



**UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA**

Faculdade de Ciências e Tecnologia

**Departamento de Engenharia Civil**

**DESENVOLVIMENTOS RECENTES NA NORMALIZAÇÃO DE TIJOLOS  
CERÂMICOS DE ALVENARIA E TELHAS CERÂMICAS**

KABIR ISMAIL ABOOBAKER

Orientador: Prof. Doutor Fernando M. A. Henriques

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para  
obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil – Perfil de Construção

Lisboa

2010



## AGRADECIMENTOS

À minha mãe, pai, irmã e irmão, pelo incentivo, confiança e dedicação prestados ao longo do meu percurso académico.

À Bárbara pela amizade, apoio, companheirismo e paciência nesta última etapa do curso.

Aos meus colegas e amigos, pela amizade, ajuda, cooperação, e vivência ao longo destes anos de faculdade.

À Sara Afzal pela ajuda na tradução.

Ao pessoal do Health Club Gemini pela amizade e incentivo.

Ao Prof. Doutor Fernando M. A. Henriques pela orientação, disponibilidade e ensinamentos prestados.

À equipa toda do CTCV – Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro – e, particularmente ao Eng.º Joaquim Valente de Almeida, Sr. Marco Oliveira e Eng.º Filipe Ferreira pelo apoio prestado ao nível dos ensaios laboratoriais e questões sobre a normalização de tijolos e telhas cerâmicas.

À Eng.ª Maria João Venceslau, Sr. Adrião Fernandes e D. Julieta Cabrita do IPQ pela disponibilidade de esclarecimentos e informação dada ao longo da elaboração desta dissertação.

Ao Eng.º Pontífice de Sousa pela conversa e disponibilidade de esclarecimentos.

Ao Sr. Abílio Santos do CCB pela amizade demonstrada ao longo do curso.

Ao Eng.º Paulo Domingos e equipa de laboratório da Umbelino Monteiro SA por proporcionar uma visita à fábrica e pela passagem de conhecimento sobre os ensaios em telhas cerâmicas e acessórios.

Ao Eng.º Pina dos Santos pelos esclarecimentos sobre a reacção ao fogo de materiais.



## RESUMO

A Directiva Comunitária dos Produtos de Construção foi criada com o objectivo de enquadrar o funcionamento do mercado interno europeu dos produtos de construção, estabelecendo condições para a marcação CE e conseqüentemente, para a livre circulação dos produtos no Espaço Económico Europeu (EEE). Para o efeito, define exigências essenciais que os produtos de construção devem satisfazer, remetendo para especificações técnicas harmonizadas os requisitos que estes devem assegurar.

Com a implementação da referida Directiva há pouco mais de duas décadas, as especificações técnicas harmonizadas são das mais notáveis alterações a favor da Engenharia Civil, funcionando como ferramenta fundamental e indispensável para a concepção de obras e qualificação de produtos.

Para melhor enquadramento do assunto, é apresentada uma breve descrição acerca da importância da normalização e da sua integração no acervo normativo nacional, assim como a marcação CE dos produtos de construção e a Directiva Comunitária dos Produtos de Construção.

O principal objecto de estudo desta dissertação consiste em aprofundar o conhecimento actual de acordo com a normalização em vigor integrada no acervo normativo nacional, especificando todas as características, ensaios e critérios de aceitação e/ou classificação aplicáveis a tijolos cerâmicos para alvenaria e telhas cerâmicas. São ainda abordadas as principais linhas que regem os sistemas de avaliação da conformidade aplicáveis aos produtos estudados, assim como as características relevantes para a marcação CE e etiquetagem.

## ABSTRACT

The Construction Products Directive has been created with the sole purpose to allow the function of the internal European market of products of construction, whereby establishing the conditions for the CE marking which in turn allows for the free movement of products within the European Economic Area (EEA). The Directive defines fundamental criteria, targeting harmonized technical specifications which the construction products must satisfy.

After twenty years of the implementation of this Directive, the harmonized technical specifications have become one of the most notable alterations in favor of civil engineering, facilitating the conception of construction and insuring product quality.

To put into the right perspective, this subject is presented with a brief description with regards to the importance of the standardization and integration of collective national standards organizations to implement international ones.

The main objective of this study consists of specifying all the characteristics, methods and criteria and/or classification applicable to clay masonry units and clay roofing tiles in accordance to existing standards. In addition to this, there are principle goals that conform to the system of evaluation applicable to those materials, characteristics relevant to the CE marking and labeling.

# SÍMBOLOGIA

## TIJOLOS CERÂMICOS PARA ALVENARIAS

### Dimensões

|           |  |
|-----------|--|
| $l_u$     | comprimento da amostra (mm)  |
| $w_u$     | largura da amostra (mm)  |
| $h_u$     | altura da amostra (mm)   |
| $d_i$     | valor da dimensão declarada pelo produtor (mm)   |
| $d_m$     | valor médio obtido para uma dada dimensão, a partir das medições efectuadas sobre as amostras (mm)   |
| $d_{max}$ | maior valor obtido das medições efectuadas num lote de provetes, em relação a uma dada dimensão (mm) |
| $d_{min}$ | menor valor obtido das medições efectuadas num lote de provetes, em relação a uma dada dimensão (mm) |

### Planeza das faces dos leitos

|             |                                   |
|-------------|-----------------------------------|
| $H_{médio}$ | afastamento médio da planeza (mm) |
|-------------|-----------------------------------|

#### Face do tijolo côncava

|           |   |
|-----------|---|
| $h_{max}$ | maior distância entre a face do tijolo e a régua (mm) |
|-----------|---|

#### Face do tijolo convexa

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| $h_1, h_2$                      | pontos de medição correspondentes à maior distância entre a face do tijolo e a régua, de forma a que $h_1 \approx h_2$ (mm)   |
| $h_1', h_2'$                    | pontos de medição correspondentes à maior distância entre a face do tijolo e a régua, de forma a que $h_1' \approx h_2'$ (mm) |
| $\bar{h}_{max}, \bar{h}'_{max}$ | média dos pontos de medição correspondentes à maior distância entre a face do tijolo e a régua (mm)                           |

### Volume total dos vazios moldados

|          |   |
|----------|---|
| $V_{su}$ | volume total de areia utilizada para encher os vazios moldados (mm <sup>3</sup> ) |
| $V_{gu}$ | volume total bruto (mm <sup>3</sup> )   |
| $V_{nu}$ | volume total de vazios moldados do tijolo (mm <sup>3</sup> )                      |

### Percentagem de furação

|       |                             |
|-------|-----------------------------|
| $l_u$ | comprimento da amostra (mm) |
| $w_u$ | largura da amostra (mm)     |

|          |  |
|----------|--|
| $h_u$    | altura da amostra (mm)                               |
| $M_{wu}$ | massa aparente da amostra em água (g)                |
| $M_{au}$ | massa da amostra no ar (g)                           |
| $\rho_w$ | densidade de água ( $\approx 0,001 \text{ g/mm}^3$ ) |
| $V_{nu}$ | volume do valor líquido da amostra ( $\text{mm}^3$ ) |
| $V_{gu}$ | volume bruto da amostra ( $\text{mm}^3$ )            |
| $V_{vu}$ | volume de vazios da amostra ( $\text{mm}^3$ )        |

### Massa volúmica

|                 |   |
|-----------------|---|
| $m_{dry,u}$     | massa de um bloco inteiro (ou massa combinada de um grupo de três porções representativas de um bloco inteiro) após secagem até massa constante (g) |
| $m_{0,u}$       | massa de um bloco inteiro antes da secagem (quando ensaiado porções de blocos inteiros) (g)   |
| $m_{0,p,tot}$   | massa combinada de um grupo de três porções representativas de um bloco inteiro antes da secagem (g)  |
| $m_{dry,p,tot}$ | massa combinada de um grupo de três porções representativas de um bloco inteiro após secagem até massa constante (g)                                |
| $w_p$           | teor de humidade de um grupo de três porções representativas de um bloco inteiro  |
| $V_{n,u}$       | volume real (ou volume líquido) do bloco ( $\text{mm}^3$ )  |
| $V_{g,u}$       | volume aparente do bloco ( $\text{mm}^3$ )  |
| $V_{g,p}$       | volume aparente de cada porção do bloco ( $\text{mm}^3$ )   |
| $m_{dry,p}$     | massa de cada uma das três porções representativas de um bloco inteiro após secagem até massa constante (g)   |
| $\rho_{n,u}$    | massa volúmica real seca do bloco ( $\text{kg/m}^3$ )   |
| $\rho_{n,p}$    | massa volúmica real seca de cada porção do bloco ( $\text{kg/m}^3$ )  |
| $\rho_{g,u}$    | massa volúmica aparente seca do bloco ( $\text{kg/m}^3$ )   |

### Resistência à compressão

|                     |  |
|---------------------|--|
| $A_{i,bruta}$       | área bruta da superfície carregada ( $\text{mm}^2$ )                       |
| $A_{i,reenrâncias}$ | área com reentrâncias ( $\text{mm}^2$ )                                    |
| $A_{i,carregada}$   | área carregada, utilizada para efeitos de cálculo ( $\text{mm}^2$ )        |
| $A_{i,efectiva}$    | área efectiva da superfície carregada ( $\text{mm}^2$ )                    |
| $F_{i,max}$         | carga de rotura do provete (N)   |
| $f_i$               | resistência à compressão do provete ( $\text{N/mm}^2$ )                    |
| $f_b$               | resistência à compressão "normalizada" ( $\text{N/mm}^2$ )                 |
| $k_s$               | coeficiente para a conversão à condição de condicionamento de "seco ao ar" |
| $\delta$            | factor de forma  |

**Propriedades Térmicas**

|                     |   |
|---------------------|---|
| $\lambda$           | condutibilidade térmica (W/m.K)   |
| $R$                 | resistência térmica (m <sup>2</sup> .K/W)   |
| $\lambda_{10,seco}$ | condutibilidade térmica no estado no estado seco a uma temperatura média de 10° C (W/(m.K)) |
| $\lambda_U$         | condutibilidade térmica de cálculo (W/m.K)  |
| $R_U$               | resistência térmica de cálculo (m <sup>2</sup> .K/W)  |

**Absorção de água**

|       |                               |
|-------|-------------------------------|
| $m_d$ | massa seca do provete (g)     |
| $m_w$ | massa saturada do provete (g) |
| $w_m$ | absorção de água (%)          |

**Taxa inicial de absorção de água**

|             |  |
|-------------|--|
| $m_{dry,s}$ | massa seca do provete (g)  |
| $A_s$       | área bruta da face do provete imersa em água (mm <sup>2</sup> )            |
| $m_{so,s}$  | massa do provete após imersão durante 1 min (g)                            |
| $C_{wi,s}$  | taxa de absorção inicial de água do provete (Kg / (m <sup>2</sup> x min),) |

**Teor de sais solúveis activos**

|          |  |
|----------|--|
| $M_{Mg}$ | número de miligrama de equivalente Mg para 1 ml de EDTA                                |
| $x, y$   | volume de EDTA titulado (ml)   |
| $Mg$     | teor de magnésio solúvel em água, com uma percentagem da massa da amostra original (%) |

**Expansão com a humidade**

|                |   |
|----------------|---|
| $l_i$          | comprimento inicial do provete, após re-cozedura e arrefecimento à temperatura ambiente (mm)                            |
| $R_{in}$       | comprimento da barra de referência de "invar" (mm)  |
| $R_{\delta 1}$ | primeira leitura do comprimento do provete, após re-cozedura e arrefecimento à temperatura ambiente (mm)                |
| $l_{s1}$       | primeiro desvio, ou seja, a diferença entre $R_{\delta 1}$ e $R_{in}$ (mm)  |
| $R_{\delta 2}$ | segunda leitura do comprimento do provete, após re-cozedura, arrefecimento à temperatura ambiente e 3 h de repouso (mm) |
| $l_{s2}$       | segundo desvio, ou seja, a diferença entre $R_{\delta 2}$ e $R_{in}$ (mm)   |
| $l_{ml}$       | média dos desvios iniciais (média de $l_{s1}$ e $l_{s2}$ ) (mm)   |
| $R_{\delta 3}$ | terceira leitura do comprimento do provete, 1 h depois de sujeito a um tratamento de água a ferver (mm)                 |
| $l_{s3}$       | terceiro desvio, ou seja, a diferença entre $R_{\delta 3}$ e $R_{in}$ (mm)  |

|                |  |
|----------------|--|
| $R_{\delta 4}$ | quarta leitura do comprimento do provete, 24 após a terceira leitura $R_{\delta 3}$ (mm) |
| $I_{s4}$       | quarto desvio, ou seja, a diferença entre $R_{\delta 4}$ e $R_{in}$ (mm)                 |
| $I_{m2}$       | média dos desvios finais (média de $I_{s3}$ e $I_{s4}$ ) (mm)                            |
| $e_s$          | expansão por humidade de um provete individual (mm/m)                                    |
| $e_m$          | valor médio da expansão por humidade (mm/m)  |

### Reacção ao fogo

|              |   |
|--------------|---|
| $PCS$        | calor bruto de combustão de uma substância quando a combustão é terminada e toda a água produzida é totalmente condensada sob condições específicas (MJ/kg) ou (MJ/m <sup>2</sup> ) |
| $F_s$        | propagação de chama vertical (mm)   |
| $LFS$        | propagação de chama lateral (m)   |
| $t_f$        | tempo de chama sustentada (s)   |
| $\Delta T$   | aumento de temperatura (°C)   |
| $\Delta m$   | perda de massa (%)  |
| $FIGRA$      | taxa de desenvolvimento do fogo - “fire growth rate” (W/s)  |
| $SMOGRA$     | taxa de desenvolvimento de fumo – “smoke growth rate” (m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )   |
| $THR_{600s}$ | calor libertado em 600 s (MJ)   |
| $TSP_{600s}$ | produção de fumo em 600 s (m <sup>2</sup> )   |

### Permeabilidade ao vapor de água

|                     |   |
|---------------------|---|
| $\mu$               | coeficiente de difusão de vapor de água   |
| $\lambda_{10,seco}$ | condutibilidade térmica no estado no estado seco a uma temperatura média de 10° C (W/(m.K)) |
| $c$                 | capacidade calorífica específica (kJ/(kg.K))  |
| $f_{\psi}$          | coeficiente da conversão da humidade (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )                      |
| $P$                 | percentual da população (%)   |

## TELHAS CERÂMICAS

### Regularidade de forma

#### Planaridade - Telhas Planas

|       |  |
|-------|--|
| $H$   | diferença de altura do ponto de medição à barra de apoio ou altura em relação a um plano de referência, em milímetros (mm) |
| $C$   | coeficiente de planaridade (%)   |
| $L_A$ | é a base de medição no sentido longitudinal ( $L_A = 2/3$ do comprimento da parte rectangular da telha (mm))               |
| $L_B$ | base de medição no sentido transversal ( $L_B = B =$ largura da telha, declarada pelo fabricante) (mm)                     |

**Planaridade - Telhas de encaixe, de deslizamento e de recobrimento**

|              |  |
|--------------|--|
| $A, B, C, D$ | Pontos de referência   |
| $H$          | diferença de altura entre o ponto de medição e a superfície de referência                                  |
| $C$          | coeficiente de planaridade (%)   |
| $L_A$        | base de medição no sentido longitudinal. Distância entre os pontos de medição no sentido longitudinal (mm) |
| $L_B$        | base de medição no sentido transversal. Distância entre os pontos de medição no sentido transversal (mm)   |
| $L_T$        | comprimento total da telha, em milímetros (mm)   |

**Uniformidade dos perfis transversais em telhas canudo**

|              |  |
|--------------|--|
| $E_1$        | distância entre os bordos internos da telha canudo medida na extremidade mais estreita da telha (mm) |
| $E_2$        | distância entre os bordos internos da telha canudo medida na extremidade mais larga da telha (mm)    |
| $\Delta E_1$ | diferença entre o maior e o menor dos valores de $E_1$ (mm)  |
| $\Delta E_2$ | diferença entre o maior e o menor dos valores de $E_2$ (mm)  |

**Rectilinearidade**

|              |  |
|--------------|--|
| $L_A$        | base de medida no sentido longitudinal (mm)                |
| $L_B$        | base de medida no sentido transversal (mm)                 |
| $L_T$        | comprimento total da telha (mm)                            |
| $I_T$        | largura total da telha (mm)                                |
| $h_m$        | valor da flecha medida (mm)                                |
| $h_d$        | valor da flecha nominal declarado pelo fabricante (mm)     |
| $\Delta h$   | Variação absoluta da flecha, $\Delta h =  h_m - h_d $ (mm) |
| $R_{long}$   | rectilinearidade no sentido longitudinal (%)               |
| $R_{transv}$ | rectilinearidade no sentido transversal (%)                |

**Dimensões e tolerâncias dimensionais**

|      |  |
|------|--|
| a, b | dimensão de um produto individual            |
| c, d | dimensão de um grupo de produtos sobrepostos |

**Dimensões individuais**

|       |   |
|-------|---|
| $L_T$ | comprimento total da telha (mm)                     |
| $I_T$ | largura total da telha (mm)                         |
| $A$   | comprimento da telha declarado pelo fabricante (mm) |
| $B$   | largura da telha declarada pelo fabricante (mm)     |

### Dimensões de recobrimento (bitola)

|       |   |
|-------|---|
| $L_1$ | distância máxima utilizada na medição dos recobrimentos (sentido longitudinal) (mm) |
| $L_2$ | mínima utilizada na medição dos recobrimentos (sentido longitudinal) (mm)           |
| $l_1$ | distância máxima utilizada na medição dos recobrimentos (sentido transversal) (mm)  |
| $l_2$ | distância mínima utilizada na medição dos recobrimentos (sentido transversal) (mm)  |
| $L$   | comprimento médio de recobrimento (mm)  |
| $L_M$ | comprimento máximo de recobrimento (mm)   |
| $l$   | largura média de recobrimento (mm)  |
| $l_M$ | máxima de recobrimento (mm)   |

### Impermeabilidade

#### Método de ensaio 1

|                      |  |
|----------------------|--|
| $V_1$                | volume de água que atravessa o provete em 48 h (cm <sup>3</sup> )                |
| $V_2$                | volume de água evaporada em 48 h (cm <sup>3</sup> )                              |
| $A$                  | área projectada do provete em (cm <sup>2</sup> )                                 |
| $d$                  | tempo (dias)   |
| $IF_{xi}$            | factor de impermeabilidade de cada provete (cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup> /d) |
| $\overline{IF}_{xi}$ | valor médio do factor de impermeabilidade (cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup> /d)  |

#### Método de ensaio 2

|                      |  |
|----------------------|--|
| $X_i$                | período de tempo que antecede à queda da primeira gota de água (h)                                     |
| $\bar{X}_i$          | período de tempo médio que antecede à queda da primeira gota de água no lote de provetes ensaiados (h) |
| $IC_{xi}$            | coeficiente de impermeabilidade de cada provete  |
| $\overline{IC}_{xi}$ | coeficiente de impermeabilidade médio  |

### Resistência à flexão

|     |                                 |
|-----|---------------------------------|
| $L$ | comprimento total da telha (mm) |
| $F$ | carga de ruptura (kN)           |

### Resistência ao gelo

#### Método C

|             |  |
|-------------|--|
| $M_{10,i}$  | massa seca inicial de cada um dos 10 provetes, após submetidos a uma temperatura em estufa de (110 ± 5) °C até atingirem massa constante, e depois arrefecidos a temperatura ambiente  |
| $M'_{10,i}$ | massa de cada um dos 10 provetes, após estarem sujeitos a 50 ciclos de gelo/degelo, secos a temperatura ambiente durante 24 h, seguido de um tratamento em estufa a (110 ± 5) °C durante 24 h, arrefecidos a temperatura ambiente e escovados, e finalmente submetidos novamente a uma |

|   |  |
|---|--|
|   | temperatura em estufa de $(110 \pm 5)$ °C até atingir massa constante  |
| $\Delta M_{10,i}$   | perda de massa de cada um dos dez provetes devida às alterações eventualmente sofridas por cada provete (%)  |
| <b>Método C - Caso excepcional (<math>1 \% \leq \Delta M_{10,i} \leq 3 \%</math>)</b> |  |
| $M_{3,i}$   | Massa seca inicial de cada um dos três provetes suplementares, após submetidos a uma temperatura em estufa de $(110 \pm 5)$ °C até atingir massa constante                               |
| $M'_{3,i}$  | Massa de cada um dos três provetes suplementares, após três imersões consecutivas em água, durante 24 h, sendo cada imersão seguida de secagem em estufa a $(110 \pm 5)$ °C durante 24 h |
| $\Delta M_{3,i}$  | perda de massa devida às alterações sofridas por cada um dos três provetes (%)   |
| $\overline{\Delta M}_{3,i}$   | média aritmética das perdas de massa dos três provetes suplementares, após sofrerem três ciclos de imersão e de secagem (%)  |
| $\Delta M_{10,i, corrigida}$  | perda de massa corrigida de cada um dos dez provetes submetidos aos ciclos de gelo e degelo (%)  |
| $\overline{\Delta M}'_{3,i}$  | média aritmética das perdas de massa dos três provetes suplementares, após sofrerem três novos ciclos de imersão e de secagem (%)  |
| $\Delta M'_{10,i, corrigida}$   | perda de massa corrigida de cada um dos dez provetes submetidos aos ciclos de gelo e degelo, se $\Delta M_{10,i, corrigida}$ for superior a 1% para um ou mais provetes (%)              |

#### **Método E (Método Único Europeu)**

|              |   |
|--------------|---|
| $m_{dr}$     | massa seca de um provete, depois de secagem em estufa a $(110 \pm 5)$ °C durante 24 h (g) |
| $m_w$        | massa húmida do provete, depois de submetido a ciclos de imersão (g)                      |
| $W_u$        | teor de absorção de água (%)  |
| $T_{degelo}$ | temperatura da água de início do degelo registada no ensaio de calibração (°C)            |

#### **Método E - Massa volúmica**

|          |  |
|----------|--|
| $m_{dr}$ | massa seca do provete, após secagem em estufa a $(110 \pm 5)$ °C durante 24 h e arrefecimento a temperatura ambiente (g) |
| $V_u$    | volume líquido por pesagem hidrostática (cm <sup>3</sup> )   |
| $W_1$    | massa do provete em água (g)   |
| $W_2$    | massa do provete saturado (g)  |
| $\rho_u$ | massa volúmica seca (kg/dm <sup>3</sup> )  |

#### **Absorção de água**

|       |                             |
|-------|-----------------------------|
| $m_s$ | massa seca do provete (g)   |
| $m_w$ | massa húmida do provete (g) |
| $W_u$ | absorção de água (%)        |
| $h$   | altura da telha             |



