de assentamento hidrofugada | 2,5 |
| Aplicação Tijolo face à vista | 16,5 |
| Meia cana | 2,0 |
| **Total** | **47,0** |



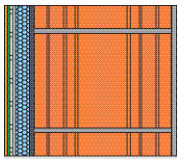
**Solução B:** Parede dupla - tijolo de alvenaria de 11cm + tijolo de alvenaria de 15cm + reboco e pintura de qualidade

| Componente | €/m² |
|---|---|
| Tijolo de alvenaria 30x20x11cm | 2,1 |
| Aplicação de tijolo de alvenaria 30x20x11cm | 3,5 |
| Argamassa de assentamento | 2,0 |
| Tijolo de alvenaria 30x20x15cm | 2,5 |
| Aplicação de tijolo de alvenaria 30x20x15cm | 3,5 |
| Argamassa de assentamento | 2,0 |
| Reboco hidrofugado | 4,5 |
| Aplicação de reboco hidrofugado | 4,5 |
| Meia cana | 2,0 |
| Isolamento térmico em poliuretano projetado | 5,0 |
| Grampos aço inox | 1,0 |
| Primário, Pintura de Alta Qualidade e aplicação | 17,0 |
| **Total** | **49,6** |



**Solução C:** Parede com sistema de Isolamento Térmico Exterior (ITE)

| Componente | €/m² |
|---|---|
| Bloco térmico | 10 |
| Mão de obra de aplicação de bloco térmico | 5 |
| Argamassa de assentamento de bloco térmico | 2 |
| Reboco de 2cm (30kg/m²) | 2,2 |
| Mão de obra de aplicação de reboco | 3 |
| Cola para colagem de EPS ao reboco | 2,5 |
| EPS 100 de 4 cm | 2,7 |
| Cola para colagem da rede | 2,5 |
| Rede de fibra | 0,6 |
| Cola para sobrepôr rede | 2,5 |
| Primário (300g/m²) | 0,75 |
| Acrilico de acabamento | 5,35 |
| Mão de obra de aplicação ITE | 10 |
| **Total** | **49,1** |



Para além do efeito estético que um revestimento de tijolo face à vista de qualidade proporciona, da ausência de manutenção da parede exterior, e do benefício em termos de melhoria das condições de isolamento térmico e acústico, o custo por m² de uma parede deste tipo é sensivelmente menor que o custo por m² de uma parede em alvenaria tradicional rebocada e pintada ou do sistema ITE.

**Quadro comparativo das soluções mais usuais em Portugal**

| Solução construtiva | €/m² |
|---|---|
| Sistema com tijolo face-à-vista | 47,0 |
| Parede dupla de alvenaria com reboco e pintura | 49,6 |
| Sistema ITE | 49,1 |

Quando comparado com uma solução de revestimento exterior em materiais cerâmicos colados, pedras naturais grampeadas, acabamentos em madeira ou materiais sintéticos, a solução de revestimento em TIJOLO FACE À VISTA torna-se muito mais económica, garantindo um nível superior de qualidade e de durabilidade.

**Nota:** Estes valores podem variar de região para região por serem sensíveis às variações quer dos custos dos materiais quer da mão-de-obra.

Se entrarmos em linha de conta com os custos de manutenção no médio e longo prazo facilmente se conclui que o acabamento exterior da obra com tijolo de face à vista é muito mais vantajoso, uma vez que num edifício pintado é comum haver necessidade de manutenção a cada 3 a 5 anos.

Nunca será demais lembrar que existem hoje edifícios e vivendas em tijolo de face à vista com 30 anos e até mais, nos quais nunca se fez qualquer intervenção na área da manutenção, cujo estado geral é satisfatório e em muitos casos a dignidade da obra permanece intocável.

**Previsão dos custos de manutenção em 10 anos [€/m²]**

| Manutenção | Tijolo face à vista | ITE* | Pintura* |
|---|---|---|---|
| 3 anos | 0 | 10 | 10 |
| 6 anos | 0 | 20 | 20 |
| 9 anos | 0 | 30 | 30 |
| **Total** | **0** | **60** | **60** |

* Valor previsto para o custo da pintura + aplicação + aluguer de andaime.
10 Anos - Período de garantia dos edifícios, na maioria dos Países da UE.

**Propriedade**

CERÂMICA
VALE DA GÂNDARA

Apartado 22, Gândara
3450-954 Mortágua | Viseu | Portugal
Tel.: 231 927 300 | Fax: 231 920 434
e-mail: valegandara@valegandara.com
www.valegandara.com

**Coordenação e Edição**

CTCV

Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro
Rua Coronel Veiga Simão
3025-307 Coimbra
www.ctcv.pt
e-mail: centro@ctcv.pt

**Design Gráfico e Capa**
José Luís Fernandes | CTCV
Luís Rodrigues | CTCV

**Maquetização, Montagem e Impressão**
Dalldesign, Lda

**Depósito Legal**

Outubro 2012

CERÂMICA

VALE DA GÂNDARA

www.valegandara.com