**ÍNDICE DE MATÉRIAS**

|  |    |
|--|----|
| Agradecimentos .....   | 3  |
| Resumo .....   | 5  |
| Abstract.....  | 6  |
| Símbologia.....  | 7  |
| Índice de figuras .....  | 21 |
| Índice de quadros.....   | 25 |
| Capítulo 1 – Introdução.....   | 29 |
| 1.1. Considerações gerais.....   | 31 |
| 1.2. Objectivos e metodologia .....  | 32 |
| 1.3. Organização da dissertação .....  | 33 |
| Capítulo 2 – Introdução à normalização e marcação CE dos produtos de construção..... | 35 |
| 2.1. Introdução à normalização.....  | 37 |
| 2.1.1. Objectivos e importância da normalização .....                                | 37 |
| 2.1.2. Organismos de Normalização .....  | 38 |
| 2.1.3. Integração de normas internacionais e europeias em Portugal .....             | 41 |
| 2.1.4. Norma .....   | 43 |
| 2.1.5. Identificação da origem das normas .....                                      | 44 |
| 2.2. Marcação CE dos produtos de construção .....                                    | 45 |
| 2.3. Directiva dos Produtos de Construção (DPC).....                                 | 46 |
| 2.4. Normas harmonizadas .....   | 47 |
| 2.4.1. Anexo ZA.....   | 48 |
| 2.5. Aprovação Técnica Europeia (ETA) .....  | 49 |
| 2.6. Sistemas de avaliação da conformidade.....                                      | 49 |
| Capítulo 3 – Tijolos cerâmicos para alvenaria.....                                   | 53 |
| 3.1. Introdução aos tijolos cerâmicos .....  | 55 |
| 3.2. Generalidades .....   | 55 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 3.3.   | Características geométricas.....  | 58 |
| 3.3.1. | Determinação das dimensões .....  | 59 |
| 3.3.2. | Paralelismo plano das faces dos leitos .....  | 63 |
| 3.3.3. | Planeza das faces dos leitos .....  | 64 |
| 3.4.   | Configuração.....   | 66 |
| 3.4.1. | Generalidades .....   | 66 |
| 3.4.2. | Espessuras das paredes externas e septos .....  | 68 |
| 3.4.3. | Espessura combinada de paredes externas do tijolo e septos .....  | 68 |
| 3.4.4. | Orifícios de manuseamento.....  | 70 |
| 3.4.5. | Canal para enchimento com betão/argamassa .....   | 70 |
| 3.4.6. | Volume total de vazios moldados.....  | 70 |
| 3.4.7. | Volume líquido e percentagem de vazios .....  | 71 |
| 3.5.   | Massa volúmica .....  | 72 |
| 3.5.1. | Procedimento .....  | 73 |
| 3.5.2. | Declarações do produtor.....  | 75 |
| 3.5.3. | Tolerâncias .....   | 76 |
| 3.6.   | Resistência à compressão .....  | 76 |
| 3.6.1. | Materiais e aparelhos de ensaio.....  | 77 |
| 3.6.2. | Preparação da superfície.....   | 78 |
| 3.6.3. | Condicionamento dos provetes antes do ensaio para a condição de “seco ao ar” .....                            | 80 |
| 3.6.4. | Determinação da área carregada.....   | 81 |
| 3.6.5. | Procedimento .....  | 82 |
| 3.6.6. | Cálculo e expressão dos resultados .....  | 83 |
| 3.6.7. | Conversão da resistência à compressão dos blocos de alvenaria em resistência à compressão "normalizada" ..... | 83 |
| 3.6.8. | Declarações do produtor.....  | 84 |
| 3.6.9. | Exigências .....  | 84 |
| 3.7.   | Propriedades térmicas .....   | 85 |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 3.8.    | Durabilidade.....  | 86  |
| 3.8.1.  | Alvenaria submetida a exposição severa .....                                       | 87  |
| 3.8.2.  | Alvenaria submetida a exposição moderada.....                                      | 88  |
| 3.8.3.  | Alvenaria submetida a exposição passiva .....                                      | 88  |
| 3.9.    | Absorção de água .....   | 88  |
| 3.9.1.  | Procedimento .....   | 89  |
| 3.9.2.  | Cálculo e expressão de resultados .....  | 89  |
| 3.9.3.  | Exigências .....   | 90  |
| 3.10.   | Taxa inicial de absorção de água.....  | 90  |
| 3.11.   | Teor de sais solúveis activos.....   | 91  |
| 3.11.1. | Método alternativo de determinação do teor de sais solúveis activos .....          | 93  |
| 3.11.2. | Exigências .....   | 94  |
| 3.12.   | Expansão com a humidade .....  | 95  |
| 3.12.1. | Preparação dos provetes.....   | 96  |
| 3.12.2. | Recozedura .....   | 96  |
| 3.12.3. | Medições iniciais .....  | 96  |
| 3.12.4. | Imersão em água a ferver.....  | 97  |
| 3.12.5. | Medições finais.....   | 97  |
| 3.12.6. | Cálculo e expressão de resultados .....  | 98  |
| 3.12.7. | Exigências .....   | 99  |
| 3.13.   | Reacção ao fogo .....  | 99  |
| 3.13.1. | Sistema Europeu de classificação da reacção ao fogo dos produtos de construção ... | 100 |
| 3.14.   | Permeabilidade ao vapor de água.....   | 103 |
| 3.15.   | Aderência.....   | 105 |
| 3.15.1. | Declaração baseada em valores fixados e exigências .....                           | 105 |
| 3.15.2. | Declaração baseada em ensaios e exigências .....                                   | 105 |
| 3.16.   | Libertação de substâncias perigosas .....  | 105 |

|  |   |     |
|--|---|-----|
| 3.17.  | Resumo das principais características, métodos de ensaio e requisitos aplicáveis a tijolos cerâmicos para alvenaria, segundo a EN 771-1 ..... | 107 |
| 3.18.  | Avaliação da conformidade de tijolos cerâmicos para alvenaria .....   | 109 |
| 3.18.1.  | Características essenciais relevantes para a marcação CE em tijolos cerâmicos segundo a EN 771-1 .....  | 109 |
| 3.18.2.  | Sistemas de avaliação da conformidade aplicáveis .....  | 112 |
| 3.19.  | Marcação CE e Etiquetagem .....   | 115 |
| 3.19.1.  | Exemplo de etiquetagem para tijolos LD .....  | 116 |
| 3.19.2.  | Exemplo de etiquetagem para tijolos HD .....  | 116 |
| Capítulo 4 – Telhas cerâmicas e acessórios ..... |   | 119 |
| 4.1.   | Introdução às telhas cerâmicas .....  | 121 |
| 4.2.   | Generalidades .....   | 121 |
| 4.3.   | Configuração .....  | 123 |
| 4.4.   | Características da estrutura .....  | 124 |
| 4.5.   | Características geométricas .....   | 125 |
| 4.5.1.   | Determinação das dimensões .....  | 125 |
| 4.5.2.   | Regularidade de forma .....   | 130 |
| 4.5.3.   | Rectilinearidade .....  | 135 |
| 4.6.   | Impermeabilidade .....  | 141 |
| 4.6.1.   | Tratamento preliminar .....   | 141 |
| 4.6.2.   | Método de ensaio 1 .....  | 141 |
| 4.6.3.   | Método de ensaio 2 .....  | 144 |
| 4.6.4.   | Classificação e exigências .....  | 146 |
| 4.7.   | Resistência à flexão .....  | 147 |
| 4.7.1.   | Aparelhos e utensílios .....  | 147 |
| 4.7.2.   | Procedimentos .....   | 148 |
| 4.7.3.   | Exigências .....  | 150 |
| 4.8.   | Resistência ao gelo .....   | 151 |

|  |   |     |
|--|---|-----|
| 4.8.1.                                 | Método de ensaio C.....   | 152 |
| 4.8.2.                                 | Método de ensaio E (método único Europeu) .....   | 157 |
| 4.9.                                   | Ensaio da orelha de aramar.....   | 164 |
| 4.10.                                  | Comportamento ao fogo .....   | 165 |
| 4.10.1.                                | Comportamento ao fogo exterior.....   | 165 |
| 4.10.2.                                | Comportamento de reacção ao fogo.....   | 166 |
| 4.11.                                  | Absorção de água .....  | 166 |
| 4.12.                                  | Libertação de substâncias perigosas .....   | 167 |
| 4.13.                                  | Resumo das principais características, métodos de ensaio e requisitos aplicáveis a telhas e acessórios cerâmicos, segundo a EN 1304 ..... | 168 |
| 4.14.                                  | Avaliação da conformidade de telhas e acessórios cerâmicos .....  | 171 |
| 4.14.1.                                | Características essenciais relevantes para a marcação CE em telhas cerâmicas segundo a EN 1304 .....                                      | 171 |
| 4.14.2.                                | Sistemas de avaliação da conformidade aplicáveis.....   | 174 |
| 4.15.                                  | Marcação CE e Etiquetagem.....  | 176 |
| Capítulo 5 – Considerações finais..... |   | 179 |
| 5.1.                                   | Reflexão do impacto sofrido com a implementação da directiva comunitária dos produtos de construção, 89/106/CE [D.17].....                | 181 |
| 5.2.                                   | Incoerências detectadas nas normas analisadas .....   | 182 |
| 5.3.                                   | A normalização europeia de tijolos cerâmicos para alvenaria e reflexos da EN 771-1 [N.7] em Portugal.....                                 | 183 |
| 5.4.                                   | Actuais desenvolvimentos na normalização de tijolos cerâmicos de alvenaria e telhas cerâmicas.....  | 184 |
| Referências Bibliográficas .....       |   | 187 |
| ANEXOS.....                            |   | 199 |
| Anexo A                                | - Tijolos cerâmicos para alvenaria (Exemplos).....  | 201 |
| Anexo B                                | - Tijolos cerâmicos para alvenaria (Declaração de comprovação da conformidade) .....  | 203 |
| B.1                                    | Declaração para o sistema 2+ .....  | 203 |
| B.2                                    | Declaração para o sistema 4 .....   | 204 |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| Anexo C | - Tijolos cerâmicos para alvenaria (Ficha técnica) .....           | 205 |
| Anexo D | - Telhas cerâmicas (Configuração) .....                            | 207 |
| D.1     | Telha Lusa (de aba e canudo) .....                                 | 207 |
| D.2     | Telha Marselha (plana com encaixe) .....                           | 208 |
| D.3     | Telha Canudo .....   | 210 |
| D.4     | Telha Plana .....  | 211 |
| Anexo E | - Telhas cerâmicas e acessórios (Declaração de conformidade) ..... | 213 |
| E.1     | Declaração para o sistema 3 .....                                  | 213 |
| Anexo F | - Telhas cerâmicas e acessórios (Fichas técnicas) .....            | 215 |
| Anexo G | - Fotos de laboratório .....                                       | 217 |

**ÍNDICE DE FIGURAS**

|  |     |
|--|-----|
| Figura 2.1 - Estrutura da Normalização em Portugal [B.5] .....   | 41  |
| Figura 2.2 - Símbolo de Marcação CE.....   | 45  |
| Figura 2.3 - Vias para a marcação CE dos produtos de construção segundo o definido pela DPC .....  | 47  |
| Figura 3.1 - Exemplos de tijolos LD [N.7] .....  | 57  |
| Figura 3.2 - Exemplos de tijolos HD (com base em [N.7]) .....  | 58  |
| Figura 3.3 - Dimensões e superfícies .....   | 59  |
| Figura 3.4 a) b) c) - Posições de medição .....  | 60  |
| Figura 3.5 - Determinação do paralelismo das faces dos leitos [N.19] .....   | 63  |
| Figura 3.6 - Exemplo para a medição da planeza para faces côncavas (ampliação exagerada) .....   | 64  |
| Figura 3.7 - Exemplo para a medição da planeza para faces convexas (ampliação exagerada) .....   | 65  |
| Figura 3.8 - Conjunto de tijolos cerâmicos e suas aplicações.....  | 67  |
| Figura 3.9 - Exemplos do menor percurso a adoptar para a determinação da espessura combinada de septos e paredes exteriores [N.19] ..... | 69  |
| Figura 3.10 - Representação esquemática do equipamento de medição (baseado em [N.20]).....   | 95  |
| Figura 3.11 - Exemplos de desvios (baseado em [N.20]).....   | 98  |
| Figura 3.12 - Curva de Gauss associada a Tijolos de Categoria I [B.9] .....  | 113 |
| Figura 3.13 - Exemplo de etiqueta de marcação CE de um tijolo do tipo LD [N.7] .....   | 116 |
| Figura 3.14 - Exemplo de etiqueta de marcação CE de um tijolo do tipo HD [N.7].....  | 117 |
| Figura 4.1 - Exemplos de encaixes [N.31] .....   | 124 |
| Figura 4.2 - Bitola do ripado .....  | 125 |
| Figura 4.3 - Dimensões declaradas [N.31] .....   | 126 |
| Figura 4.4 - Dimensões de sobreposição (telhas canudo) .....   | 126 |
| Figura 4.5 - Princípio para a medição das dimensões individuais [N.27].....  | 127 |
| Figura 4.6 - Princípio da medição das dimensões de recobrimento [N.27] .....   | 128 |
| Figura 4.7 - Princípio do controlo da planaridade (telhas planas) [N.27] .....   | 131 |
| Figura 4.8 - Princípio da medição da planaridade em telhas de encaixe, de deslizamento e de recobrimento [N.27].....                     | 132 |
| Figura 4.9 - Plano de referência para a medição da planaridade em telhas de encaixe, de deslizamento e de recobrimento [N.27] .....      | 132 |
| Figura 4.10 - Exemplo de um aparelho para a medição da planaridade de telhas de encaixe, de deslizamento e de recobrimento [N.27] .....  | 133 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 4.11 - Esquema para a medição da planaridade em telhas de encaixe, de deslizamento e de recobrimento (baseado em [N.27]).....                    | 133 |
| Figura 4.12 - Medições de uniformidade dos perfis transversais das telhas canudo e acessórios .....   | 135 |
| Figura 4.13 - Medição da retilinearidade longitudinal numa telha plana (baseado em [N.27]) .....  | 136 |
| Figura 4.14 - Medição da retilinearidade longitudinal numa telha plana de escama (baseado em [N.27])<br>.....   | 136 |
| Figura 4.15 - Medição da retilinearidade transversal numa telha plana (baseado em [N.27]) .....   | 137 |
| Figura 4.16 - Medição da retilinearidade longitudinal numa telha de encaixe ou de deslizamento [N.27]<br>.....  | 137 |
| Figura 4.17 - Medição da retilinearidade longitudinal numa telha de encaixe ou de deslizamento (intradorso da telha para cima) (baseado em [N.27])..... | 138 |
| Figura 4.18 - Medição da retilinearidade longitudinal numa telha canudo [N.27] .....  | 138 |
| Figura 4.19 - Aparelho para medição de retilinearidades [N.27] .....  | 139 |
| Figura 4.20 - Esquema de ensaio - método de ensaio 1 (baseado em [N.5]) .....   | 143 |
| Figura 4.21 - Equipamento para o método de ensaio 2 - moldura sobre a superfície da telha [N.5] ....  | 145 |
| Figura 4.22 - Equipamento para o método de ensaio 2 - moldura em torno da telha [N.5] .....   | 145 |
| Figura 4.23 - Princípio do ensaio da resistência à flexão [N.4] .....   | 147 |
| Figura 4.24 - Ensaio da resistência à flexão em telhas planas [N.4].....  | 148 |
| Figura 4.25 - Princípio do ensaio em telhas de encaixe [N.4] .....  | 149 |
| Figura 4.26 - Ensaio com telhas canudo sem pernes [N.4] .....   | 149 |
| Figura 4.27 - Ensaio de telhas canudo com perne(s) não apoiadas sobre uma única geratriz [N.4] ....   | 150 |
| Figura 4.28 - Ensaio de telhas canudo com perne(s) apoiando-se sobre uma única geratriz [N.4].....  | 150 |
| Figura 4.29 - Exemplo da câmara frigorífica de gelo/degelo para o Método E [N.6].....   | 158 |
| Figura 4.30 - Curva de arrefecimento (com desvio admissível) para o acessório de referência [N.6]..   | 160 |
| Figura 4.31 - Exemplo de telhas cobertas com um pedaço de tecido [N.6].....   | 162 |
| Figura 4.32 - Determinação da absorção de água [N.6] .....  | 167 |
| Figura 4.33 - Etiqueta de marcação CE de telhas planas [N.31].....  | 178 |
| Figura 5.1 - Posições de medições de tijolos com encaixes macho-fêmea [Pr.4].....   | 186 |
| Figura A.1 - Tijolos de furação vertical com sistema de encaixe macho-fêmea e disposição desencontrada dos septos.....                                  | 201 |
| Figura A.2 - Tijolo de furação horizontal com sistema de encaixe macho-fêmea e tijolos perfurados - leitura da esquerda para a direita.....             | 201 |
| Figura A.3 - Tijolos de furação vertical (simples e com sistema de encaixe macho-fêmea) .....   | 201 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura A.4 - Tijolo de furação vertical com sistema de encaixe macho-fêmea, bolsa de argamassa e orifícios de manuseamento.....   | 201 |
| Figura A.5 - Tijolos de furação vertical (com bolsa para argamassa; para enchimento com betão ou argamassa; com encaixe macho-fêmea e orifícios de manuseamento) – leitura da esquerda para direita .....                           | 201 |
| Figura A.6 - Tijolos de furação horizontal (com bolsa para argamassa; formato regular) - leitura de baixo para cima.....  | 201 |
| Figura B.1 - Exemplo de declaração para o sistema 2+ de comprovação da conformidade [B.9] .....   | 203 |
| Figura B.2 - Exemplo de declaração para o sistema 4 de comprovação da conformidade [B.9] .....  | 204 |
| Figura C.1 - Ficha técnica de tijolos de furação vertical LD (exemplo) .....  | 205 |
| Figura D.1 - Telha Lusa (vista de topo).....  | 207 |
| Figura D.2 - Telha lusa (vista de baixo) .....  | 207 |
| Figura D.3 - Telha Marselha (vista de topo) .....   | 208 |
| Figura D.4 - Telha Marselha (vista de baixo).....   | 209 |
| Figura D.5 - Telhas Canudo .....  | 210 |
| Figura D.6 - Telha Plana.....   | 211 |
| Figura E.1 - Exemplo de declaração para o sistema 3 de comprovação da conformidade [B.9] .....  | 213 |
| Figura F.1 - Ficha técnica – Telha Lusa (exemplo).....  | 215 |
| Figura F.2 - Ficha técnica - Telha Marselha (exemplo).....  | 215 |
| Figura G.1 - Medição da massa submersa.....   | 217 |
| Figura G.2 - Aparelho para a determinação da resistência à compressão de tijolos cerâmicos [B.12] .....   | 217 |
| Figura G.3 – Medição da planaridade. Calibração com um plano rectificad (Laboratório da Umbelino Monteiro S.A.).....  | 217 |
| Figura G.4 - Medição da planaridade da telha (Laboratório da Umbelino Monteiro S.A.) .....  | 217 |
| Figura G.5 - Medição da rectilinearidade num bordo longitudinal da telha (Laboratório da Umbelino Monteiro S.A.).....   | 217 |
| Figura G.6 - Medição da rectilinearidade no bordo longitudinal oposto da telha (Laboratório da Umbelino Monteiro S.A.).....   | 217 |
| Figura G.7 - Moldura usada para o ensaio de impermeabilidade numa Telha Marselha .....  | 218 |
| Figura G.8 - Moldura usada para o ensaio de impermeabilidade numa Telha Canudo.....   | 218 |
| Figura G.9 - Aparelho de ensaio para a resistência à flexão em telhas cerâmicas.....  | 218 |
| Figura G.10 - Exemplo de um calço perfilado em madeira dura e uma tira de borracha com dureza DIDC 50 + 5, para o ensaio da resistência à flexão em telhas de encaixe, de deslizamento e de recobrimento (Laboratório do CTCV)..... | 218 |

Figura G.11 - Máquina programável para o ensaio da resistência ao gelo (Laboratório do CTCV)..... 218  
Figura G.12 - Telha ensaiada com má resistência ao gelo (Laboratório do CTCV)..... 218

## ÍNDICE DE QUADROS

|  |     |
|--|-----|
| Quadro 2.1 - Exemplos de Organismos Nacionais de Normalização (ONN's).....   | 40  |
| Quadro 2.2 - Diferentes tipos de normas e sua classificação.....   | 44  |
| Quadro 2.3 - Sistemas da avaliação da conformidade .....   | 50  |
| Quadro 3.1 - Normas de ensaio aplicáveis a tijolos cerâmicos de alvenaria.....   | 56  |
| Quadro 3.2- Requisitos de exactidão para os aparelhos de medição (com base em [N.17]) .....  | 59  |
| Quadro 3.3- Requisitos geométricos para a classificação de tijolos cerâmicos de alvenaria (com base em [N.36]) .....   | 67  |
| Quadro 3.4 - Requisitos das máquinas de ensaio [N.8].....  | 77  |
| Quadro 3.5 - Requisitos para a preparação da superfície dos provetes antes do ensaio de compressão .....   | 78  |
| Quadro 3.6 - Área efectiva carregada de blocos contendo reentrâncias a preencher em obra com argamassa para efeitos de cálculo da resistência à compressão ..... | 82  |
| Quadro 3.7 - Velocidade de aplicação de carga [N.8].....   | 83  |
| Quadro 3.8 - Factor de forma $\delta$ , a aplicar para ter em conta as dimensões dos provetes após regularização das faces [N.8] .....                           | 84  |
| Quadro 3.9 - Classificação das classes de exposição [N.7] .....  | 87  |
| Quadro 3.10 - Categorias de teores de sais solúveis activos [N.7].....   | 92  |
| Quadro 3.11 - Níveis de exposição e parâmetros considerados no sistema de classificação europeu de reacção ao fogo.....  | 100 |
| Quadro 3.12 - Termos e definições para a classificação das classes da resistência ao fogo .....  | 101 |
| Quadro 3.13 - Métodos de ensaio para a determinação das classes de reacção ao fogo .....   | 101 |
| Quadro 3.14 – Classificação da reacção ao fogo de produtos de construção, excluindo os destinados a revestimentos de piso [N.48] .....                           | 102 |
| Quadro 3.15 - Definições complementares ao Quadro 3.14 [B.11].....   | 103 |
| Quadro 3.16 - Valores tabelados de $\lambda_{10,seco}$ , e coeficiente de difusão do vapor de água $\mu$ , para tijolos cerâmicos de alvenaria [N.33] .....      | 104 |
| Quadro 3.17 - Resumo das principais características, métodos de ensaio e requisitos aplicáveis a tijolos cerâmicos para alvenaria, segundo a EN 771-1 .....      | 107 |
| Quadro 3.18 - Características essenciais para a marcação CE de tijolos cerâmicos para alvenaria - Anexo ZA da EN 771-1 [N.7] .....                               | 110 |
| Quadro 3.19 - Sistemas de avaliação da conformidade a adoptar em tijolos cerâmicos.....  | 112 |

|   |     |
|---|-----|
| Quadro 3.20 - Sistemas de avaliação da conformidade aplicáveis a tijolos cerâmicos, de acordo com a <i>Directiva 89/106/CE</i> [D.17] .....   | 112 |
| Quadro 3.21 - Atribuição das tarefas para a avaliação da conformidade dos tijolos cerâmicos de Categoria I (sistema 2+) – <i>Anexo ZA da EN 771-1</i> [N.7] .....                           | 114 |
| Quadro 3.22 - Atribuição das tarefas para a avaliação da conformidade dos tijolos cerâmicos de Categoria II (sistema 4) – <i>Anexo ZA da EN 771-1</i> [N.7] .....                           | 115 |
| Quadro 4.1 - Ensaio do tipo inicial para telhas cerâmicas segundo a EN 1024 .....   | 122 |
| Quadro 4.2 - Requisitos para o valor médio do coeficiente de planaridade [N.31] .....   | 134 |
| Quadro 4.3 - Requisitos para o valor médio da rectilinearidade longitudinal para telhas de encaixe e de deslizamento, telhas de recobrimento e telhas canudo [N.31] .....                   | 140 |
| Quadro 4.4 - Requisitos para o valor médio da rectilinearidade longitudinal e transversal [N.31] .....  | 140 |
| Quadro 4.5 - Exigências para as categorias de impermeabilidade .....  | 146 |
| Quadro 4.6 - Carga mínima de rotura de provetes, após submetidos ao ensaio de resistência à flexão [N.31] .....   | 151 |
| Quadro 4.7 - Métodos de ensaio de gelo/degelo aplicáveis nos diferentes países membros do CEN [N.31] .....  | 151 |
| Quadro 4.8 - Variação da temperatura correspondente a um ciclo de gelo/degelo .....   | 154 |
| Quadro 4.9 - Degradações inadmissíveis nos provetes após o ensaio de gelo/degelo (Método de ensaio C) .....   | 156 |
| Quadro 4.10 - Classificação da resistência ao gelo (Método Único Europeu) .....   | 157 |
| Quadro 4.11 - Interpretação dos resultados para o ensaio da resistência ao gelo/degelo (Método Único Europeu) .....   | 164 |
| Quadro 4.12 - Resumo das principais características, métodos de ensaio e requisitos aplicáveis a telhas cerâmicas e acessórios, segundo a EN 1304 .....                                     | 168 |
| Quadro 4.13 - Características essenciais para a marcação CE de telhas e acessórios cerâmicos para aplicação em coberturas – <i>Anexo ZA da EN 1304</i> [N.31] .....                         | 172 |
| Quadro 4.14 - Características essenciais para a marcação CE de telhas e acessórios cerâmicos para aplicação em revestimento de paredes interiores – <i>Anexo ZA da EN 1304</i> [N.31] ..... | 173 |
| Quadro 4.15 - Características essenciais para a marcação CE de telhas e acessórios cerâmicos para aplicação em revestimento de paredes exteriores – <i>Anexo ZA da EN 1304</i> [N.31] ..... | 173 |
| Quadro 4.16 - Sistemas de atestação de conformidade para telhas e acessórios cerâmicos – <i>Anexo ZA da EN 1304</i> [N.31] .....  | 174 |
| Quadro 4.17 - Sistemas de avaliação da conformidade aplicáveis a telhas e acessórios cerâmicos, de acordo com a <i>Directiva 89/106/CE</i> [D.17] .....                                     | 175 |

|  |     |
|--|-----|
| Quadro 4.18 - Atribuição das tarefas para a avaliação da conformidade para sistema 3 a aplicar em telhas cerâmicas e acessórios – Anexo ZA da EN 1304 [N.31] ..... | 175 |
| Quadro 4.19 - Atribuição das tarefas para a avaliação da conformidade para sistema 4 a aplicar em telhas cerâmicas e acessórios – Anexo ZA da EN 1304 [N.31] ..... | 176 |
| Quadro 5.1 - Incoerências ou falta de informação detectadas nas normas estudadas .....   | 182 |
| Quadro 5.2 - Normas a serem desenvolvidas pelo CEN/TC-125 relacionadas com tijolos cerâmicos para alvenaria.....   | 184 |
| Quadro 5.3- Requisitos de exactidão para os aparelhos de medição [Pr.4] .....  | 186 |
| Quadro D.1 - Telha Lusa - características geométricas médias [B.1] .....   | 207 |
| Quadro D.2 - Telha Marselha - características geométricas médias [B.1].....  | 209 |
| Quadro D.3 - Telha Canudo - características geométricas médias [B.1] .....   | 210 |
| Quadro D.4 - Telha Plana - características geométricas médias [B.1] .....  | 211 |



# **Capítulo 1 – INTRODUÇÃO**



## 1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A normalização, sendo uma ferramenta essencial na procura da melhoria da adequação dos produtos, processos e serviços aos fins para os quais foram concebidos, eliminando obstáculos ao comércio e facilitando a cooperação tecnológica, é um instrumento com notória ascensão no domínio da construção desde a implementação da *Directiva Comunitária dos Produtos de Construção (DPC)*, 89/106/CE [D.17].

Tratando-se de materiais de construção, tanto o tijolo cerâmico para alvenaria como as telhas cerâmicas, têm como enquadramento regulamentar a *Directiva Comunitária dos Produtos de Construção 89/106/CE* [D.17], que prevê a aptidão ao uso destes produtos por referência a especificações técnicas harmonizadas, e exige que estes devam apresentar características tais, que as obras onde venham a ser incorporados satisfaçam as exigências essenciais definidas pela própria.

As normas europeias harmonizadas de referência para os tijolos cerâmicos para alvenaria e telhas cerâmicas são: a *EN 771-1* [N.7] e a *EN 1304* [N.31], respectivamente. Estas definem as características, métodos de ensaio e critérios de aceitação e/ou classificação aplicáveis, remetendo sempre que necessário para outras normas. Definem ainda todas as características essenciais e tarefas a cumprir para a marcação CE dos produtos de acordo com o previsto pela DPC. Assim, quando os produtos se revelam em conformidade com as referidas normas, garantem a capacidade de desempenho da sua função, segundo os níveis declarados.

Esta dissertação foi elaborada segundo as normas integradas no acervo normativo nacional, porém, de acordo com as necessidades, foram feitas por duas vezes referências a normas ISO.

O método adoptado para o tratamento dos resultados dos ensaios foi sempre conivente com a determinação dos parâmetros que permitem alcançar as exigências a satisfazer e/ou classificações a atribuir, não tendo como objectivo elaborar um relatório de ensaio científico.

A presente dissertação não dispensa nem substitui de forma alguma a consulta das normas mencionadas.

## 1.2. OBJECTIVOS E METODOLOGIA

A presente dissertação tem como principal objectivo apresentar uma compilação de todos métodos de ensaio para a determinação das propriedades físicas, químicas e mecânicas dos tijolos cerâmicos para alvenaria e telhas cerâmicas, assim como as exigências e/ou critérios para a classificação aplicáveis, segundo a normalização integrada no acervo normativo nacional, com o intuito de aprofundar os conhecimentos sobre estes dois materiais, e de todos os ensaios que os definem. São ainda apresentadas todas as características essenciais e tarefas a cumprir para a marcação CE dos produtos, de acordo com o previsto pela *Directiva Comunitária dos Produtos de Construção 89/106/CE* [D.17].

A metodologia de investigação adoptada para a elaboração da presente dissertação envolveu uma pesquisa e análise contínua em motores de busca da biblioteca do Instituto Português da Qualidade (IPQ) de todas as normas em vigor, integradas no acervo normativo nacional, relativas a tijolos e telhas cerâmicas.

Para melhor integração no âmbito deste trabalho investigou-se sobre em que consiste a normalização, quais os organismos de normalização mais notáveis ao nível da construção, como é elaborada a integração de normas internacionais em Portugal, o que é a marcação CE e quais os meios previstos para a sua marcação. Paralelamente, foi feito um enquadramento da legislação aplicável ao sistema de normalização e em produtos de construção em Portugal.

Envolveu ainda uma organização permanente de todos os procedimentos de ensaio e critérios de avaliação aplicáveis a todas as características dos materiais analisados, segundo as normas consultadas.

De forma a obter esclarecimentos com peritos no âmbito do objecto de estudo, foram ainda realizadas visitas ao Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro (CTCV) – Organismo de Normalização Sectorial (ONS) nos sectores da Cerâmica e do Vidro – e ao LNEC.

### 1.3. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação encontra-se dividida em 5 capítulos, seguidas das referências bibliográficas e anexos.

No primeiro, e presente capítulo, faz-se um enquadramento geral do assunto e expõem-se os principais objectivos da dissertação.

No início do capítulo II, é feita uma breve descrição acerca da importância da normalização e da sua integração no acervo normativo nacional. Segue-se uma apresentação sumária dos principais aspectos da *Directiva Comunitária dos Produtos de Construção* [D.17] e dos meios definidos para a marcação CE dos produtos de construção e sistemas de avaliação da conformidade.

Os capítulos III e IV apresentam a mesma estrutura, sendo que cada um diz respeito a tijolos cerâmicos para alvenaria e telhas cerâmicas e acessórios, respectivamente. Nestes capítulos são descritos todas as características, métodos de ensaio e critérios de aceitação e/ou classificação aplicáveis, de acordo com a normalização em vigor integrada no acervo normativo nacional. No final destes capítulos, é apresentado um resumo dos assuntos abordados anteriormente, seguindo-se os procedimentos e considerações a tomar para a marcação CE dos produtos de acordo com os sistemas de avaliação da conformidade aplicáveis e exemplos de etiquetagens.

O capítulo V condensa as principais conclusões do trabalho desenvolvido, indica uma série de incoerências detectadas nas normas analisadas e sugere, expondo paralelamente o exemplo da resposta francesa, que seja preparado a nível nacional um conjunto de exigências complementares à *EN 771-1* [N.7] capazes de responder às necessidades do País e dos agentes envolvidos na indústria da construção. Por último, segue-se um subcapítulo acerca do que está actualmente a ser desenvolvido ao nível da normalização no âmbito dos tijolos cerâmicos para alvenaria e telhas cerâmicas.

Para melhor organização e facilidade na consulta das referências bibliográficas, optou-se pela sua separação relativamente ao âmbito a que se insere, sendo que a listagem das normas foi ordenada pela sua referência numérica.



## **Capítulo 2 – INTRODUÇÃO À NORMALIZAÇÃO E MARCAÇÃO CE DOS PRODUTOS DE CONSTRUÇÃO**



## 2.1. INTRODUÇÃO À NORMALIZAÇÃO

### 2.1.1. OBJECTIVOS E IMPORTÂNCIA DA NORMALIZAÇÃO

Segundo a própria norma que a define, *NP EN 45020:2009 – Normalização e actividades correlacionadas. Vocabulário geral* - normalização é, uma “*actividade destinada a estabelecer, face a problemas reais ou potenciais, disposições para a utilização comum e repetida, tendo em vista a obtenção do grau óptimo de ordem, num determinado contexto. A normalização proporciona importantes benefícios, nomeadamente através da melhoria da adequação dos produtos, processos e serviços aos fins para que foram concebidos, eliminando obstáculos ao comércio e facilitando a cooperação tecnológica*” [N.52].

Os objectivos gerais da normalização decorrem da sua própria definição, podendo ter um ou mais objectivos específicos, tais como:

- Capacitar um produto, processo ou serviço em satisfazer um fim definido, sob condições específicas;
- Limitar a variedade – redução do número e tipo de produtos abrangendo uma gama definida e adequada face às necessidades do mercado;
- Compatibilidade – aptidão de produtos, serviços ou processos para serem utilizados conjuntamente nas condições especificadas para satisfazerem as exigências em causa, sem interacção inaceitável;
- Intermutabilidade – faculdade de utilizar produtos, serviços ou processos alternativos para satisfazer os mesmos requisitos;
- Segurança e protecção do ambiente.

De forma sistematizada, a normalização é executada por organismos que contam com a participação de todas as partes interessadas (produtores, consumidores, universidades, laboratórios, centros de pesquisas e entidades governamentais). Um organismo de normalização tem como principal função a elaboração, aprovação e divulgação de normas.

As vantagens mais significativas, que resultam da actividade normativa, podem ser enumeradas, resumidamente como [I.10] [B.2]:

- o fornecimento de meios de comunicação entre todas as partes interessadas;
- uma melhor organização e coordenação do processo produtivo;
- protecção dos interesses dos consumidores, através da garantia de cumprimento de certos requisitos dos bens e dos serviços, desenvolvida de forma coerente;
- promoção da qualidade de vida: segurança, saúde e protecção do ambiente;

- a promoção do comércio, através da supressão dos obstáculos originados pelas diferentes práticas nacionais.

## 2.1.2. ORGANISMOS DE NORMALIZAÇÃO

Geograficamente, os Organismos de Normalização podem ser divididos em três grupos principais: Organismos Internacionais, Organismos Regionais e Organismos Nacionais.

### 2.1.2.1. ORGANISMOS INTERNACIONAIS

Nas organizações internacionais de normalização a participação é aberta a todos os organismos de normalização nacionais existentes. Entre as principais organizações internacionais de normalização destacam-se a International Organization for Standardization (ISO) e a International Electrotechnical Commission (IEC)<sup>1</sup>. Abordar-se-á apenas o organismo internacional ISO, visto ser este o organismo que elabora normas ligadas ao âmbito da construção.

A ISO nasceu da união de duas organizações, a International Federation of the National Standardizing Associations (ISA) formada em Nova Iorque em 1928, e a United Nations Standards Coordinating Committee (UNSCC) fundada em 1944.

Entre 14 e 26 de Outubro de 1946, em Londres, decorreu uma conferência de organizações nacionais de normalização com a participação de 25 países, onde foi decidido criar uma nova organização internacional de normalização com o objectivo de facilitar as trocas de bens e serviços a nível internacional e a unificação das normas destinadas à indústria. Em Fevereiro de 1947, foi oficializada a implantação da ISO.

Actualmente, a International Organization for Standardization (ISO) consiste numa organização não governamental com secretariado central em Genebra, composta por uma rede de 163 organismos nacionais de normalização<sup>2</sup>, contando com um representante por país. A ISO é uma das principais organizações não governamentais a nível mundial, que em regime voluntário se dedica à elaboração de normas técnicas, e que no seu domínio abrange toda a actividade económica, com excepção da electrotecnia e telecomunicações.

Em 1990 a ISO e o CEN (ver 2.1.2.2) assinaram um Acordo de Cooperação Técnica, denominado por “*Acordo de Viena*”. Este acordo, de um modo genérico, contém uma série de

---

<sup>1</sup> A International Electrotechnical Commission (IEC) é a organização líder a nível internacional que elabora normas internacionais para equipamentos eléctricos, electrónicos e tecnologias relacionadas, servindo de base para a normalização nacional.

<sup>2</sup> Dados referentes a Julho de 2010.

mecanismos processuais que asseguram, sempre que possível, que as normas internacionais e as normas europeias sejam compatíveis ou idênticas.

### 2.1.2.2. ORGANISMOS REGIONAIS

Organização regional de normalização é aquela que congrega organismos nacionais de normalização reconhecidos por cada país, situados na mesma área geográfica, política ou económica.

A nível Europeu, destacam-se a Comité Européen de Normalisation (CEN), a Comité Européen de Normalisation Electrotechnique (CENELEC) e a European Telecommunications Standards Institute (ETSI)<sup>3</sup>. Abordar-se-á apenas o organismo CEN, visto ser o organismo europeu ligado ao ramo da construção.

Em 1961, foi criado o Comité Europeu de Coordenação de Normas que veio mais tarde a ser denominado por Comité Europeu de Normalização (CEN). Este dedicou a primeira década ao estudo de documentos de unificação, só depois tendo enveredado pelo estudo de normas.

Em 1975, o seu secretariado central foi transferido de Paris para Bruxelas. Constituiu-se então como uma associação técnica e científica internacional sem fins lucrativos, sob legislação belga.

Actualmente o CEN é um organismo composto por 31 organismos nacionais de normalização<sup>4</sup>, com secretariado central em Bruxelas, que promove a harmonização voluntária de normas técnicas na Europa, designadas por “EN”.

O CEN tem como principal objectivo fortalecer o desenvolvimento do comércio e a troca de serviços, contribuindo para a eliminação de barreiras de natureza técnica. Este organismo trata de assuntos dos mais variados domínios, excluindo os de electrotecnia.

### 2.1.2.3. ORGANISMOS NACIONAIS

Segundo a *EN 45020*, “[um] organismo nacional de normalização (ONN) é um organismo de normalização reconhecido a nível nacional, que reúne as condições para se tornar o membro nacional das correspondentes organizações internacionais e regionais de normalização” [N.52]. Nessa condição, ele é indicado para ser membro da correspondente organização internacional e regional de normalização, e o organismo reconhecido para executar o processo de normalização a nível nacional.

De seguida são mencionados alguns organismos nacionais de normalização reconhecidos nos seus respectivos países:

---

<sup>3</sup> O ETSI, formado em 1988 no parque tecnológico Sophia Antipolis entre Nice e Cannes, França, produz normas de aplicação global para Tecnologias de Informação e Comunicação (ICT – Information and Communications Technologies) incluindo tecnologias fixas, móveis, rádio, convergentes, difusão e internet.

<sup>4</sup> Dados referentes a Julho de 2010.

Quadro 2.1 - Exemplos de Organismos Nacionais de Normalização (ONN's)

|             |  |
|-------------|--|
| Alemanha    | Deutsches Institut für Normung (DIN)                         |
| Argentina   | Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM)  |
| Espanha     | Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) |
| França      | Association Française de Normalisation (AFNOR)               |
| Portugal    | Instituto Português da Qualidade (IPQ)                       |
| Reino Unido | British Standards Institution (BSI)                          |

Como referido, a nível nacional, Portugal é representado pelo Instituto Português da Qualidade (IPQ). Segundo o *3º Artigo do Decreto-Lei n.º 142/2007, de 27 de Abril* [D.13], o IPQ é um instituto público que tem por missão a gestão, coordenação e desenvolvimento do Sistema Português da Qualidade (SPQ)<sup>5</sup>, numa perspectiva de garantir a melhoria da qualidade de produtos, de serviços e de sistemas da qualidade.

Como Organismo Nacional de Normalização, ao IPQ compete ainda promover a elaboração de normas portuguesas, garantindo a coerência e actualidade do acervo normativo nacional e promover o ajustamento de legislação nacional sobre produtos às normas da União Europeia.

No que concerne à participação ao nível internacional, o IPQ assegura a representação de Portugal em inúmeras estruturas europeias e internacionais relevantes para a sua missão, designadamente, no European Committee for Standardization (CEN), no European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC), na International Electrotechnical Commission (IEC), na International Organization for Legal Metrology (OIML), e na International Organization for Standardization (ISO).

## ESTRUTURA DA NORMALIZAÇÃO EM PORTUGAL

Da estrutura nacional de normalização fazem parte do Organismo Nacional de Normalização (ONN), uma série de diferentes Organismos de Normalização Sectorial (ONS), sendo que cada um destes, engloba uma série de Comissões Técnicas Portuguesas de Normalização (CT), formando assim uma pirâmide, representada na Figura 2.1.

<sup>5</sup> O Sistema Português da Qualidade (SPQ), criado pelo *Decreto-Lei n.º 234/93, de 2 de Julho* [D.14] e revisto pelo *Decreto-Lei n.º 4/2002, de 4 de Janeiro* [D.8], assume-se como uma estrutura organizacional que engloba, de forma integrada, as entidades envolvidas na qualidade e que assegura a coordenação dos três Subsistemas - da Normalização, da Qualificação e da Metrologia.

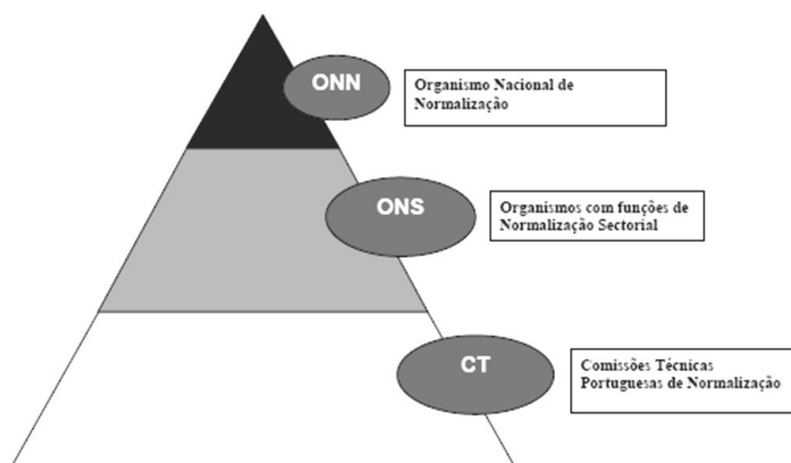


Figura 2.1 - Estrutura da Normalização em Portugal [B.5]

Um Organismo de Normalização Sectorial (ONS) é organismo público, privado ou misto, reconhecido pelo ONN para exercer actividades de normalização num dado domínio.

Os ONS têm como principais funções de coordenar o trabalho das Comissões Técnicas associadas (CT), preparar os planos de normalização, divulgar as actividades normativas do seu sector, prestar esclarecimentos normativos sobre as áreas afectas, entre outros.

De forma sintetizada, uma Comissão Técnica Portuguesa de Normalização (CT) é um órgão técnico que visa a elaboração de normas nacionais e a emissão de pareceres normativos nos respectivos domínios e, no qual participam em regime voluntario, entidades interessadas nas matérias em causa, traduzindo, tanto quanto possível, uma representação equilibrada dos interesses sócio-económicos abrangidos.

Actualmente, a rede de ONS em Portugal engloba 56 entidades, as quais coordenam 107 Comissões Técnicas (CT) inseridas nos respectivos domínios de conhecimento.<sup>6</sup>

### 2.1.3. INTEGRAÇÃO DE NORMAS INTERNACIONAIS E EUROPEIAS EM PORTUGAL

Os estatutos e procedimentos em vigor nos diferentes organismos internacionais e europeus de normalização de que Portugal é membro, determinam que a integração no acervo normativo nacional de normas internacionais ou europeias seja da responsabilidade de cada ONN (neste caso, o IPQ). Assim, a integração de normas internacionais ou europeias no acervo normativo português, é efectuada de acordo com o descrito de seguida.

<sup>6</sup> Dados referentes a Julho de 2010 [I.9].

### 2.1.3.1. NORMAS INTERNACIONAIS

Segundo as regras dos organismos internacionais de normalização - International Organization for Standardization (ISO) e a International Electrotechnical Commission (IEC) - a integração de uma norma internacional é sempre uma opção que compete ao Organismo Nacional de Normalização.

Em regra, o IPQ não integra no acervo normativo nacional as normas ISO em inglês. Sempre que este organismo optar por integrar este tipo de normas (ISO) no acervo normativo português, esta será primeiro homologada e só depois será procedido à integração no acervo normativo nacional, como uma norma NP ISO.

No entanto, na eventualidade de uma norma elaborada em conjunto pela ISO e pelo CEN, ou uma norma elaborada pela ISO e depois aprovada e adoptada pelo CEN (ver “Acordo de Viena” em 2.1.2.1), esta, toma o formato de uma norma EN ISO, sendo assim obrigada a integrar no acervo normativo nacional (visto que Portugal é membro do CEN. Ver 2.1.3.2). Esta norma pode ainda ser homologada, tornando-se numa NP EN ISO.

### 2.1.3.2. NORMAS EUROPEIAS

De acordo com o Regulamento Interno do CEN/CENELEC, as normas europeias emitidas por este organismo devem integrar obrigatoriamente no acervo normativo nacional, em todos os países membros do CEN. Em Portugal, a integração destas normas EN poderá ser feita por adopção caso esta entre directamente no acervo normativo nacional sem qualquer tradução, ou por homologação quando traduzidas para português (NP EN).

Em qualquer destes casos dever-se-á promover, simultaneamente, a anulação ou revisão das normas nacionais que se encontrem em conflito com a norma europeia. Os prazos respectivos encontram-se definidos no preâmbulo (“foreword”) das normas EN, emitidas pelo CEN.

Todas as normas europeias EN ligadas ao sector da construção e integradas no acervo normativo português são elaboradas exclusivamente pelo CEN, ou pelo próprio em conjunto com a ISO.

### HOMOLOGAÇÃO DA VERSÃO PORTUGUESA DE NORMAS EUROPEIAS

A versão portuguesa de uma norma europeia (NP EN) é da competência da CT (Comissão Técnica Portuguesa) inserida no âmbito em causa. A homologação da norma terá de ser elaborada de modo que esta em nada altere o corpo normativo da norma europeia emitida inicialmente pelo CEN.

Caso não exista CT ou esta não tenha disponibilidade, o ONS competente poderá propor ao ONN a aprovação da versão portuguesa de uma norma europeia. Caso não exista nenhuma ONS

dentro do respectivo âmbito, outra entidade portuguesa de reconhecida idoneidade na matéria poderá fazer a proposta para a aprovação da versão portuguesa de uma norma europeia.

## 2.1.4. NORMA

### 2.1.4.1. DEFINIÇÃO DE NORMA

Segundo a *EN 45020*, uma norma é um “*documento, estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido, que define regras, linhas de orientação ou características para actividades ou seus resultados, destinadas a utilização comum e repetida, visando atingir um grau ótimo de ordem, num dado contexto. As normas deverão basear-se em resultados consolidados da ciência, da tecnologia e da experiência e ter em vista a optimização dos benefícios para a comunidade*” [N.52].

Por natureza, uma norma é definida como sendo um documento de aplicação voluntária, podendo, no entanto, tornar-se de cumprimento obrigatório caso essa obrigatoriedade for expressa em legislação ou referida num contracto entre fornecedor e cliente.

Uma norma é composta pelo corpo e elementos complementares da mesma. O chamado corpo é o conjunto das disposições que contêm a essência do documento normativo, compreendendo os elementos gerais relativos ao objectivo e campo de aplicação, respectivas definições e os elementos principais das definições. Certas partes do corpo de um documento normativo podem, por questões práticas, ser introduzidas como anexos (anexos normativos), enquanto outros anexos (ditos informativos) podem constituir apenas elementos complementares, que em nada alteram o conteúdo do documento normativo.

### 2.1.4.2. DIFERENTES TIPOS DE NORMAS

Os termos e definições dos diferentes tipos de normas apresentados no Quadro 2.2 foram retirados da *EN 45020* [N.52], não se pretendendo com esse quadro fornecer uma lista exaustiva e respectiva classificação dos diferentes tipos de normas existentes, mas sim indicar os tipos de normas mais correntes. Estes tipos de normas não se excluem mutuamente. Por exemplo, uma determinada norma de produto poderá igualmente ser considerada como uma norma de ensaio no caso de estipular ainda métodos de ensaio das características do produto em questão.

Quadro 2.2 - Diferentes tipos de normas e sua classificação

| Tipo de norma                | Classificação / Exemplo  |
|------------------------------|--|
| <b>Norma de base</b>         | Norma de âmbito geral ou que contém disposições gerais relativas a um domínio particular.<br>Ex: NP EN 1990:2009 - Eurocódigo - Bases para o projecto de estruturas;   |
| <b>Norma de terminologia</b> | Norma referente a termos, geralmente acompanhados das suas definições e, por vezes, de notas explicativas, ilustrações, exemplos, etc.<br>Ex: NP EN 13306:2007 - Terminologia da manutenção.   |
| <b>Norma de ensaio</b>       | Norma referente a métodos de ensaio, por vezes complementada com outras disposições relativas ao ensaio, tais como amostragem, utilização de métodos estatísticos, sequência de ensaios, etc.<br>Ex: NP EN 772-1:2002 – Métodos de ensaio de blocos para alvenaria. Determinação da resistência à compressão.  |
| <b>Norma de produto</b>      | Norma que especifica os requisitos que um produto ou grupo de produtos, deve satisfazer para assegurar a sua aptidão ao uso. Poderá conter, para além dos requisitos de aptidão ao uso, quer directamente, quer por referência, elementos relativos a terminologia, amostragem, ensaio, embalagem, rotulagem e, por vezes, requisitos do processo.<br>Ex: NP EN 771-1:2006 - Especificações para unidades de alvenaria. Parte 1: Tijolos Cerâmicos para Alvenaria. |
| <b>Norma de processo</b>     | Norma que especifica os requisitos que um processo deve satisfazer para assegurar a sua aptidão ao uso.<br>Ex: NP 1205:1976 - Soldadura. Definições gerais dos processos.  |
| <b>Norma de serviço</b>      | Norma que especifica os requisitos de um serviço deve satisfazer para assegurar a sua aptidão ao uso.<br>Ex: NP EN 15017:2007 - Serviços funerários. Requisitos.   |
| <b>Norma de interface</b>    | Norma que especifica os requisitos relativos à compatibilidade de produtos ou sistemas nos seus pontos de interligação.<br>Ex: NP 3003-21:1999 - Tecnologias da informação. Vocabulário. Parte 21: Interfaces entre sistemas informáticos de processo e processos técnicos.  |

### 2.1.5. IDENTIFICAÇÃO DA ORIGEM DAS NORMAS

A designação das normas é composta por um prefixo alfabético seguido por um código numérico. Apresenta-se de seguida, um conjunto de siglas de identificação da origem das normas aplicáveis no ramo da construção em Portugal e a designação correspondente:

|           |  |
|-----------|--|
| EN        | Norma Europeia elaborada pelo CEN ou CENELEC;  |
| EN ISO    | Norma Europeia elaborada em conjunto pelo CEN e ISO ou elaborada pela ISO e adoptada pelo CEN; |
| ENV       | Pré-Norma Europeia;  |
| ISO       | Norma Internacional elaborada pela ISO;  |
| NP        | Norma Portuguesa actualmente elaborada pelo IPQ;   |
| NP EN     | Versão portuguesa de uma norma EN;   |
| NP EN ISO | Versão portuguesa de uma norma EN ISO;   |
| NP ENV    | Versão portuguesa de uma norma ENV;  |
| NP ISO    | Versão portuguesa de uma norma ISO.  |

## 2.2. MARCAÇÃO CE DOS PRODUTOS DE CONSTRUÇÃO

A marcação CE de um produto é a evidência dada pelo fabricante de que o produto foi concebido em conformidade com as disposições indicadas pelas Directivas da Nova Abordagem<sup>7</sup> que, definindo as exigências essenciais a satisfazer pelos produtos, visam essencialmente em estabelecer segurança, saúde e protecção do ambiente. Após a aposição da marcação CE, os produtos estão autorizados à livre circulação e comercialização no Espaço Económico Europeu (EEE).



Figura 2.2 - Símbolo de Marcação CE

A Directiva Comunitária dos Produtos de Construção (DPC) – *Directiva 89/106/CEE, de 21 de Dezembro de 1988*<sup>8</sup> [D.17], alterada pela *Directiva 93/68/CEE, de 22 de Julho de 1993*<sup>9</sup> [D.18] – é uma

<sup>7</sup> Directivas são actos vinculativos adoptados na União Europeia, dirigidos aos cidadãos da EU através dos Estados membros. Estas devem ser integradas nas legislações nacionais, por meio de uma lei ou um decreto, e de acordo com os termos fixados na própria Directiva [B.9].

“Nova Abordagem” é a expressão por que é conhecida a Resolução do Conselho de Ministros, de 7 de Maio de 1985, segundo a qual as directivas passam a referir os requisitos essenciais de saúde, segurança e bem-estar da sociedade, de protecção do meio ambiente que os produtos devem cumprir e as formas de comprovação da conformidade com esses requisitos. As directivas elaboradas de acordo com esta resolução são comumente designadas por “Directivas Nova Abordagem” [I.9].

<sup>8</sup> Esta directiva foi transposta para a ordem jurídica portuguesa através do *Decreto-Lei n.º 113/93, de 10 de Abril* [D.11], e pela *Portaria n.º 566/93, de 2 de Junho*, do Ministério da Indústria e Energia [D.19].

<sup>9</sup> A referida directiva foi transposta em Portugal pelo *Decreto-Lei n.º 139/95, de 14 de Junho* [D.12], sendo posteriormente alterado pelo *Decreto-Lei n.º 374/98, de 24 de Novembro* [D.15]. Em Janeiro de 2007, sofreu nova alteração pelo Decreto-

das mais importantes Directivas da Nova Abordagem, e foi criada com o objectivo de enquadrar o funcionamento do mercado interno europeu dos produtos de construção, estabelecendo condições para a marcação CE e sua livre circulação no Espaço Económico Europeu (EEE). Para o efeito, define exigências essenciais que os produtos de construção devem satisfazer e remete para especificações técnicas os requisitos que estes devem assegurar.

Assim, a aposição da marcação CE nos produtos de construção não é uma garantia de qualidade mas sim uma garantia de que o produto se apresenta em conformidade com as especificações técnicas aplicáveis e que cumpre as exigências definidas na Directiva dos Produtos de Construção.

### **2.3. DIRECTIVA DOS PRODUTOS DE CONSTRUÇÃO (DPC)**

A DPC distingue-se das restantes Directivas da Nova Abordagem pelas suas especificidades, e particularmente pelo facto de definir exigências essenciais às obras e não aos produtos em si.

A Directiva dos Produtos de Construção estabelece então que, para serem colocados no mercado, os produtos de construção devem estar aptos ao uso a que se destinam, devendo assim apresentar características tais, que as obras onde venham a ser incorporados satisfaçam seis exigências essenciais:

1. Resistência mecânica e estabilidade;
2. Segurança em caso de incêndio;
3. Higiene, saúde e protecção do ambiente;
4. Segurança na utilização;
5. Protecção contra o ruído;
6. Economia de energia e isolamento térmico.

A DPC prevê a aptidão ao uso dos produtos de construção por referência a especificações técnicas harmonizadas - Normas Europeias harmonizadas ou Aprovações Técnicas Europeias (ETA – “*European Technical Approval*”) – que, através de um sistema de avaliação da conformidade (definidos na própria directiva, ver 2.6), visam estabelecer as condições necessárias para a marcação CE dos produtos.

---

-Lei nº 4/2007, de 8 de Janeiro [D.9], o qual, pelo seu Anexo V, procedeu à republicação do Decreto-Lei nº 113/93 [D.11] incorporando as diversas alterações, bem como a Portaria nº 566/93 [D.19].

A ligação entre as exigências essenciais das obras e as especificações técnicas relativas aos produtos é estabelecida por via de Documentos Interpretativos publicados pela Comissão Europeia, elaborando-se um documento para cada exigência essencial [B.6].

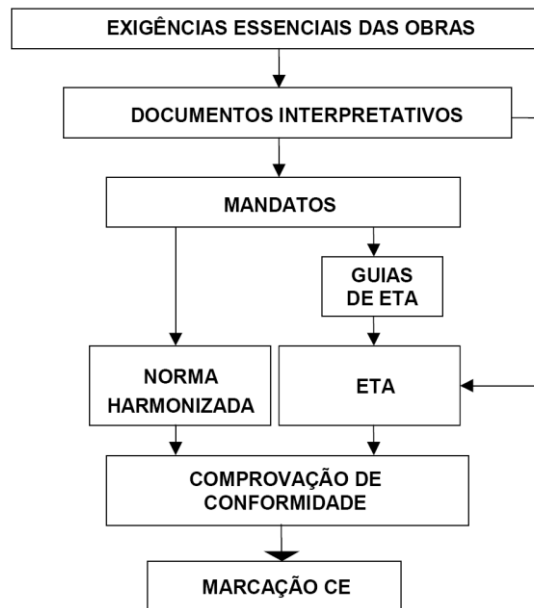


Figura 2.3 - Vias para a marcação CE dos produtos de construção segundo o definido pela DPC

Saliente-se que a DPC não visa uma completa harmonização das regulamentações nacionais, uma vez que os Estados-membros ficam livres de regulamentar nos seus territórios as características técnicas das construções e o seu controlo de execução. Os Estados-membros têm ainda a possibilidade de, na sua regulamentação, determinar o nível de protecção em consonância com as exigências essenciais, desde que esses níveis não introduzam novos obstáculos ao comércio [I.11].

Actualmente, e com perspectivas de aumentar a credibilidade do sistema, a Comissão está a elaborar uma proposta que, se aprovada, irá substituir a Directiva dos Produtos de Construção (DPC) pelo chamado Regulamento dos Produtos de Construção – “*Construction Products Regulation (CPR)*” [I.5].

## 2.4. NORMAS HARMONIZADAS

Normas harmonizadas, ou normas europeias harmonizadas, são normas elaboradas pelas Organizações Europeias de normalização, sob mandato da Comissão Europeia, com o objectivo de dar cumprimento às exigências essenciais da Directiva da Nova Abordagem.

De acordo com a EN 45020, normas harmonizadas são “*normas relativas ao mesmo assunto, aprovadas por diferentes organismos com actividades normativas, que asseguram a intermutabilidade de produtos, processos e serviços, ou o entendimento mútuo dos resultados de ensaios ou da informação fornecida de acordo com estas normas. As normas harmonizadas poderão, no entanto, ter*

diferenças na apresentação e mesmo de conteúdo, por exemplo, nas notas explicativas, nas indicações relativas ao modo de satisfazer os requisitos da norma e nas preferências em caso de alternativas ou variedades” [N.52].

As normas harmonizadas de produtos são acompanhadas por um Anexo ZA (informativo) que visa estabelecer as condições necessárias para a conformidade do produto segundo as exigências impostas pela DPC, viabilizando assim a marcação CE do produto.

A listagem das Normas Europeias harmonizadas é publicada e constantemente actualizada no Jornal Oficial da União Europeia (JOUE) [I.5] e no site da Comissão Europeia – Portal das Empresas e Indústrias [I.1].

#### 2.4.1. ANEXO ZA

Como referido, as normas harmonizadas de produto incluem o Anexo ZA (informativo). Este identifica as exigências impostas e os procedimentos a tomar para a atestação da conformidade do produto, de forma a dar resposta às exigências essenciais da Directiva Comunitária dos Produtos de Construção (DPC) e viabilizar a marcação CE do produto. Este Anexo é composto pelas seguintes secções:

- ZA.1 - Campo de aplicação e características relevantes - onde são identificadas quais as características essenciais para a marcação do produto e as secções da norma onde estas são especificadas;
- ZA.2 - Procedimentos de avaliação da conformidade:
  - ZA.2.1 - Sistemas de avaliação da conformidade em função do produto e da utilização prevista (ver Quadro 2.3);
  - ZA.2.2 - Declaração de conformidade do produtor (consoante o sistema de avaliação de conformidade adoptado para o produto e utilização do mesmo) que o habilita a afixar a marcação CE do produto;
- ZA.3 - Marcação CE e etiquetagem.

Para o caso dos Estados-membros não disporem de requisitos regulamentares aplicáveis a uma ou mais características indicadas no Anexo ZA como sendo essenciais para a marcação CE, então, os fabricantes ao colocarem os seus produtos nesses mercados não são obrigados a determinar ou declarar o desempenho do seu produto em relação a essa(s) característica(s). Nestes casos, e relativamente a essa(s) característica(s), a etiquetagem para a marcação CE apresenta a sigla DND (“desempenho não-determinado”) ou NPD (“no performance determined”).

## 2.5. APROVAÇÃO TÉCNICA EUROPEIA (ETA)

Embora não seja âmbito de estudo da presente dissertação, apresentam-se sumariamente os principais aspectos em que consiste uma Aprovação Técnica Europeia (ETA – “*European Technical Approval*”), visto ser um dos meios definidos pela DPC para marcação CE dos produtos de construção.

As ETA's consistem em apreciações técnicas favoráveis da aptidão ao uso de produtos, estabelecida com base nas exigências essenciais das obras de construção onde esse produto seja incorporado, e destinam-se aos produtos inovadores, para os quais não existam normas europeias harmonizadas ou mandatos para a elaboração das mesmas, ou ainda a produtos que se desvie significativamente das normas harmonizadas.

As Aprovações Técnicas Europeias são concedidas por organismos designados para o efeito pelos respectivos Estados-membros, os quais se agrupam na Organização Europeia de Aprovação Técnica (EOTA – “*European Organisation of Technical Approvals*”), fundada em 1990, em cumprimento da Directiva dos Produtos de Construção.<sup>10</sup>

As ETA's são elaboradas segundo os princípios mencionados nos documentos interpretativos anteriormente referidos e guias de aprovação técnica europeia (ETAG – “*European Technical Approval Guideline*”), elaborados pela EOTA sob mandato da CE [B.7].

As ETA's em vigor são publicadas no próprio site da EOTA [I.4].

## 2.6. SISTEMAS DE AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE

Estão previstos seis sistemas de avaliação da conformidade, definidos pela DPC, aplicáveis aos produtos de construção com marcação CE: 1+, 1, 2+, 2, 3 e 4. Estes são qualificados pelo Quadro 2.3. As especificações técnicas harmonizadas de produto indicam quais os sistemas de avaliação da conformidade aplicáveis ao produto e todos os procedimentos a tomar para a sua marcação.

O modo de comprovação da conformidade é variável consoante o sistema a adoptar e é avaliado de acordo com o risco que o produto representa face aos requisitos essenciais definidos na Directiva dos Produtos de Construção (DPC). Estes sistemas, para além de atribuírem tarefas à responsabilidade do fabricante, envolvem sempre no seu processo (com excepção ao sistema 4), a intervenção de um Organismo Notificado.

Os Organismos Notificados (ou Organismos de avaliação da conformidade) são entidades qualificadas e designadas pelos Estados-membros à Comissão Europeia para intervir nos sistemas de

---

<sup>10</sup> O LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil) é o actual representante português na EOTA.

avaliação da conformidade com as especificações técnicas previstas na DPC. Estes organismos podem ser:

- Organismos de certificação (designados, consoante os casos, para funções de certificação da conformidade dos produtos ou para funções de certificação do controlo interno da produção)
- Organismos de inspeção
- Laboratórios de ensaio

A Comissão Europeia atribui a cada Organismo Notificado um número de identificação e disponibiliza no site da *Nando (New Approach Notified and Designated Organisations) Information System* [1.12] uma “Lista dos Organismos Notificados” para consulta pública.<sup>11</sup>

Quadro 2.3 - Sistemas da avaliação da conformidade

| Entidade                       | Fabricante   | Sistema |     |    |   |    |   |
|--------------------------------|--|---------|-----|----|---|----|---|
|                                |  | 1+      | 1   | 2+ | 2 | 3  | 4 |
| Fabricante                     | Controlo de produção da fábrica  | F       | F   | F  | F | F  | F |
|                                | Ensaio inicial do produto  |         |     | F  | F |    | F |
|                                | Ensaio de amostras colhidas na fábrica de acordo com um programa de ensaios previamente estabelecido | F       | F   | F  |   |    |   |
| Organismo Notificado           | Ensaio inicial do produto  | C/L     | C/L |    |   | L  |   |
|                                | Inspeção inicial da fábrica e do controlo interno de produção  | C/I     | C/I | I  | I |    |   |
|                                | Fiscalização, apreciação e aprovação contínuas do controlo de produção de fábrica                    | C/I     | C/I | I  |   |    |   |
|                                | Ensaio aleatório de amostras colhidas na fábrica, no mercado ou no local da obra.                    | C/I     |     |    |   |    |   |
| <b>Base para a Marcação CE</b> |  | a)      |     | b) |   | c) |   |

Notas:

- a) Declaração de conformidade pelo fabricante com base num certificado de conformidade do produto
- b) Declaração de conformidade pelo fabricante com base num certificado de conformidade do controlo interno da produção
- c) Declaração de conformidade pelo fabricante

Legenda:

- F – Fabricante
- L – Laboratório
- I – Organismo de Inspeção
- C – Organismos de Certificação

<sup>11</sup> Actualmente (Agosto de 2010), existem 34 Organismos Notificados em Portugal.

O objectivo dos ensaios iniciais do produto é, como o próprio nome indica, ensaiar amostras do produto, de forma a garantir que todos os produtos do mesmo tipo (com mesmas características, método de produção e origem da extracção das matérias primas) possam cumprir com sucesso os mesmos requisitos, por ensaios similares.

Da análise do quadro anterior, salientam-se os seguintes aspectos:

- Todos os sistemas de avaliação da conformidade integram um controlo interno de produção da responsabilidade do fabricante, que visa a necessidade de o fabricante demonstrar que o processo interno de fabrico é controlado com regularidade. Todos os sistemas integram também ensaios de tipo iniciais, a cargo do fabricante ou de um organismo notificado, consoante o sistema;
- Com excepção do sistema 4, onde a responsabilidade das tarefas incumbe apenas ao fabricante, em todos os outros sistemas intervêm organismos notificados que, consoante as tarefas a realizar, podem ser de três tipos: Organismos de certificação (para funções de certificação de conformidade dos produtos ou para funções do controlo interno de produção, Organismos de inspecção ou Laboratórios de ensaios;
- Em todos os sistemas de avaliação de conformidade, para a marcação CE, o fabricante deve emitir uma declaração de conformidade com base nos certificados de conformidade mencionados no Quadro 2.3, exceptuando nos sistemas 3 e 4 em que a base para a marcação CE apenas depende da declaração de conformidade dada pelo próprio.



## **Capítulo 3 – TIJOLOS CERÂMICOS PARA ALVENARIA**



### 3.1. INTRODUÇÃO AOS TIJOLOS CERÂMICOS

Os tijolos cerâmicos de alvenaria são materiais produzidos com argila ou outros materiais argilosos, com ou sem areia, combustíveis ou outros aditivos, cozidos a uma temperatura suficientemente elevada a fim de ser obtida uma ligação cerâmica [N.7].

Como materiais de construção, os tijolos cerâmicos para alvenaria têm como enquadramento regulamentar a *Directiva dos Produtos de Construção 89/106/CE* [D.17], que prevê a aptidão ao uso destes produtos por referência a especificações técnicas harmonizadas, e exige que estes apresentem características tais, que as obras onde venham a ser incorporados satisfaçam as exigências essenciais definidas pela própria.

Na continuação deste capítulo, descrevem-se todas as características, ensaios e exigências aplicáveis a tijolos cerâmicos para alvenaria de acordo com a normalização em vigor, integrada no acervo normativo nacional.

### 3.2. GENERALIDADES

A norma europeia harmonizada de referência para os tijolos cerâmicos é a *NP EN 771-1:2006 – Especificações para unidades de alvenaria. Parte 1: Tijolos Cerâmicos para Alvenaria* [N.7]. Esta norma define as características, ensaios e critérios de aceitação aplicáveis em tijolos cerâmicos destinados à construção de alvenarias, sendo que, quando estes se revelam estar em conformidade com a norma, garantem a capacidade de desempenhar a sua função segundo os níveis de desempenho declarados. As características especificadas nesta norma são avaliadas segundo os métodos de ensaio normalizados da série *EN 772 – Métodos de ensaio de blocos para alvenaria*.

O Quadro 3.1 lista todas as normas de ensaio para a avaliação das características de tijolos cerâmicos de alvenaria.

Quadro 3.1 - Normas de ensaio aplicáveis a tijolos cerâmicos de alvenaria

| Característica                                    | Norma(s) de Ensaio                         |
|---|--|
| Dimensões   | EN 772-16 [N.17]                           |
| Paralelismo das faces dos leitos                  | EN 772-16 [N.17]                           |
| Planeza das faces dos leitos                      | EN 772-20 [N.22]                           |
| Espessuras das paredes externas e septos          | EN 772-16 [N.17]                           |
| Espessura combinada das paredes externas e septos | EN 772-16 [N.17]                           |
| Volume total de vazios moldados                   | EN 772-9 [N.13]                            |
| Volume líquido e percentagem de vazios            | EN 772-3 [N.10]                            |
| Massa volúmica                                    | EN 772-13 [N.16]                           |
| Resistência à compressão                          | EN 772-1 [N.8]                             |
| Propriedades térmicas                             | EN 1745 [N.33]                             |
| Durabilidade                                      | EN 771-1, Anexo B [N.7]                    |
| Absorção de água                                  | EN 771-1, Anexo C [N.7]<br>EN 772-7 [N.12] |
| Taxa inicial de absorção de água                  | EN 772-11 [N.15]                           |
| Teor de sais solúveis activos                     | EN 772-5 [N.11]                            |
| Expansão com a humidade                           | EN 772-19 [N.20]                           |
| Reacção ao fogo                                   | EN 13501-1 [N.48]                          |
| Permeabilidade ao vapor de água                   | EN 1745 [N.33]                             |
| Aderência   | EN 1052-3 [N.28]                           |

Os métodos de ensaio e requisitos definidos pela *EN 771-1* [N.7] e ao longo deste capítulo, não são geralmente aplicáveis a tijolos de formato especial, ou seja, a tijolos de alvenaria que não têm um formato de um paralelepípedo rectangular e que sejam formados com o objectivo de desempenhar uma função específica, por exemplo, completar a geometria da alvenaria.

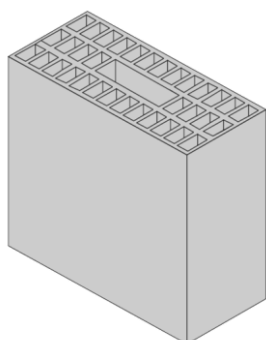
A *EN 771-1* [N.7] enquadra os tijolos cerâmicos para alvenaria em dois grupos onde se distinguem consoante o valor da massa volúmica seca bruta:

- Tijolos LD (“*low density*”) - Unidades cerâmicas para alvenaria com massa volúmica seca bruta menor ou igual que  $1000 \text{ kg/m}^3$  para utilização em alvenaria protegida<sup>12</sup>.

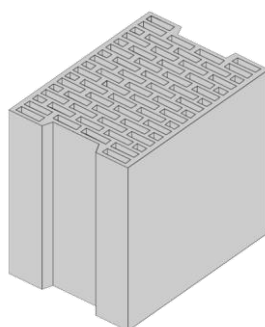
<sup>12</sup> “Alvenaria protegida - Alvenaria que é protegida contra a penetração de água. Pode ser alvenaria de paredes exteriores que é protegida (por exemplo, por uma camada de reboco ou por um revestimento), ou a parede interior de uma parede dupla, ou ainda uma parede interior. Pode ser resistente ou não resistente” [N.7]. Uma camada de reboco com pelo menos 2 cm de espessura ou outro meio de revestimento que garanta uma protecção superior ou equivalente, é suficiente para proteger a alvenaria contra a penetração de água [B.9]. Este é o tipo de tijolo mais corrente em Portugal.

- Tijolos HD (“*high density*”) abrangendo:
  - Todas as unidades cerâmicas para utilização em alvenaria não protegida<sup>13</sup>;
  - Unidades cerâmicas para alvenaria com massa volúmica seca bruta maior que 1000 kg/m<sup>3</sup> para utilização em alvenaria protegida.

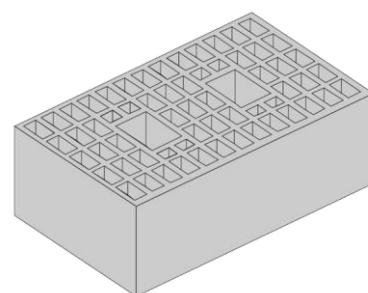
EXEMPLOS DE TIJOLOS LD:



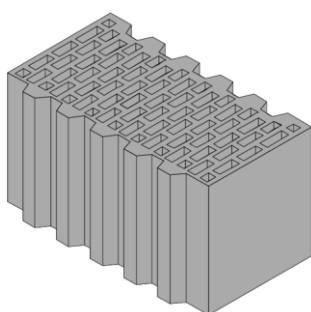
Tijolo de furação vertical



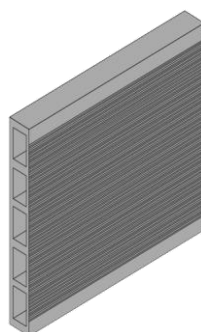
Tijolo de furação vertical com bolsa para argamassa



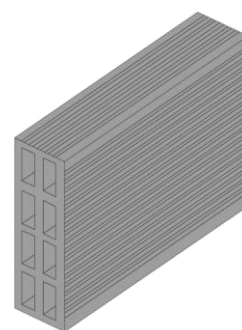
Tijolo de furação vertical com orifícios de manuseamento



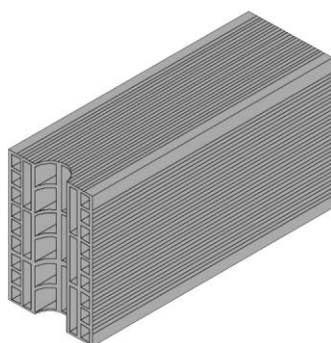
Tijolo de furação vertical com sistema de encaixe macho-fêmea



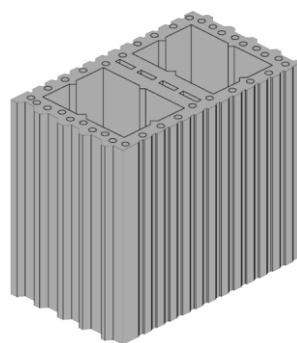
Tijolo de furação horizontal (paredes divisórias)



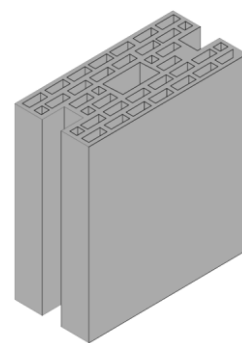
Tijolo de furação horizontal com estrias de reboco



Tijolo de furação horizontal com bolsa para argamassa



Tijolo para enchimento com betão ou argamassa



Tijolo para painéis em alvenaria

Figura 3.1 - Exemplos de tijolos LD [N.7]

<sup>13</sup> “Alvenaria não protegida - Alvenaria que não é protegida contra a penetração de água” [N.7].

## EXEMPLOS DE TIJOLOS HD:

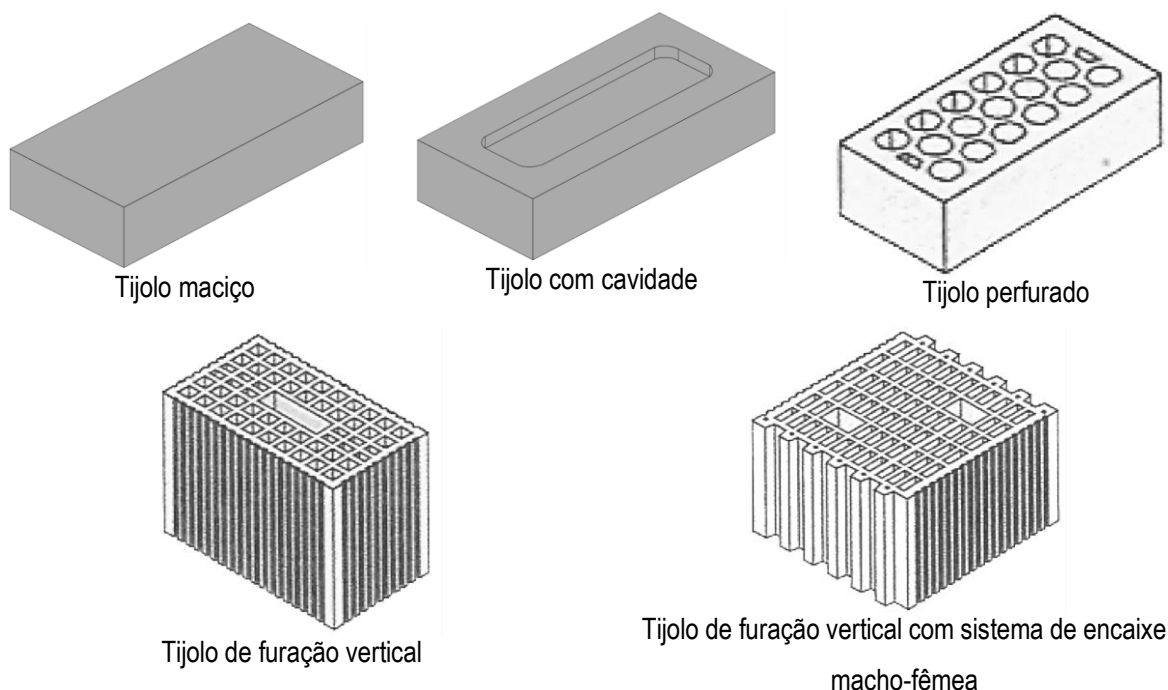


Figura 3.2 - Exemplos de tijolos HD (com base em [N.7])

Apresentam-se no Anexo A fotografias de tijolos cerâmicos para alvenaria.

### 3.3. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

As características geométricas a determinar em tijolos cerâmicos de alvenaria, segundo a normalização em vigor, são:

- Dimensões;
- Paralelismo plano das faces dos leitos;
- Planeza das faces dos leitos.

As duas primeiras características mencionados devem ser ensaiadas de acordo com a *NP EN 772-16:2002 – Método de ensaio de blocos para alvenaria. Parte 16: Determinação de dimensões* [N.17] e respectivas emendas, sendo que o erro de medição máximo dos aparelhos de medição deve estar em conformidade com os requisitos de exactidão apresentados no Quadro 3.2.

A determinação da planeza das faces dos leitos é feita segundo o método especificado na *NP EN 772-20:2000/A1:2005 - Methods of test for masonry units - Part 20: Determination of flatness of faces of masonry units* [N.21].

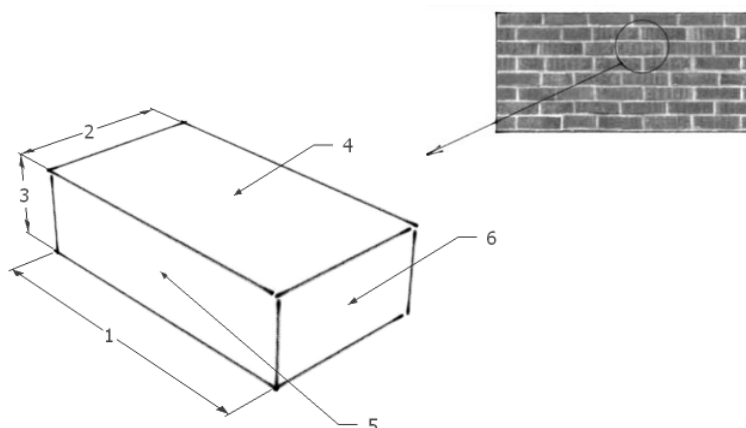
Quadro 3.2- Requisitos de exactidão para os aparelhos de medição (com base em [N.17])

| Tolerância dimensional conforme especificado em 3.3.1.2.1 (mm) | Erro de medição (máximo) (mm) |
|--|-------------------------------|
| $\leq 1$   | 0,2                           |
| $\geq 1$   | 0,5                           |

### 3.3.1. DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES

As dimensões de tijolos cerâmicos de alvenaria devem ser declaradas pelo produtor em milímetros segundo a ordem: “comprimento” x “largura” x “altura” (ver Figura 3.3). Por exemplo, para um tijolo 30x20x11 de uma dada marca, as dimensões fornecidas pelo produtor foram 290x187x106 mm.

Além disso, o produtor pode ainda declarar as dimensões de coordenação<sup>14</sup>.



Legenda:

- |                 |            |          |
|-----------------|------------|----------|
| 1 - Comprimento | 3 - Altura | 5 - Face |
| 2 - Largura     | 4 - Leito  | 6 - Topo |

Figura 3.3 - Dimensões e superfícies

De acordo com a EN 771-1 [N.7] e com a EN 772-16 [N.17], a medição das dimensões de tijolos cerâmicos é determinada com o auxílio de um paquímetro em conformidade com o Quadro 3.2, em que a largura das pontas de medição deste não deve ser inferior a 5 mm nem superior a 10 mm, através de um dos seguintes procedimentos de medição:

- Quando pelo menos duas das dimensões da unidade declaradas pelo fabricante não excedem 250 mm, 125 mm e 100 mm de comprimento, largura, e altura respectivamente, a medição deve ser efectuada aproximadamente no centro de cada provete, nas posições indicadas na Figura 3.4 a), alinhando as pontas de medição do paquímetro com as posições das linhas a

<sup>14</sup> “Dimensões de coordenação - Dimensões de espaço de coordenação atribuído a um tijolo de alvenaria, incluindo intervalos para juntas e tolerâncias” [N.7].

tracejado. A medição da altura é determinada pela média de duas medições, sendo a segunda medição feita transversalmente à linha tracejada pelo meio do tijolo;

- b) Para tijolos que não satisfaçam os requisitos anteriores, devem ser efectuadas duas medições próximo das arestas de cada provete nas posições indicadas na Figura 3.4 b);
- c) Para provetes com superfícies irregulares (encaixes macho e fêmea, reentrâncias para manuseamento, etc), devem também ser efectuadas duas medições próximo das arestas de cada provete, sem considerar as particularidades deste, conforme indicado na Figura 3.4 c).

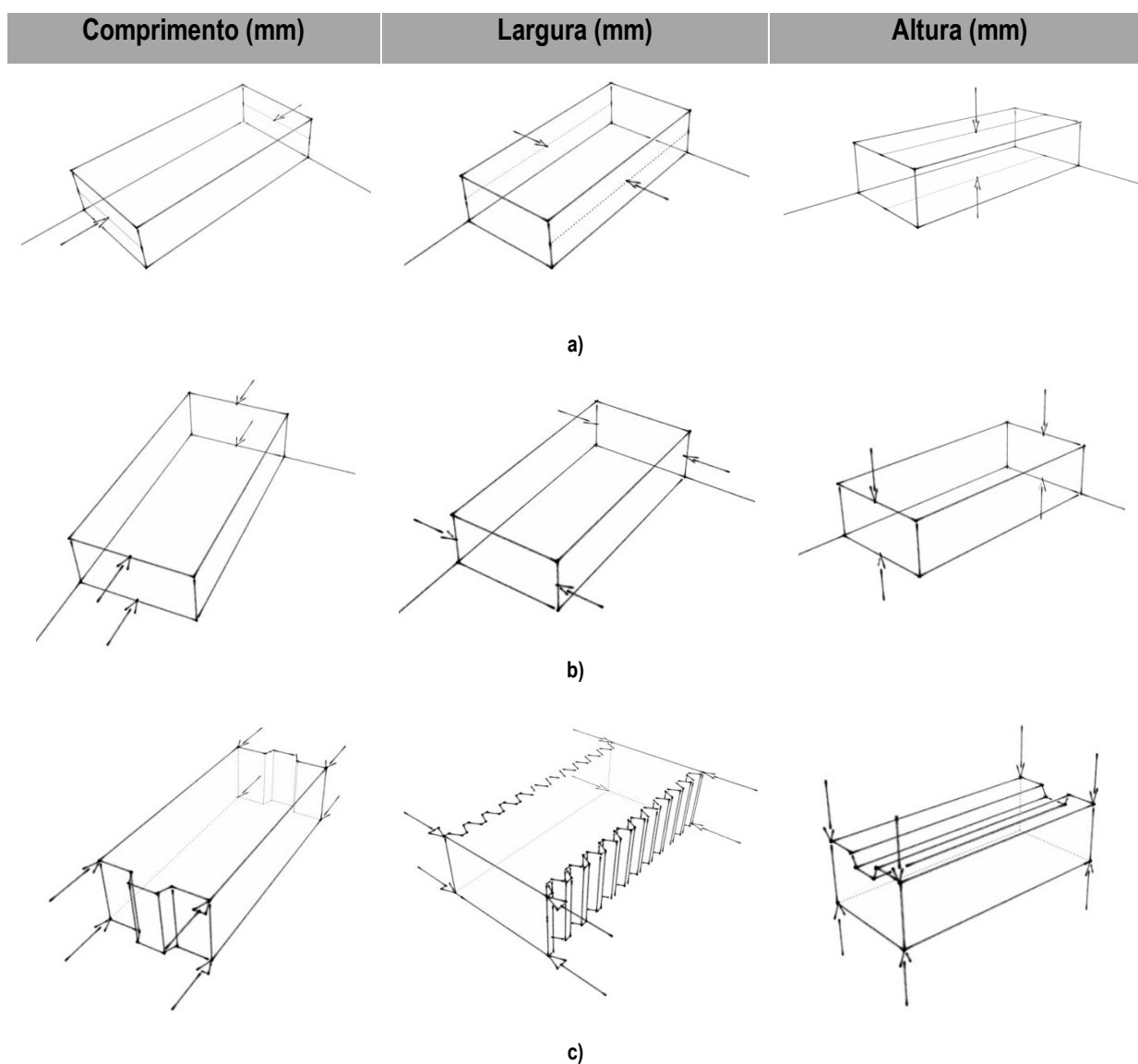


Figura 3.4 a) b) c) - Posições de medição

### 3.3.1.1. CÁLCULO E EXPRESSÃO DOS RESULTADOS

Para o caso de ser adoptada a opção a), exprimir o comprimento,  $l_u$ , largura,  $w_u$ , e altura,  $h_u$ , de cada provete com arredondamento a 0,2 mm ou 0,5 mm, dependendo da tolerância especificada na parte aplicável do Quadro 3.2.

Se a opção b) for a adoptada, calcular o comprimento,  $l_u$ , largura,  $w_u$ , e altura,  $h_u$ , de cada provete como a média das duas medições, expressa com arredondamento a 0,2 mm ou 0,5 mm, dependendo da tolerância especificada na parte aplicável do Quadro 3.2.<sup>15</sup>

Calcular o comprimento, largura e altura do provete como a média dos valores individuais obtidos. Exprimir o resultado com arredondamento a 0,5 mm quando o erro máximo de medição for 0,2 mm, ou com arredondamento a 1 mm quando o erro máximo de medição for 0,5 mm.

### 3.3.1.2. TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS DECLARADAS

O produtor deve declarar a qual das categorias de tolerância de valores médios, apresentadas seguidamente em 3.3.1.2.1, correspondem os tijolos cerâmicos.

Quando for relevante na utilização para o qual o tijolo é colocado no mercado, o produtor deve também declarar a qual das categorias das amplitudes apresentadas em 3.3.1.2.2 correspondem os tijolos cerâmicos de um dado fornecimento.

*“Esta declaração adicional pode ser feita por exemplo em relação a:*

- *Obtenção da exactidão requerida para a alvenaria (planeza, aderência e juntas finas)*
- *Utilização de desenhos de pormenor de projecto para cumprir esses requisitos” [N.7].*

#### 3.3.1.2.1. TOLERÂNCIA DO VALOR MÉDIO

Segundo a EN 771-1 [N.7], após se proceder ao ensaio da determinação das dimensões dos tijolos cerâmicos para alvenaria, a diferença entre o valor de uma dada dimensão declarada  $d_i$ , e o valor médio obtido no ensaio para essa dimensão,  $d_m$ , não deve ser superior à tolerância declarada pelo produtor para uma das seguintes categorias, em que o valor deve ser arredondado ao milímetro inteiro mais próximo:

$$d_i - d_m \leq \text{Categoria da tolerância declarada} \quad (\text{mm})$$

<sup>15</sup> A norma não refere nenhum método de tratamento de resultados para as medições efectuadas segundo o procedimento da alínea c).

Para unidades de tijolos LD:

|             |   |   |
|-------------|---|---|
| <b>T1:</b>  | $\pm 0,40 \cdot \sqrt{\text{dimensão de fabricação}}$ | mm ou 3 mm consoante for o maior valor                                |
| <b>T1+:</b> | $\pm 0,40 \cdot \sqrt{\text{dimensão de fabricação}}$ | mm ou 3 mm para o comprimento e largura consoante for o maior valor e |
|             | $\pm 0,05 \cdot \sqrt{\text{dimensão de fabricação}}$ | mm ou 1 mm de altura consoante for o maior valor                      |
| <b>T2:</b>  | $\pm 0,25 \cdot \sqrt{\text{dimensão de fabricação}}$ | mm ou 2 mm consoante for o maior valor                                |
| <b>T2+:</b> | $\pm 0,25 \cdot \sqrt{\text{dimensão de fabricação}}$ | mm ou 2 mm para o comprimento e largura consoante for o maior valor e |
|             | $\pm 0,05 \cdot \sqrt{\text{dimensão de fabricação}}$ | mm ou 1 mm de altura consoante for o maior valor                      |

ou **Tm** Tolerância, em mm, declarada pelo fabricante (pode ser mais larga ou mais estreita que as outras categorias)

Para unidades de tijolos HD:

|            |   |  |
|------------|---|--|
| <b>T1:</b> | $\pm 0,40 \cdot \sqrt{\text{dimensão de fabricação}}$ | mm ou 3 mm consoante for o maior valor |
| <b>T2:</b> | $\pm 0,25 \cdot \sqrt{\text{dimensão de fabricação}}$ | mm ou 2 mm consoante for o maior valor |

ou **Tm** Tolerância, em mm, declarada pelo fabricante (pode ser mais larga ou mais estreita que as outras categorias)

### 3.3.1.2.2. AMPLITUDE

Segundo a *EN 771-1* [N.7], se o produtor optar por declarar a categoria de amplitude, então, após se proceder ao ensaio da determinação das dimensões, a amplitude máxima para uma dada dimensão em todos os provetes ensaiados (isto é, a diferença entre o maior e o menor valor da dimensão determinada,  $d_{max}$  e  $d_{min}$ , respectivamente), não deve ser superior à amplitude declarada pelo produtor para uma das seguintes categorias, em que o valor deve ser arredondado ao milímetro inteiro mais próximo:

$$d_{max} - d_{min} \leq \text{Categoria de amplitude declarada} \quad (\text{mm})$$

Para unidades de tijolos LD:

|             |  |  |
|-------------|--|--|
| <b>R1:</b>  | $0,6 \cdot \sqrt{\text{dimensão de fabricação}}$ | mm   |
| <b>R1+:</b> | $0,6 \cdot \sqrt{\text{dimensão de fabricação}}$ | mm para o comprimento e largura e 1,0 mm para a altura |

- R2:**  $0,3 \cdot \sqrt{\text{dimensão de fabricação}}$  mm
- R2+:**  $0,3 \cdot \sqrt{\text{dimensão de fabricação}}$  mm para o comprimento e largura e 1,0 mm para a altura
- ou **Rm** amplitude, em mm, declarada pelo produtor (pode ser mais larga ou mais estreita que as outras categorias)

Para unidades de tijolos HD:

- R1:**  $0,6 \cdot \sqrt{\text{dimensão de fabricação}}$  mm
- R2:**  $0,3 \cdot \sqrt{\text{dimensão de fabricação}}$  mm
- ou **Rm** amplitude, em mm, declarada pelo produtor (pode ser mais larga ou mais estreita que as outras categorias)

### 3.3.2. PARALELISMO PLANO DAS FACES DOS LEITOS

Quando os tijolos cerâmicos de alvenaria se destinam a utilizações com camadas finas de argamassa, o produtor deve declarar o desvio máximo do paralelismo plano das faces dos leitos.

Segundo a *Emenda A2 da EN 772-16* [N.19], a determinação desta característica é feita com o auxílio de um aparelho de medição em conformidade com os requisitos de exactidão apresentados anteriormente no Quadro 3.2, através do seguinte procedimento de medição:

Assegurar que o tijolo se encontre numa posição estável sobre uma superfície dimensionalmente lisa e medir a distância da superfície lisa ao topo do tijolo, nos quatro cantos (ver Figura 3.5). Registrar o valor de cada medição aproximado a 0,2 mm.

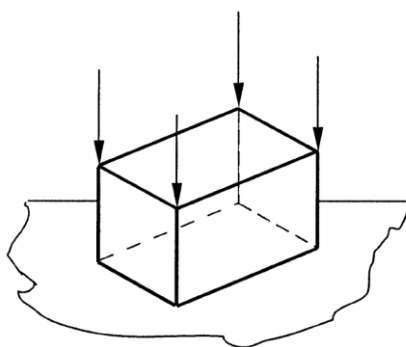


Figura 3.5 - Determinação do paralelismo das faces dos leitos [N.19]

Calcular o desvio do paralelismo plano das faces do leito do tijolo, pela diferença entre o valor máximo e mínimo das quatro medições efectuadas, arredondado o resultado a 0,2 mm.

O desvio do paralelismo plano das faces dos leitos é dado pelo maior valor obtido em todos os provetes ensaiados.

## EXIGÊNCIAS

Segundo a *EN 771-1* [N.7], o desvio do paralelismo plano das faces dos leitos não deve exceder o valor declarado.

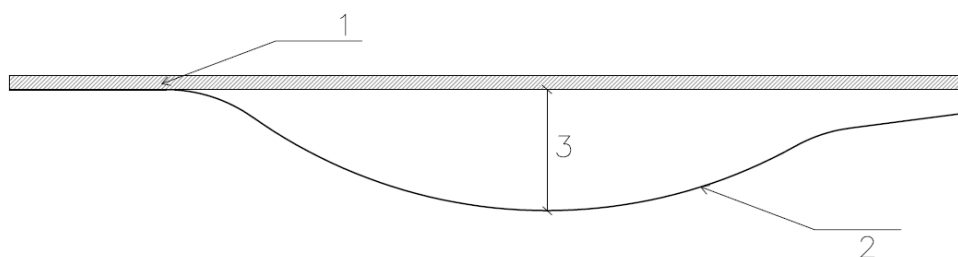
## 3.3.3. PLANEZA DAS FACES DOS LEITOS

De acordo com a *EN 771-1* [N.7], quando os tijolos cerâmicos de alvenaria se destinam a utilizações com camadas finas de argamassa, o produtor deve declarar o desvio máximo da planeza das faces do leito. Como referido, esta característica é determinada segundo a *EN 772-20* [N.21], pelo seguinte procedimento de medição:

Assegurar que o tijolo esteja posicionado de forma estável antes de efectuar as medições.

Colocar uma régua graduada sobre cada diagonal sucessivamente e, utilizando um apalpa folgas, medir e registar a distância entre a face do tijolo e a régua graduada, arredondando o valor a 0,05 mm do seguinte modo:

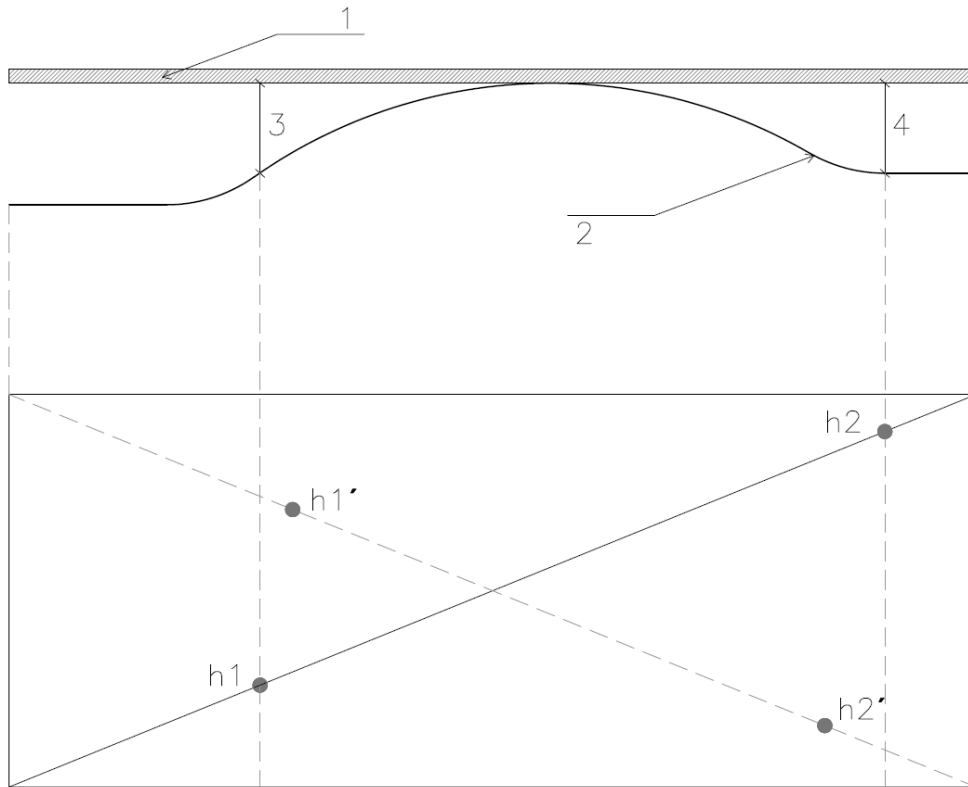
- Em zonas côncavas, medir a maior distância entre a face do tijolo e a régua (ver o exemplo da Figura 3.6);
- Em zonas convexas, colocar a régua graduada de forma a que a maior distância em relação à face de cada lado do ponto de contacto seja aproximadamente igual (ver o exemplo da Figura 3.7).



Legenda:

- 1 – régua posicionada numa diagonal de uma das faces do tijolo;
- 2 – face côncava do tijolo;
- 3 –  $h_{max}$  - maior distância entre a face do tijolo e a régua (nota: a maior distância não tem necessariamente que corresponder ao ponto médio de medição).

Figura 3.6 - Exemplo para a medição da planeza para faces côncavas (ampliação exagerada)



Legenda:

- 1 – régua posicionada numa diagonal de uma das faces do tijolo;
- 2 – face convexa do tijolo;
- 3 –  $h_1$  - maior distância entre a face do tijolo e a régua, de forma a que  $h_1 \approx h_2$
- 4 –  $h_2$  - maior distância entre a face do tijolo e a régua, de forma a que  $h_1 \approx h_2$

Figura 3.7 - Exemplo para a medição da planeza para faces convexas (ampliação exagerada)

### CÁLCULO E EXPRESSÃO DOS RESULTADOS

Em faces com zonas côncavas, calcular para cada diagonal, o afastamento médio da planeza  $H_{médio}$ , como a média das distâncias máximas entre a face do tijolo e a régua graduada,  $h_{max}$ .

Em faces com zonas convexas, calcular pelas seguintes expressões e para cada diagonal, a média das distâncias máximas entre a face do tijolo e a régua graduada (ver o exemplo da Figura 3.7). Calcular o afastamento médio da planeza,  $H_{médio}$ , como a média desses dois resultados.

$$\bar{h}_{max} = \frac{h_1 + h_2}{2} \quad ; \quad \bar{h}'_{max} = \frac{h_1' + h_2'}{2} \quad (mm)$$

$$H_{médio} = \frac{\bar{h}_{max} + \bar{h}'_{max}}{2} \quad (mm)$$

Em ambos os casos, exprimir a média dos afastamentos de planeza com arredondamento a 0,1 mm.

## EXIGÊNCIAS

Segundo a EN 771-1 [N.7], o desvio da planeza das faces dos leitos obtido não deve exceder o valor declarado.

### 3.4. CONFIGURAÇÃO

#### 3.4.1. GENERALIDADES

Quando for relevante para as utilizações previstas para os tijolos cerâmicos de alvenaria colocados no mercado, a configuração destes deve ser declarada. Esta declaração pode ser feita por referência a um dos grupos definidos na EN 1996-1-1:2005 - Eurocode 6 - Design of masonry structures - Part 1-1: General rules for reinforced and unreinforced masonry structures [N.36] ou na EN 1996-1-2:2005 - Design of masonry structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design [N.38] (ver Quadro 3.3) e/ou pode incluir um ou mais itens como os da seguinte lista, conforme aplicável:

- *“Formato e dispositivos, incluindo a direcção das perfurações (por meio de um desenho ou ilustração, quando relevante)*
- *Volume de todos os vazios moldados em percentagem de comprimento × largura × altura do tijolo;*
- *Volume maior de todos os vazios moldados em percentagem de comprimento × largura × altura do tijolo;*
- *Volume dos orifícios de manuseamento em percentagem de comprimento × largura × altura do tijolo;*
- *Espessura dos septos;*
- *Espessura das paredes externas do tijolo;*
- *Espessura combinada de septos e paredes externas de face a face do tijolo;*
- *Espessura combinada de septos e paredes externas de topo a topo do tijolo;*
- *Área de vazios numa face de leito em percentagem de comprimento × largura × altura do tijolo” [N.7].*

Segundo a EN 771-1, “cada valor declarado deve ser fixado quer como um limite superior, quer como um limite inferior, quer como uma amplitude de valores” [N.7]. Após se proceder aos ensaios em conformidade com a EN 772-16 [N.17], a EN 772-9 [N.13] e a EN 772-3 [N.10], pelos métodos descritos

de seguida, o valor médio derivado das medições da amostra de ensaio deve situar-se dentro da amplitude ou limite declarado.

Quadro 3.3- Requisitos geométricos para a classificação de tijolos cerâmicos de alvenaria (com base em [N.36])

|  | Grupos de unidade de alvenaria (aplicáveis a tijolos cerâmicos) |  |                    |             |                    |                        |                    |
|--|---|--|--------------------|-------------|--------------------|------------------------|--------------------|
|  | Grupo 1   | Furação vertical   |                    |             |                    | Furação horizontal     |                    |
|  |   | Grupo 2  | Grupo 3            |             | Grupo 4            |                        |                    |
| Volume de furação total (em % do volume bruto)                                     | ≤ 25  | > 25 ; ≤ 55  |                    | ≥ 25 ; ≤ 70 |                    | > 25 ; ≤ 70            |                    |
| Volume de qualquer furo (em % do volume bruto)                                     | ≤ 12,5  | cada um dos furos ≤ 2 orifícios de manuseamento até um total de 12,5 |                    |             |                    | cada um dos furos ≤ 30 |                    |
| Valores declarados para a espessura dos septos e paredes exteriores                | Sem exigências  | septos   | paredes exteriores | septos      | paredes exteriores | septos                 | paredes exteriores |
|  |   | ≥ 5  | ≥ 8                | ≥ 3         | ≥ 6                | ≥ 5                    | ≥ 6                |
| Espessura combinada dos septos e paredes exteriores declarada (% da largura total) | Sem exigências  | ≥ 16   |                    | ≥ 12        |                    | ≥ 12                   |                    |

No entanto, especificamente para tijolos HD com cavidade, a EN 771-1 [N.7] indica que o volume da cavidade não deve exceder 20% do volume total bruto do tijolo.

A título ilustrativo apresenta-se na Figura 3.8 um conjunto de tijolos cerâmicos LD que permite a visualização directa de algumas das características que um tijolo deste tipo pode ter.

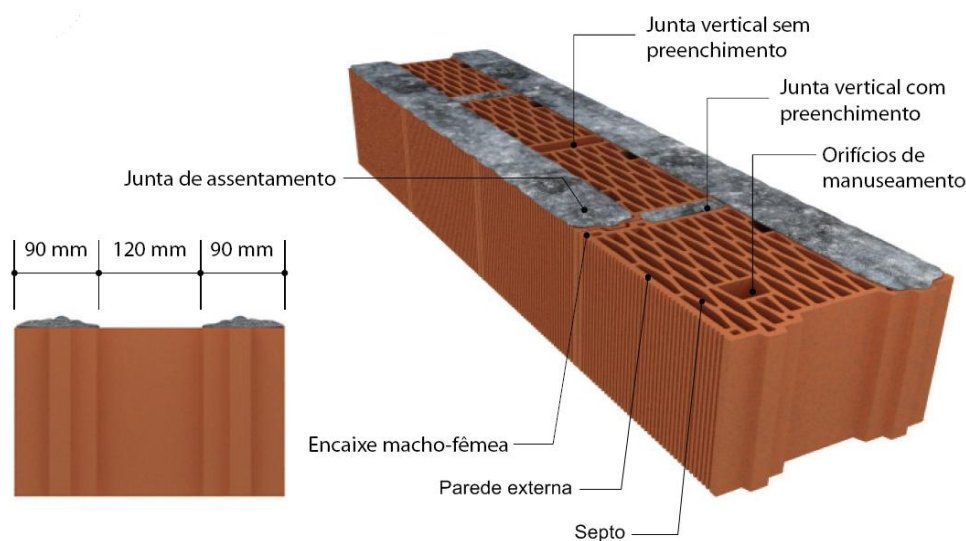


Figura 3.8 - Conjunto de tijolos cerâmicos e suas aplicações

### 3.4.2. ESPESSURAS DAS PAREDES EXTERNAS E SEPTOS

Segundo a *EN 772-16* [N.17], as espessuras das paredes externas e septos<sup>16</sup> são determinadas com o auxílio de um aparelho de medição em conformidade com os requisitos de exactidão apresentados anteriormente no Quadro 3.2, pelo seguinte procedimento de medição:

Medir em cada provete a espessura das paredes externas e dos septos, para cada espessura declarada. Medir em pontos precisos, em três posições separadas, de modo a que os valores medidos sejam representativos da espessura mínima da parede externa e septo considerado.

#### CÁLCULO E EXPRESSÃO DOS RESULTADOS

Calcular as médias das espessuras das paredes externas e dos septos de cada provete com arredondamento a 0,2 mm. Calcular a espessura das paredes externas e dos septos como a média dos valores individuais dos provetes e exprimir o resultado com arredondamento a 0,5 mm.

#### RECOMENDAÇÕES

A *EN 771-1* [N.7] não define qualquer exigência a cumprir, no entanto, encontra-se citado na *nota do ponto 5.2.2.2.* da mesma que, “*para tijolos cerâmicos constituindo canais de altura de piso para enchimento com betão ou argamassa, a experiência mostrou que uma espessura mínima de 20 mm da espessura das paredes externas das faces e uma espessura mínima de 14 mm das paredes externas dos topos bem como dos septos, são suficientes*” [N.7].

#### DECLARAÇÕES DO PRODUTOR

Quando relevante, o produtor deve declarar a espessura das paredes externas e septos dos tijolos LD resistentes de furação vertical ou horizontal.

Em tijolos LD para enchimento com betão ou argamassa, tanto a espessura mínima das paredes externas das faces e dos topos como a espessura dos septos devem ser declaradas.

### 3.4.3. ESPESSURA COMBINADA DE PAREDES EXTERNAS DO TIJOLO E SEPTOS

Segundo a *EN 771-1* [N.7], esta característica traduz-se pelo menor valor que a soma das espessuras das paredes externas e septos medidos de uma face (ou de um topo) do tijolo até à face oposta (ou topo oposto) pode tomar, ao longo do seu percurso, de acordo com a disposição dos vazios moldados. O percurso não tem necessariamente que ser em linha recta (ver os exemplos da Figura 3.9).

---

<sup>16</sup> “Septo - material sólido que separa as perfurações dos tijolos cerâmicos de alvenaria” [N.7].

De acordo com a 2ª *Emenda da EN 772-16* [N.19] as espessuras das paredes externas e septos são determinadas segundo o descrito em 3.4.2.

Calcular o somatório das espessuras das paredes externas e septos ao longo dos percursos definidos, no sentido longitudinal e transversal, arredondando o resultado a 0,5 mm. Exprimir o resultado em percentagem da largura ou comprimento total do tijolo, consoante o sentido do percurso medido.

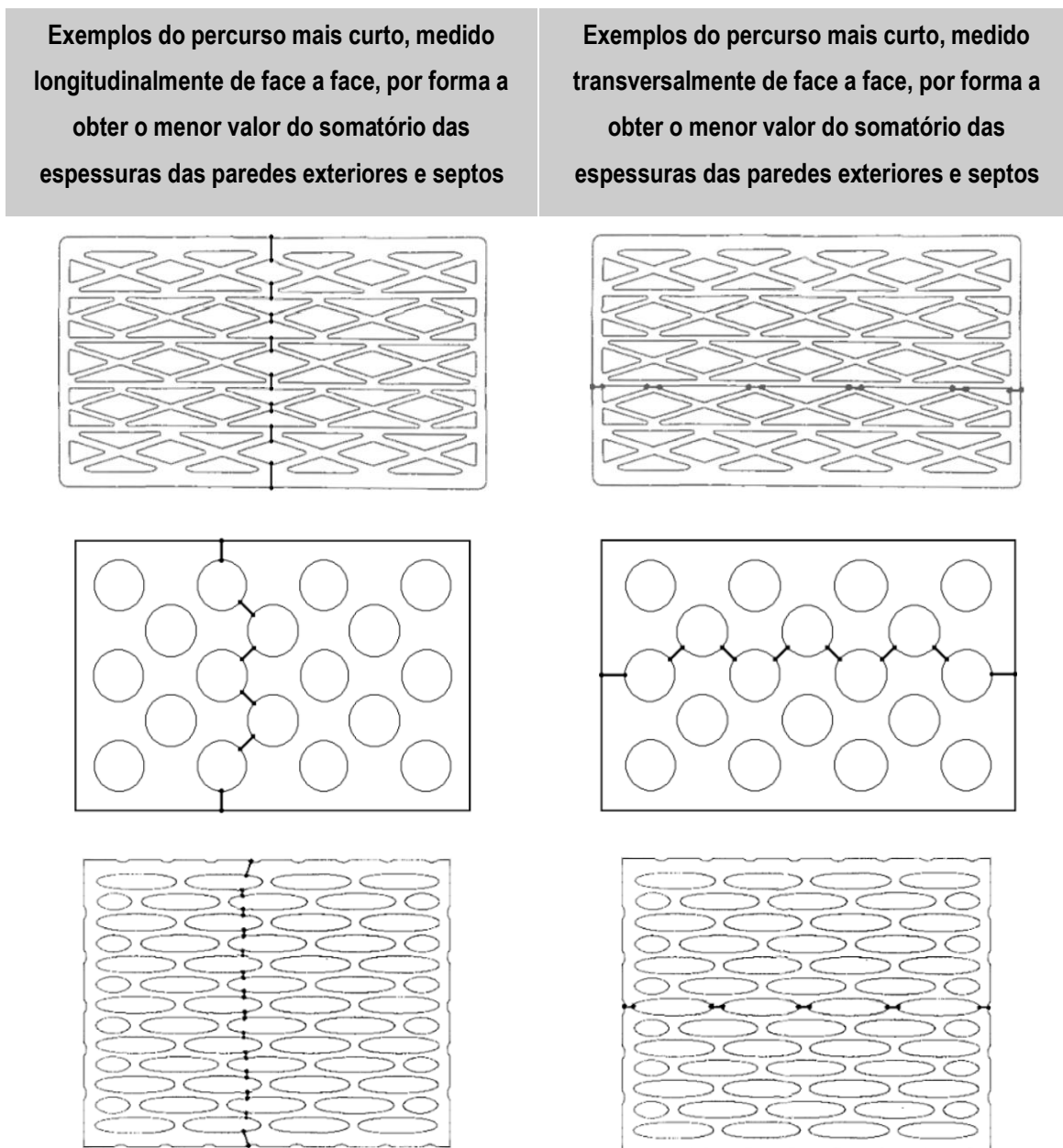


Figura 3.9 - Exemplos do menor percurso a adoptar para a determinação da espessura combinada de septos e paredes exteriores [N.19]

#### 3.4.4. ORIFÍCIOS DE MANUSEAMENTO

Segundo a *EN 771-1* [N.7] esta característica destina-se apenas a tijolos LD. Chama-se orifício de manuseamento ao vazio formado que atravessa completamente um tijolo de alvenaria, perpendicularmente ao seu leito, com finalidade de facilitar o manuseamento da unidade.

A norma não refere qualquer método de medição.

#### 3.4.5. CANAL PARA ENCHIMENTO COM BETÃO/ARGAMASSA

De acordo com a *EN 771-1* [N.7], os tijolos LD para enchimento com betão/argamassa devem ser concebidos de forma a que a perfuração do canal de enchimento com betão/argamassa forme um canal vertical contínuo e orientado axialmente em relação à largura dos tijolos, quando estes são aplicados em fiadas.

#### EXIGÊNCIAS

Como referido em 3.4.2, para tijolos com estas características o produtor deve declarar a espessura mínima das paredes externas das faces e das paredes externas dos topos e dos septos.

Segundo a *EN 771-1*, o “canal de enchimento com betão/argamassa deve ter uma área mínima de 1500 mm<sup>2</sup> e uma dimensão mínima de 30 mm” [N.7].

#### 3.4.6. VOLUME TOTAL DE VAZIOS MOLDADOS

A *EN 772-9:1998/A1:2005 - Methods of test for masonry units - Part 9: Determination of volume and percentage of voids and net volume of clay and calcium silicate masonry units by sand filling* [N.13], especifica um método para a determinação do volume total de furos de uma unidade, medindo a quantidade de areia necessária para encher os vazios moldados desta.

A areia utilizada deve ser seca, com granulometria superior a 0,5 mm e que passe pelo peneiro de 1 mm. Esta exigência pode ser atingida utilizando peneiros de 0,5 mm e de 1 mm.

Iniciar o ensaio pela limpeza superficial do tijolo cerâmico, seco ao ar, colocando-o de seguida com as perfurações viradas para cima sobre uma folha fina de borracha ou outro material resiliente.

Encher um cilindro de medição graduado em mililitros com areia e registar o volume correspondente. Posicionar a boca do cilindro de medição o mais próximo possível das perfurações do tijolo e enchê-las cuidadosamente com areia. Rasar o tijolo de forma a remover o excesso de areia e repor o desperdiçado de volta no cilindro de medição. Registar o volume total de areia utilizada,  $V_{su}$ , aproximado a 10<sup>4</sup> mm<sup>3</sup>.

O volume bruto,  $V_{gu}$ , é determinado a partir das medições do comprimento,  $l_u$ , largura,  $w_u$ , e altura,  $h_u$ , de acordo com a *EN 772-16* [N.17], método descrito anteriormente em 3.3.1. Este deve ser calculado o mais perto de  $10^4 \text{ mm}^3$ , através da seguinte expressão:

$$V_{gu} = l_u \times w_u \times h_u \quad (\text{mm}^3)$$

O volume total de vazios moldados do tijolo,  $V_{nu}$ , é dado por:

$$V_{nu} = V_{gu} - V_{su} \quad (\text{mm}^3)$$

A percentagem de furação deve ser expressa aproximadamente a 1 % e calculada pela seguinte expressão:

$$\frac{V_{su}}{V_{gu}} \times 100 \quad (\%)$$

Calcular o valor médio da percentagem de furação como a média dos valores individuais.

### 3.4.7. VOLUME LÍQUIDO E PERCENTAGEM DE VAZIOS

De acordo com a *EN 771-1* [N.7], a determinação do volume líquido e da percentagem de vazios de tijolos LD é feita segundo o especificado na *NP EN 772-3:2000 – Métodos de ensaio para elementos de alvenaria. Parte 3: Determinação do volume líquido e da percentagem de furação em elementos cerâmicos para alvenaria por pesagem hidrostática* [N.10], sendo que tanto os orifícios de manuseamento de tijolos de furação vertical como os canais para enchimento com betão ou argamassa devem ser considerados para a determinação da percentagem de vazios.

O princípio deste ensaio consiste em determinar o volume do valor líquido da amostra através de pesagem em ar e pesagem em água deste. Ao subtrai-lo pelo volume bruto (obtido pela medição directa das suas dimensões), obtém-se o volume de vazios.

Todas as pesagens neste ensaio são feitas com uma balança capaz de determinar com uma exactidão de 0,1 %, a massa de um provete seco.

#### DETERMINAÇÃO DO VOLUME BRUTO E DO VOLUME LÍQUIDO

A fase inicial deste ensaio consiste em medir o comprimento  $l_u$ , largura  $w_u$ , e altura  $h_u$ , das amostras de acordo com a *EN 772-16* [N.17], pelo método descrito anteriormente em 3.3.1.

O volume bruto da amostra,  $V_{gu}$ , deve ser calculado o mais perto de  $10^4 \text{ mm}^3$ , sendo dado pela seguinte expressão:

$$V_{gu} = l_u \times w_u \times h_u \quad (\text{mm}^3)$$

De seguida, imergir totalmente o provete num recipiente com água, durante pelo menos 1 hora. Quando as massas deste, medidas por duas pesagens sucessivas em intervalos de 30 minutos diferirem em menos de 0,2 %, deve retirar-se a amostra da água e anotar o resultado da segunda pesagem como massa aparente,  $M_{wu}$ . Retirar a água da superfície do provete com uma toalha húmida e determinar de imediato a massa da amostra no ar,  $M_{au}$ .

O volume do valor líquido da amostra,  $V_{nu}$ , é calculado pela seguinte expressão:

$$V_{nu} = \frac{M_{au} - M_{wu}}{\rho_w} \quad (\text{mm}^3)$$

em que:

$\rho_w$  é a densidade de água ( $\approx 0,001 \text{ g/mm}^3$ )

O volume do valor líquido da amostra,  $V_{nu}$ , deve ser expresso o mais perto de  $10^4 \text{ mm}^3$ .

Determinar o valor médio do volume do valor líquido das amostras o mais perto possível de  $10^4 \text{ mm}^3$ .

#### DETERMINAÇÃO DA PERCENTAGEM DE VAZIOS

O volume de vazios,  $V_{vu}$ , é dado por:

$$V_{vu} = V_{gu} - V_{nu} \quad (\text{mm}^3)$$

Finalmente, calcula-se a percentagem de vazios o mais aproximadamente possível a 1 % por:

$$\frac{V_{vu}}{V_{gu}} \times 100 \quad (\%)$$

### 3.5. MASSA VOLÚMICA

A determinação da massa volúmica real seca e da massa volúmica aparente seca de blocos cerâmicos de alvenaria é feita segundo o método especificado na *NP EN 772-13:2002 - Métodos de*

*ensaio de blocos para alvenaria. Parte 13: Determinação da massa volúmica real seca e da massa volúmica aparente seca de blocos para alvenaria (excepto blocos de pedra natural)* [N.16]. O método de ensaio consiste em, após a secagem dos blocos até massa constante e da determinação dos volumes aparente<sup>17</sup> e real<sup>18</sup>, calcular as massas volúmicas seca, aparente<sup>19</sup> e real<sup>20</sup> dos mesmos.

Todas as pesagens deste ensaio são feitas com uma balança capaz de determinar, com uma exactidão de 0,1 %, a massa de um bloco inteiro ou porções deste.

O método de ensaio descrito de seguida pode ser realizado com provetes considerados como blocos inteiros ou porções maciças representativas de blocos inteiros<sup>21</sup>.

### 3.5.1. PROCEDIMENTO

#### 3.5.1.1. DETERMINAÇÃO DA MASSA SECA

##### BLOCOS INTEIROS

Secar os blocos até massa constante numa estufa ventilada à temperatura de  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A massa constante é atingida quando, durante o processo de secagem, em duas pesagens consecutivas com 24 horas de intervalo, a perda de massa entre as duas medições não exceder 0,2 % da massa total. Registrar a massa seca em gramas,  $m_{dry,u}$ .

##### PORÇÕES DE BLOCOS INTEIROS

Quando são utilizadas porções representativas, pesar inicialmente cada um dos blocos inteiros, e registrar em gramas a massa,  $m_{0,u}$ .

De seguida, obter de cada bloco inteiro três porções maciças representativas de pelo menos 100 g e pesar conjuntamente cada grupo de três porções. Registrar em gramas a massa combinada de um grupo de três porções representativas do bloco inteiro antes da secagem,  $m_{0,p,tot}$ .

Secar cada grupo de três porções até massa constante como descrito anteriormente. Registrar a massa combinada de cada grupo de três porções representativas em gramas,  $m_{dry,p,tot}$ .

Calcular o teor de água de cada grupo de três porções,  $w_p$ , pela expressão:

---

<sup>17</sup> "Volume aparente - volume do bloco determinado a partir do seu comprimento, largura e altura, deduzido do volume das perfurações, furos, reentrâncias ou saliências, destinados a serem preenchidos com argamassa" [N.16].

<sup>18</sup> "Volume real - volume aparente do bloco deduzido do volume das perfurações ou furos, destinados a não serem preenchidos com argamassa" [N.16].

<sup>19</sup> "Massa volúmica aparente seca - massa por unidade de volume aparente após secagem até massa constante" [N.16].

<sup>20</sup> "Massa volúmica real seca - massa por unidade de volume real após secagem até massa constante" [N.16].

<sup>21</sup> Considera-se uma porção maciça representativa de um bloco quando este não contém nenhuma furação (oculta ou exposta) [N.16].

$$w_p = \frac{m_{0,p,tot} - m_{dry,p,tot}}{m_{dry,p,tot}}$$

Calcular a massa seca correspondente do bloco inteiro,  $m_{dry,u}$ , através da seguinte expressão:

$$m_{dry,u} = \frac{m_{0,u}}{1 + w_p} \quad (g)$$

### 3.5.1.2. MASSA VOLÚMICA REAL SECA OU MASSA VOLÚMICA LÍQUIDA

#### BLOCOS INTEIROS

Determina-se o volume líquido da amostra,  $V_{n,u}$ , por pesagem hidrostática de acordo com o método especificado na *EN 772-3* [N.10], descrito anteriormente em 3.4.7.

A massa volúmica real seca,  $\rho_{n,u}$ , é determinada através da seguinte expressão:

$$\rho_{n,u} = \frac{m_{dry,u}}{V_{n,u}} \times 10^6 \quad (kg/m^3)$$

Calcular a massa volúmica real seca de cada bloco inteiro com arredondamento a  $5 \text{ kg/m}^3$  para massas volúmicas até  $1000 \text{ kg/m}^3$  e, para massas volúmicas superiores, com arredondamento a  $10 \text{ kg/m}^3$ . Calcular a média das massas volúmicas reais secas dos blocos.

#### PORÇÕES REPRESENTATIVAS DE BLOCOS INTEIROS

Inicialmente, determina-se a massa seca de cada porção do bloco inteiro por secagem até este atingir massa constante numa estufa ventilada a  $105 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ . A massa constante é atingida quando, durante o processo de secagem, em duas pesagens consecutivas com 24 horas de intervalo, a perda de massa entre as duas medições não exceder 0,2 % da massa total. Registrar a massa seca de cada porção do bloco inteiro em gramas,  $m_{dry,p}$ .

Determinar o volume aparente de cada porção do bloco  $V_{g,p}$ , medindo o comprimento, largura e altura segundo o método de medição indicado na *NP EN 772-16* [N.17] (descrito anteriormente em 3.3.1).

A massa volúmica real seca,  $\rho_{n,p}$ , arredondada a  $5 \text{ kg/m}^3$ , é calculada pela seguinte expressão:

$$\rho_{n,p} = \frac{m_{dry,p}}{V_{g,p}} \times 10^6 \quad (kg/m^3)$$

A massa volúmica real seca de cada bloco inteiro (de onde foram obtidas as porções), é dada como o valor médio das massas volúmicas reais secas das três porções representativas.

Exprimir a massa volúmica real seca dos blocos inteiros com arredondamento a 5 kg/m<sup>3</sup> para massas volúmicas até 1000 kg/m<sup>3</sup> e, para massas volúmicas superiores, com arredondamento a 10 kg/m<sup>3</sup>. Calcular a média das massas volúmicas reais secas dos blocos inteiros.

### 3.5.1.3. MASSA VOLÚMICA APARENTE SECA OU MASSA VOLÚMICA BRUTA

Calcular o volume aparente do bloco,  $V_{g,u}$ , a partir do comprimento, largura e altura através do método de medição indicada na *NP EN 772-16* [N.17] (descrito anteriormente em 3.3.1), subtraindo o volume de perfurações, furos, saliências e reentrâncias destinados a serem preenchidos com argamassa.

A massa volúmica aparente seca do bloco,  $\rho_{g,u}$ , é determinada através da seguinte expressão:

$$\rho_{g,u} = \frac{m_{dry,u}}{V_{g,u}} \times 10^6 \quad (kg/m^3)$$

Exprimir a massa volúmica aparente seca do bloco inteiro com arredondamento a 5 kg/m<sup>3</sup> para massas volúmicas até 1000 kg/m<sup>3</sup> e, para massas volúmicas superiores, com arredondamento a 10 kg/m<sup>3</sup>. Calcular a média das massas volúmicas aparentes secas dos blocos.

### 3.5.2. DECLARAÇÕES DO PRODUTOR

Segundo o indicado na *EN 771-1* [N.7] e considerando o definido em 3.2 relativamente à massa volúmica dos tijolos cerâmicos de alvenaria, o produtor deve declarar:

- A massa volúmica bruta seca:
  - para todos os tijolos LD (que esta deverá ser  $\leq 1000$  kg/m<sup>3</sup>);
  - para tijolos HD, sempre que forem destinados a utilizar como elementos de alvenaria sujeitos a requisitos acústicos, ou quando relevante nas utilizações para os quais são colocados no mercado.
- A massa volúmica líquida seca sempre que relevante nas utilizações para os quais os tijolos são colocados no mercado.

Conforme o declarado, o produtor deve sempre indicar a categoria de tolerância (indicadas de seguida) aplicável ao lote de tijolos comercializado.

### 3.5.3. TOLERÂNCIAS

Depois de se ensaiar um lote de tijolos cerâmicos segundo a *EN 772-13* [N.16], as massas volúmicas médias secas bruta e líquida obtidas, não devem diferir da massa volúmica seca declarada pelo produtor, de um valor superior ao correspondente a uma das categorias seguintes:

D1: 10 %

D2: 5 %,

ou

Dm: desvio percentual declarado pelo fabricante (pode ser maior ou menor que as outras categorias)

## 3.6. RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

A *EN 771-1* [N.7] estabelece duas categorias que relaciona a confiança no cumprimento dos valores da resistência mecânica dos tijolos:<sup>22</sup>

- *“Unidades de alvenaria Categoria I - Tijolos de alvenaria com resistência à compressão declarada com probabilidade de falha menor ou igual que 5%. Tal pode ser determinado pela média ou pelo valor característico;*
- *Unidades de alvenaria Categoria II - Tijolos que não são destinados a verificar o nível de confiança dos blocos de Categoria I”* [N.7].

O ensaio para a determinação da resistência à compressão de tijolos cerâmicos para alvenaria é feito segundo a método especificado na *NP EN 772-1:2002 - Métodos de ensaio de blocos para alvenaria. Parte 1: Determinação da resistência à compressão* [N.8]. Este ensaio consiste em, após a preparação do provete, colocá-lo sobre o prato da máquina de ensaio de compressão (na orientação pretendida), onde lhe é aplicado uma carga uniformemente distribuída e incrementada continuamente até atingir a rotura.

De acordo com as normas *EN 771-1* [N.7] e *EN 772-1* [N.8], se, após a limpeza superficial do provete, a face na qual será aplicada a carga não se encontrar conforme os requisitos do Quadro 3.5, então deverá ser feita a regularização da superfície do provete por um dos seguintes métodos: regularização por desgaste (descrito em 3.6.2.1) ou regularização com uma camada de argamassa (descrito em 3.6.2.2).

Segundo as mesmas normas, a regularização da superfície com uma camada de argamassa só é feita em caso de não ser aplicável a preparação por desgaste, por exemplo, em tijolos HD de alta

---

<sup>22</sup> Na prática, esta confiança deverá ser demonstrada através de uma avaliação estatística dos resultados de ensaios da resistência mecânica das unidades, como indicado em 3.18.2.1.

resistência ou “se for previsível que o processo de desgaste altere de forma significativa a área de contacto das faces de ensaio” [N.8].

A EN 771-1 [N.7] refere ainda que o condicionamento dos provetes é sempre feito para a condição de “seco ao ar”.

### 3.6.1. MATERIAIS E APARELHOS DE ENSAIO

A máquina de ensaio deve ter os requisitos do Quadro 3.4 e as seguintes especificações:

- Capacidade adequada para levar à rotura todos os provetes e estar equipada com dois pratos de aço e um incrementador de carga que permita que a carga seja aplicada às velocidades indicadas no Quadro 3.7;
- A escala utilizada deve ser tal que a carga de rotura do provete exceda um quinto do valor máximo da escala de leitura;
- A rigidez dos pratos de aços e o modo de transferência da carga deve ser tal que a deformação da superfície dos pratos sob a acção da carga de rotura seja inferior a 0,1 mm, medida numa extensão de 250 mm. Os pratos devem ser de aço temperado ou com as faces endurecidas. As faces de ensaio devem ter uma dureza Vickers de pelo menos 600 HV, determinada segundo a *EN ISO 6507-1 - Metallic materials. Vickers hardness test. Part 1: Test method* [N.39];
- Quando se dá o contacto entre os pratos e o provete, um dos pratos da máquina deve poder ajustar-se livremente ao provete mas, por atrito ou outros meios, deve ser impedida a sua oscilação durante a aplicação da carga. O outro prato deve ser plano e fixo. As faces de apoio dos dois pratos devem ser maiores do que a maior dimensão do provete a submeter a ensaio. Os desvios de planeza dos pratos não devem ser superiores a 0,05 mm;
- A rugosidade da superfície não deve ser superior a 3,2 µm Ra quando determinada segundo a *ISO 468:1982 - Surface roughness. Parameters, their values and general rules for specifying requirements* [N.2].

Quadro 3.4 - Requisitos das máquinas de ensaio [N.8]

| Máximo erro relativo de repetibilidade<br>(em percentagem da força indicada)<br>(%) | Máximo erro relativo de exactidão<br>(em percentagem da força indicada)<br>(%) | Máximo erro relativo no zero<br>(em percentagem da força máxima no intervalo)<br>(%) |
|---|--|--|
| 2,0   | ±2,0   | ±0,4   |

Barras de aço suficientemente rígidas.

Areia com máxima dimensão de 1 cm.

Cimento.

### 3.6.2. PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE

Se, após a limpeza superficial do provete, este estiver em conformidade com os requisitos definidos no Quadro 3.5, então não é necessário qualquer regularização e procede-se ao ensaio, descrito em 3.6.5. Caso contrário deve-se proceder à regularização da superfície pelo método apropriado, de acordo com o descrito em 3.6.

Quadro 3.5 - Requisitos para a preparação da superfície dos provetes antes do ensaio de compressão

| Preparação da superfície                    |  |
|---|--|
| A face na qual é aplicada a carga deve ser: | Requisitos:                                  |
| Plana                                       | com uma tolerância de 0,1 mm por cada 100 mm |
| Paralela                                    | com uma tolerância de 1 mm por cada 100 mm   |

#### 3.6.2.1. REGULARIZAÇÃO POR DESGASTE

Desgastar as superfícies do provete até que os requisitos de planeza e de paralelismo apresentados no Quadro 3.5 sejam satisfeitos tendo em conta que “se os blocos de alvenaria apresentarem reentrâncias, letras gravadas, cavidades, perfurações, furação interna ou externa, deixá-las desse modo” [N.8].

Se após o desgaste, a relação altura/largura for inferior a 0,4, constituir então um provete composto, colocando dois provetes um sobre o outro sem utilizar nenhuma argamassa, material ligante ou outra camada separadora. Este “agrupado” de dois provetes deverá ser considerado como um provete único resultante do ensaio.

#### 3.6.2.2. REGULARIZAÇÃO COM ARGAMASSA

O método a adoptar para a regularização do provete com argamassa é escolhido consoante a aplicação prevista, de entre seguintes:

- Regularização de blocos de alvenaria sem furos ou com furos a não preencher no assentamento;
- Regularização de blocos de alvenaria destinados a serem assentes pelos septos exteriores;
- Regularização de blocos de alvenaria destinados a serem assentes com junta descontínua.

Independentemente do tipo de regularização com argamassa adoptado, segue-se o processo de cura dos provetes pelo descrito em 3.6.2.2.4.

## 3.6.2.2.1. REGULARIZAÇÃO DE BLOCOS DE ALVENARIA SEM FUROS OU COM FUROS A NÃO PREENCHER NO ASSENTAMENTO

Utilizar uma argamassa de cimento e areia com resistência à compressão ensaiada de acordo com a *EN 1015-11:1999 - Methods of test for masonry. Part 11: Determination of flexural and compressive strength of hardened mortar* [N.26] - pelo menos igual à resistência esperada do tijolo cerâmico de alvenaria<sup>23</sup> ou 30 N/mm<sup>2</sup>, adotando o menor dos dois valores.

Se necessário, por exemplo para unidades com elevada absorção de água, humedecer previamente as faces a regularizar. Regularizar cada provete sobre uma placa rígida de vidro despolido ou de aço inoxidável com uma tolerância de 0,1 mm por cada 100 mm em relação a uma superfície plana, através do seguinte método:

Fixar solidamente a placa de regularização, com a face maquinada para cima, nivelando-a nas duas direções perpendiculares utilizando um nível de bolha. Revestir a placa com uma película de óleo descofrante (ou com uma folha de papel fino ou com um filme plástico), para impedir a aderência entre a argamassa e a placa.

Colocar sobre a placa uma camada uniforme de argamassa de aproximadamente 5 mm de espessura e com dimensões superiores às do bloco em cerca de 25 mm do seu comprimento e 10 mm da largura. Pressionar com firmeza a face do provete sobre a camada de argamassa de modo a que o eixo vertical do provete fique perpendicular ao plano da placa. Verificar esta condição utilizando um esquadro ou um nível de bolha em cada uma das quatro faces verticais do provete.

Assegurar que a espessura da camada de argamassa é no mínimo de 3 mm em toda a área de assentamento e que todas as cavidades da face de assentamento dos blocos de alvenaria (que normalmente são preenchidas no assentamento) estão completamente preenchidas de argamassa. Preencher as cavidades que sejam habitualmente preenchidas na construção. Eliminar a argamassa em excesso nas extremidades dos blocos de alvenaria e cobrir o provete com um pano húmido. Manter o pano húmido sobre o provete até à camada de regularização de argamassa se encontrar suficientemente endurecida e isenta de defeitos (como falta de compactação, falta de aderência aos blocos de alvenaria ou apresentar fissuras).

De seguida, regularizar a segunda face do provete do mesmo modo da primeira utilizando argamassa feita com materiais provenientes dos mesmos lotes de cimento e de areia, utilizando as mesmas proporções de mistura.

Depois de retirar o provete da placa de regularização, verificar novamente se a camada de argamassa está isenta de defeitos.

---

<sup>23</sup> Não existe, de momento (Agosto de 2010), nenhuma norma em vigor com valores expectáveis da resistência à compressão de tijolos cerâmicos de alvenaria.

Se necessário, podem-se abrir pequenos buracos na superfície para escoar a água retida nas cavidades.

#### 3.6.2.2.2. REGULARIZAÇÃO DE BLOCOS DE ALVENARIA DESTINADOS A SEREM ASSENTES PELOS SEPTOS EXTERIORES

Quando os blocos de alvenaria se destinam a ser assentes apenas na espessura dos septos longitudinais exteriores, os provetes são colocados sobre a argamassa pelo seguinte modo:

Fixar e revestir a placa de regularização como especificado anteriormente em 3.6.2.2.1.

Dispor dois cordões paralelos de argamassa com uma espessura de aproximadamente 5 mm de tal forma que cada cordão seja mais comprido do que o bloco em cerca de 25 mm e aproximadamente 10 mm mais largo que a espessura do septo.

Pressionar uma das faces de assentamento do bloco contra a argamassa de modo que a espessura da argamassa seja de pelo menos 3 mm. Verificar que o eixo vertical do provete é perpendicular à placa, utilizando um esquadro ou um nível vertical de bolha para verificar cada uma das faces verticais.

Eliminar a argamassa excedente e regularizar a segunda face do provete de modo idêntico.

#### 3.6.2.2.3. REGULARIZAÇÃO DE BLOCOS DE ALVENARIA DESTINADOS A SEREM ASSENTES COM JUNTA DESCONTÍNUA

Quando os blocos de alvenaria se destinam a ser assentes com junta descontínua deve-se seguir o procedimento anterior, especificado em 3.6.2.2.2, sendo que neste caso a argamassa de regularização é aplicada em todas as superfícies em que esteja prevista a sua aplicação em obra.

#### 3.6.2.2.4. ARMAZENAMENTO DOS PROVETES REGULARIZADOS

Curar os provetes sob sacos mantidos húmidos durante o período de cura ou armazená-los numa câmara de condicionamento com humidade relativa superior a 90%. O período de cura deve ser suficiente para assegurar que a argamassa atinja a resistência mínima especificada em 3.6.2.2.1.

### 3.6.3. CONDICIONAMENTO DOS PROVETES ANTES DO ENSAIO PARA A CONDIÇÃO DE "SECO AO AR"

A condição de "seco ao ar" pode ser atingida por um dos seguintes procedimentos:

a) Armazenar os provetes durante pelo menos 14 dias em laboratório a:

Temperatura  $\geq 15\text{ }^{\circ}\text{C}$  e,

Humidade relativa  $\leq 65\%$

Porém, os provetes podem ser ensaiados antes dos 14 dias se a massa constante for atingida. Considera-se que a massa constante é atingida se, durante o processo de secagem, em pesagens sucessivas realizadas com pelo menos 24 h de intervalo, a perda de massa entre duas determinações for inferior a 0,2% da massa total.

- b) Secar os provetes a  $105 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$  durante pelo menos 24 h e arrefecê-los à temperatura ambiente durante pelo menos 4 h.

#### 3.6.4. DETERMINAÇÃO DA ÁREA CARREGADA

##### ÁREA BRUTA

A área bruta da superfície carregada de cada provete  $A_{i,bruta}$ , deve ser expressa em  $\text{mm}^2$ , multiplicando o comprimento pela largura, determinados segundo a EN 772-16 [N.17] (método descrito em 3.3.1). Quando os blocos são ensaiados com aplicação da força de compressão numa outra direcção que não a perpendicular à face de assentamento, a área bruta deve ser calculada de forma similar, mas utilizando a largura e a altura ou o comprimento e a altura, conforme apropriado.

Para efeitos de cálculo de provetes com geometria regular, considera-se que:

$$A_{i,bruta} = A_{i,carregada} \quad (\text{mm}^2)$$

##### ÁREA EFECTIVA CARREGADA DE BLOCOS CONTENDO REENTRÂNCIAS A PREENCHER EM OBRA COM ARGAMASSA

A área efectiva carregada de cada provete contendo reentrâncias a preencher em obra com argamassa é dada pela diferença entre a área bruta da face de assentamento,  $A_{i,bruta}$ , e a área com reentrâncias,  $A_{i,reentrâncias}$ , como indicado na seguinte expressão:

$$A_{i,efectiva} = A_{i,bruta} - A_{i,reentrâncias} \quad (\text{mm}^2)$$

Quando a área efectiva carregada dos blocos com reentrâncias a preencher em obra com argamassa representa no mínimo 35 % da área bruta, a resistência à compressão deve ser calculada a partir da área efectiva da face com reentrâncias. Quando a área efectiva carregada dos blocos de alvenaria com reentrâncias a preencher em obra for inferior a 35 % da área bruta, então a resistência à compressão deve ser calculada a partir da área bruta dos blocos. No caso de blocos com reentrâncias em ambas as faces de assentamento, a área efectiva de carregamento a utilizar deve ser a menor das duas (ver o resumo apresentado no Quadro 3.6).

Se a reentrância tiver uma forma regular, determinar a sua área em cada provete através de uma simples medição seguindo os princípios da geometria. Para reentrâncias rectangulares, determinar a sua área em cada provete, medindo o comprimento e largura pelo perímetro exterior, utilizando uma régua rígida de aço. As medições devem ser efectuadas com arredondamento a 1 mm.

Quadro 3.6 - Área efectiva carregada de blocos contendo reentrâncias a preencher em obra com argamassa para efeitos de cálculo da resistência à compressão

| Área efectiva carregada dos blocos com reentrâncias a preencher em obra com argamassa |  |
|---|--|
| Condição  | Para efeitos de cálculo da resistência à compressão  |
|   | Área carregada, $A_{i,carregada}$ (mm <sup>2</sup> ) |
| Se $A_{i,efectiva} \geq 0,35 \times A_{i,bruta}$                                      | $A_{i,efectiva}$                                     |
| Se $A_{i,efectiva} < 0,35 \times A_{i,bruta}$   | $A_{i,bruta}$  |
| Reentrâncias em ambas as faces de assentamento  | Menor área efectiva das duas faces                   |

### 3.6.5. PROCEDIMENTO

#### COLOCAÇÃO DOS PROVETES NA MÁQUINA DE ENSAIO

Limpar as superfícies dos pratos da máquina de ensaio e das faces de assentamento do provete. Alinhar o provete com o centro do prato de rótula da máquina de modo a obter um contacto uniforme. Os blocos com uma única reentrância devem ser colocados com a reentrância virada para cima. Os blocos que possuem uma reentrância em cada face de assentamento devem ser colocados com a reentrância de maior dimensão virada para cima.

Não se devem utilizar materiais de interposição com excepção aos blocos destinados a serem assentes pelos septos exteriores ou com junta descontínua e que tenham sido regularizados por desgaste. Nestes casos, colocam-se quatro barras de aço rígido, com a mesma largura dos septos longitudinais e 50 mm mais compridas, duas na face inferior e duas na face superior, salientes no mesmo comprimento em cada topo.

#### APLICAÇÃO DA CARGA

Inicialmente, utilizar um incremento de carga conveniente mas, ao alcançar aproximadamente metade da carga esperada, ajustar o incremento de forma a que a carga máxima seja alcançada num período de tempo não inferior a 1 minuto. O Quadro 3.7 funciona como um guia para a escolha de incrementos de tensão adequados à resistência à compressão esperada.

Registar a carga máxima,  $F_{i,max}$ , ao atingir-se a rotura do provete.

Quadro 3.7 - Velocidade de aplicação de carga [N.8]

| Resistência à compressão esperada<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | Incremento de tensão<br>(N/mm <sup>2</sup> ) / s |
|---|--|
| < 10  | 0,05   |
| 11 a 20   | 0,15   |
| 21 a 40   | 0,3  |
| 41 a 80   | 0,6  |
| > 80  | 1,0  |

### 3.6.6. CÁLCULO E EXPRESSÃO DOS RESULTADOS

A resistência à compressão de cada provete,  $f_i$ , é dada pela seguinte expressão:

$$f_i = \frac{F_{i,max}}{A_{i,carregada}} \quad (N/mm^2)$$

Exprimir a resistência à compressão de cada provete com arredondamento a 0,1 N/mm<sup>2</sup>.

A resistência à compressão é obtida calculando a média das resistências individuais dos provetes, com arredondamento a 0,1 N/mm<sup>2</sup>.

### 3.6.7. CONVERSÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DOS BLOCOS DE ALVENARIA EM RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO "NORMALIZADA"

De acordo com a *EN 772-1* [N.8], o valor da resistência à compressão obtido é o valor que serve para avaliar a conformidade com a especificação, podendo este no entanto, para efeitos de projecto, ser convertido num valor "normalizado"<sup>24</sup>.

Para tal e segundo o Anexo A da mesma norma, a resistência à compressão é primeiro convertida numa resistência à compressão equivalente à condição de condicionamento "seco ao ar" através do coeficiente multiplicador  $k_s$ . Tendo em conta que em tijolos cerâmicos para alvenaria o condicionamento dos provetes é sempre deste tipo, considera-se que  $k_s = 1$ .

Para obter a resistência à compressão "normalizada",  $f_b$ , a resistência à compressão para a condição de "seco ao ar" dos blocos de alvenaria, tem ainda que ser multiplicada por um factor de forma  $\delta$ , apresentado no Quadro 3.8, onde a largura e a altura devem ser determinadas de acordo com a *EN 772-16* [N.17], pelo método descrito em 3.3.1.

<sup>24</sup> "Resistência à compressão normalizada - Resistência à compressão de unidades de alvenaria convertida em resistência à compressão de um bloco equivalente com largura de 100 mm por altura de 100 mm, seco ao ar" [N.7].

Quadro 3.8 - Factor de forma  $\delta$ , a aplicar para ter em conta as dimensões dos provetes após regularização das faces [N.8]

| Altura <sup>1)</sup> (mm) | Largura (mm) |      |      |      |       |
|---------------------------|--------------|------|------|------|-------|
|                           | 50           | 100  | 150  | 200  | ≥ 250 |
| 40                        | 0,80         | 0,70 | -    | -    | -     |
| 50                        | 0,85         | 0,75 | 0,70 | -    | -     |
| 65                        | 0,95         | 0,85 | 0,75 | 0,70 | 0,65  |
| 100                       | 1,15         | 1,00 | 0,90 | 0,80 | 0,75  |
| 150                       | 1,30         | 1,20 | 1,10 | 1,00 | 0,95  |
| 200                       | 1,45         | 1,35 | 1,25 | 1,15 | 1,10  |
| ≥ 250                     | 1,55         | 1,45 | 1,35 | 1,25 | 1,15  |

NOTA: É permitida a interpolação linear entre valores adjacentes do factor de forma.

<sup>1)</sup> Altura após a preparação da superfície

Finalmente, a resistência à compressão "normalizada",  $f_b$ , é dada por:

$$f_b = k_s \times \delta \times f_i \quad (N/mm^2)$$

### 3.6.8. DECLARAÇÕES DO PRODUTOR

Para tijolos destinados a serem utilizados em elementos sujeitos a requisitos estruturais, o produtor deve declarar a resistência média à compressão das unidades e a categoria a que pertencem (categoria I ou categoria II). Deve ainda indicar a(s) orientação(ões) dos tijolos cerâmicos como previsto nos ensaios, os métodos de aplicação dos tijolos e se as perfurações existentes se destinam a ser totalmente preenchidas com argamassa. Para o caso de ser necessária a regularização das faces com uma camada de argamassa, tal facto deve ser declarado.

Quando relevante, o produtor deve também declarar a resistência à compressão normalizada.

### 3.6.9. EXIGÊNCIAS

Segundo a *EN 771-1* [N.7], após os tijolos cerâmicos serem ensaiados segundo o descrito, utilizando o método de preparação da superfície por desgaste e condicionando os provetes para a condição de "seco ao ar", então:

- A resistência média à compressão não deve ser inferior à resistência à compressão declarada;
- As resistências individuais de provetes medidas na amostra de ensaio não devem ser inferiores a 80 % do valor declarado.

### 3.7. PROPRIEDADES TÉRMICAS

Segundo a *EN 771-1* [N.7], para unidades de alvenaria destinadas a utilização em elementos com requisitos de isolamento térmico, o produtor deve fornecer informação sobre as propriedades térmicas do tijolo de alvenaria. Nestes casos, deverá ser feita referência à *EN 1745:2005 - Alvenarias e elementos de alvenaria. Métodos para determinação de valores térmicos de cálculo* [N.33], e deve ser indicado se a declaração é baseada num quadro, num ensaio ou num cálculo.

Não serão abordados detalhadamente os métodos de ensaio para a determinação das propriedades térmicas em tijolos cerâmicos, especificados na *EN 1745* [N.33], mas apenas os meios para a determinação das mesmas.

A *EN 1745* [N.33] apresenta três procedimentos possíveis para a determinação dos valores térmicos (sendo  $\lambda$  a condutibilidade térmica do material e  $R$  a resistência térmica do material). A aplicação dos métodos de seguida apresentados difere caso se trate de tijolos maciços ou de tijolos com furações moldadas:

- Tijolos maciços (determinação de valores  $\lambda$  de base<sup>25</sup>):
  - Através da utilização directa de valores de  $\lambda_{10,seco}$  (condutibilidade térmica do material, no estado seco, a uma temperatura média de 10° C) tabelados no *Anexo A da EN 1745* [N.33] (ver o Quadro III-16).
  - *Medição dos valores de  $\lambda$  segundo o especificado nas normas EN 1745* [N.33], na *ISO 8302:1991 - Thermal insulation - Determination of steady-state thermal resistance and related properties - Guarded hot plate apparatus* [N.41] e na *EN 12664:2001 - Thermal performance of building materials and products. Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods. Dry and moist products of medium and low thermal resistance* [N.46].
- Tijolos com furação moldada:
  - Cálculo dos valores de  $R_U$  e  $\lambda_U$  equivalente recorrendo à formulação de métodos de cálculo numérico (por exemplo, Método dos Elementos Finitos ou Método das Diferenças Finitas) em que os requisitos para programas apropriados de cálculo (exactidão, condições de fronteira, etc.) são dados pelo *Anexo D da EN 1745* [N.33]. O método descrito na *EN ISO 6946:2007 - Building components and building elements*.

<sup>25</sup> Valor  $\lambda$  de base - valor da condutibilidade térmica de base do material no estado seco, determinado de acordo com a *EN 1745* [N.33], que serve como base para o cálculo dos valores térmicos do projecto ( $R_U$  e  $\lambda_U$ ). Estes últimos devem ser calculados em conformidade com a *EN ISO 10456* [N.43], tendo em conta o efeito da humidade (através do uso dos coeficientes de conversão de humidade e o teor de humidade regulamentado a nível nacional para o material em causa) [N.33].

*Thermal resistance and thermal transmittance. Calculation method* [N.40] pode também ser usado.

### 3.8. DURABILIDADE

A durabilidade dos tijolos cerâmicos de alvenaria caracteriza-se pela resistência ao gelo/degelo<sup>26</sup> destes materiais, sendo que a *EN 771-1* [N.7] especifica:

- Para tijolos LD:
  - quando a utilização prevista prevê uma protecção limitada contra a penetração de água (por exemplo, uma camada fina de reboco), a sua resistência ao gelo/degelo, nos países onde se aplicam tais requisitos, deve ser avaliada e declarada em conformidade com as disposições em vigor no lugar de aplicação dos tijolos;
  - quando a utilização prevista prevê uma protecção completa contra a penetração da água (por exemplo, se for devidamente revestido, ou protegido por uma camada espessa de reboco, ou se o previsto para a sua utilização for um paramento interior de uma parede dupla ou uma parede interior), então não é necessária qualquer referência à resistência ao gelo/degelo (está-se perante a categoria F0 – Exposição passiva).
- Para tijolos HD: a categoria de resistência ao gelo/degelo deve ser declarada pelo produtor com referência à aplicabilidade em elementos de alvenaria, avaliando o grau provável de exposição a que será submetido e a protecção contra a saturação na construção da alvenaria, pelas classes apresentadas no Quadro 3.9. A norma refere ainda que *“até existir um Método Europeu de ensaio, a resistência ao gelo/degelo deve ser avaliada e declarada em conformidade com as disposições em vigor no local previsto para utilização dos tijolos”* [N.7].

---

<sup>26</sup> Em Novembro de 1999, foi elaborada a norma projecto *prEN 772-22 – Norma de ensaio para a resistência ao gelo/degelo de tijolos cerâmicos para alvenaria*. Após votação para passar a norma definitiva (data limite de votação em Maio de 2000), foi rejeitada pelos membros do CEN.

Em 2006, o CEN publicou a especificação técnica *CEN/TS 772-22:2006 – “Methods of test for masonry units - Part 22: Determination of freeze/thaw resistance of clay masonry units”* [TS.1]. Este documento especifica um método para a determinação da resistência ao gelo em tijolos cerâmicos declarados como tijolos do tipo HD incluídos na classe de exposição F2 (exposição severa).

De momento (Agosto de 2010), a Comissão Técnica relacionada com o âmbito (CT/CEN 125 - Alvenarias) não se encontra a desenvolver nenhuma norma de ensaio para a avaliação da resistência ao gelo/degelo em tijolos cerâmicos para alvenaria [I.7].

Quadro 3.9 - Classificação das classes de exposição [N.7]

| Classe de exposição | Grau provável de exposição |
|---------------------|----------------------------|
| F0                  | Exposição passiva          |
| F1                  | Exposição moderada         |
| F2                  | Exposição severa           |

Visto não existirem códigos técnicos para assegurar a durabilidade em serviço de tijolos cerâmicos para alvenaria, o *Anexo B (Informativo) da NP EN 771-1* [N.7] fornece indicações para a classificação das classes de exposição. A exposição (severa, moderada e passiva) exprime o risco da alvenaria ser exposta a elevados teores de humidade, coincidindo com ciclos de gelo e degelo, devido a condições climáticas locais em combinação com as características da construção. Os factores que fazem parte da avaliação da exposição são portanto as condições de temperatura e humidade, bem como a ocorrência de substâncias agressivas.

Tendo em conta o grau de exposição provável, a influência dos revestimentos de superfície (rebocos, pintura) deverá também ser considerada sobretudo se o revestimento for de camada fina.

Apresentam-se de seguida as disposições indicadas pelo *Anexo B da NP EN 771-1* [N.7], com o intuito de auxiliar o utilizador na escolha de materiais adequados.

### 3.8.1. ALVENARIA SUBMETIDA A EXPOSIÇÃO SEVERA

“Os exemplos seguintes referem-se a alvenaria ou elementos de alvenarias submetidos a exposições severas:

- Alvenaria não rebocada junto do solo exterior (aproximadamente duas fiadas acima e abaixo do nível do solo), onde pode ocorrer saturação em água com risco de gelo;
- Parapeitos não rebocados onde pode ocorrer saturação em água com risco de gelo, por exemplo, quando a parte superior do parapeito não leva uma protecção efectiva;
- Alvenaria exterior de chaminés não rebocada, onde pode ocorrer saturação em água com risco de gelo;
- Coroamentos, cimalthas e apoios em zonas onde podem ocorrer condições de gelo;
- Muros de delimitação e muros painel para os quais existe risco elevado de saturação em água com ocorrência de gelo, por exemplo, se o muro não for efectivamente protegido com um revestimento;
- Muros de suporte de terras para os quais existe risco elevado de saturação em água com ocorrência de gelo, por exemplo, quando a parte superior do muro não está protegida de forma eficaz ou quando a face em contacto com a terra não foi impermeabilizada” [N.7].

### 3.8.2. ALVENARIA SUBMETIDA A EXPOSIÇÃO MODERADA

*“As disposições seguintes constituem em medidas adequadas de prevenção da saturação de alvenarias:*

- *Protecção do topo das paredes com beirados ou revestimentos;*
- *Apoios de janela salientes com drenos de água;*
- *Barreiras de corte de capilaridade no topo ou na base das paredes” [N.7].*

### 3.8.3. ALVENARIA SUBMETIDA A EXPOSIÇÃO PASSIVA

*“Os exemplos seguintes referem-se a alvenarias ou elementos de alvenarias submetidos a exposições passivas:*

- *Alvenaria de paredes exteriores, dotada de protecção adequada, cuja importância depende das condições climáticas. Em algumas regiões da Europa, a experiência local mostra que uma camada espessa de reboco apropriado é suficiente, em casos para os quais existe risco de saturação em água com ocorrência de gelo, essa protecção deve ser assegurada com um revestimento impermeável;*
- *Alvenarias em paredes internas e nos paramentos interiores das paredes duplas” [N.7].*

## 3.9. ABSORÇÃO DE ÁGUA

A secção 5.2.7. da *EN 771-1* refere que “atendendo à utilização prevista para os tijolos de alvenaria LD, os requisitos à absorção de água não são aplicáveis” [N.7].

Sendo este requisito aplicável apenas a tijolos cerâmicos HD, a referida norma diferencia ainda o ensaio de absorção de água (apenas para tijolos HD) em dois tipos, consoante o previsto para a sua aplicação:

- Para tijolos cerâmicos de alvenaria destinados a utilização em elementos externos com a face do tijolo exposta, procede-se ao método de ensaio para absorção de água fria, descrito no *Anexo C* da *EN 771-1* [N.7];
- Para elementos que constituam barreira à humidade (tijolos com função de corte de capilaridade<sup>27</sup>), procede-se ao método de ensaio para a absorção de água em água fervente como especificado na *NP EN 772-7:2000 - Métodos de ensaio para elementos*

---

<sup>27</sup> *“Tijolos cerâmicos de alvenaria que, quando aplicados em duas camadas com juntas desencontradas e com junta de argamassa de cimento de alta resistência, constituem uma barreira à difusão de humidade na alvenaria” [N.7].*

de alvenaria. Parte 7: Determinação da absorção de água em água fervente de elementos cerâmicos para alvenaria [N.12].

### 3.9.1. PROCEDIMENTO

Os tijolos cerâmicos de alvenaria devem ser secos em estufa a  $(105 \pm 5)$  °C até atingirem massa constante. Considera-se atingida a massa constante se, no decurso do processo de secagem em pesagens subsequentes espaçadas pelo menos de 24 h, a perda de massa entre as duas determinações é inferior a 0,2 % da massa total. Arrefecer os provetes até à temperatura ambiente. Pesar e registar a massa seca de cada provete  $m_d$ , arredondada a 1 g.

O restante do procedimento para a determinação da absorção de água de tijolos cerâmicos HD destinados a utilização do tipo “elemento externo” ou com função de corte de capilaridade, é feito como descrito de seguida, consoante o caso.

#### ELEMENTO EXTERNO (ENSAIO PARA ABSORÇÃO DE ÁGUA FRIA)

Colocar cada provete num recipiente com água à temperatura ambiente. Todas as faces do tijolo cerâmico de alvenaria devem estar em contacto com a água, o que pode ser conseguido colocando os tijolos em pequenos apoios que servem de separadores. Deixar os tijolos em imersão durante 24 h. Remover os tijolos do recipiente e limpar o excesso de água das faces com um pano húmido ou com uma esponja.

Pesar os provetes e registar a massa saturada de cada provete  $m_w$ , arredondada a 1 g.

#### CORTE DE CAPILARIDADE (ENSAIO PARA A ABSORÇÃO DE ÁGUA EM ÁGUA FERVENTE)

Colocar o provete num recipiente com água imediatamente após a secagem, certificando que a água circula livremente em todos os lados (usar pequenos apoios como descrito anteriormente).

Aquecer a água até ao ponto de ebulição durante aproximadamente 1 h, ferver continuamente durante 5 h e arrefecer o provete à temperatura ambiente durante pelo menos 16 h.

Retirar o provete e limpar a água das superfícies com um pano húmido. Pesar dentro de 2 minutos após a remoção de água a massa saturada do provete,  $m_w$ .

### 3.9.2. CÁLCULO E EXPRESSÃO DE RESULTADOS

A absorção de água  $w_m$ , de cada provete é dada pela seguinte expressão:

$$w_m = \frac{m_w - m_d}{m_d} \times 100 \quad (\%)$$

Calcular o valor médio da absorção de água dos provetes.

Os valores de cálculo da absorção de água dos provetes individuais e da absorção média de água devem ser arredondados a 1 % para os tijolos do tipo “elemento externo” e a 0,1 % para os tijolos com função de corte de capilaridade.

### 3.9.3. EXIGÊNCIAS

Em ambos os casos, o produtor deve declarar a absorção de água do lote de tijolos cerâmicos e o tipo de ensaio realizado. A absorção média de água determinada não deve exceder a absorção de água declarada.

## 3.10. TAXA INICIAL DE ABSORÇÃO DE ÁGUA

Segundo a *EN 771-1* [N.7], este requisito é apenas aplicável a tijolos cerâmicos HD, para os quais o produtor deverá declarar a taxa inicial de absorção de água quando for relevante para a utilização prevista. A determinação desta característica é feita de acordo com a *NP EN 772-11:2002 - Métodos de ensaio de blocos para alvenaria. Parte 11: Determinação da absorção de água por capilaridade de blocos para alvenaria de betão de agregados, de betão "face à vista" e de pedra natural, e da taxa de absorção inicial de água de blocos cerâmicos* [N.15]. O princípio do ensaio que se segue consiste em: após secagem do provete até massa constante, imergir uma face do tijolo em água durante 60 segundos e determinar o aumento de massa deste. A taxa inicial de absorção de água é calculada relacionando o aumento de massa do provete com a área da face imersa e o tempo de imersão.

Todas as pesagens são registadas em gramas e efectuadas com uma balança capaz de pesar os provetes com uma exactidão de 0,1 % da sua massa, no estado seco.

### PROCEDIMENTO

Secagem inicial dos provetes de ensaio até massa constante  $m_{dry,s}$ , numa estufa ventilada à temperatura de  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ . A massa constante é atingida quando, durante o processo de secagem e em duas pesagens consecutivas com 24 horas de intervalo, a perda de massa entre as duas determinações não exceda 0,1 % da massa total.

Deixar os provetes arrefecer à temperatura ambiente, medir as dimensões da face de assentamento a imergir de acordo com a *EN 772-16* [N.17] (método descrito em 3.3.1) e calcular a área bruta da face a imergir,  $A_s$ .

Colocar os provetes com a face de assentamento sobre um dispositivo do suporte (pequenos apoios que servem de separadores) com 400 mm<sup>2</sup> de área máxima, cuja função é assegurar que todas as faces do provete não contactem com o fundo da tina e que a face de assentamento fique imersa em água a uma profundidade de 5 mm ± 1 mm durante o ensaio.

Sujeitar os provetes a um tempo de imersão de 60 ± 2 s.

Remover os provetes, limpar a água superficial e pesar a massa de cada provete após imersão,  $m_{so,s}$ .

### CÁLCULO E EXPRESSÃO DE RESULTADOS

A taxa de absorção inicial de água de cada tijolo cerâmico,  $C_{wi,s}$ , é calculada com arredondamento a 0,1 Kg / (m<sup>2</sup> x min), através da seguinte expressão:

$$C_{wi,s} = \frac{m_{so,s} - m_{dry,s}}{A_s \cdot t} \times 10^3 \quad (\text{Kg}/(\text{m}^2 \times \text{min}))$$

em que t = 1 min.

Calcular a média das taxas de absorção iniciais de água dos provetes, com arredondamento a 0,1 Kg / (m<sup>2</sup> x min).

### EXIGÊNCIAS

A taxa inicial média de absorção de água dos tijolos não deve exceder a taxa inicial de absorção de água declarada.

## 3.11. TEOR DE SAIS SOLÚVEIS ACTIVOS

A EN 771-1 [N.7] designa por sais solúveis activos os iões solúveis de magnésio, sódio e potássio libertados segundo o ensaio especificado na NP EN 772-5:2007 - *Métodos de ensaio para unidades de alvenaria. Parte 5: Determinação do teor de sais solúveis activos de tijolos cerâmicos para alvenaria* [N.11]. Estes sais solúveis activos podem, em determinadas condições, provocar efeitos potencialmente prejudiciais em argamassa de cimento ou nos próprios elementos de alvenaria.

Segundo o Anexo B.4 da NP EN 771-1 “o ataque dos sulfatos sobre as argamassas de alvenarias é devido principalmente à reacção entre o sulfato em solução e o aluminato tricálcico (C<sub>3</sub>A) constituinte do cimento Portland, de que resulta em sulfoaluminato de cálcio (ou ettringite). Esta reacção ocorre apenas quando existe um conteúdo suficiente em C<sub>3</sub>A, que se encontra no cimento de

*Portland comum. O risco é fortemente reduzido pela utilização de cimento Portland resistente aos sulfatos, onde o conteúdo em  $C_3A$  é limitado.*

*O ataque dos sulfatos só acontece se ocorrer uma passagem de água em quantidade significativa através da alvenaria. A difusão isolada não leva quantidades suficientes de sulfatos até ao cimento hidratado da argamassa. A movimentação da água pode ocorrer por infiltração de água através de alvenaria sob a acção da gravidade, por exemplo nas paredes em que todas as faces estejam sujeitas às intempéries ou sob apoios em tijolos cerâmicos de alvenaria onde não foram previstas barreiras de corte de capilaridade eficazes.*

*O movimento da água pode também ocorrer por evaporação e acção capilar, por exemplo, através de muros de sustentação não impermeabilizados na superfície enterrada, ou em paredes exteriores entre o nível do solo e a barreira de corte de capilaridade” [N.7].*

De acordo com o mesmo anexo, o risco de saturação em água pode ser deduzido pelas classes de exposição em relação da resistência ao gelo/degelo, mencionadas em 3.8.

A necessidade de declarar a categoria de teor de sais solúveis activos destina-se a assegurar que, em condições de utilização, não ocorrerão danos nos tijolos, na argamassa ou no reboco (se existir). As três categorias apresentadas no Quadro 3.10 especificam os teores máximos de sais solúveis em água (sódio, potássio e magnésio) para as diferentes condições de utilização, desde situações de uma possível saturação prolongada (S2 com argamassa de cimento Portland comum ou S1 com cimento resistente aos sulfatos na argamassa de alvenaria ou na sub-camada de reboco), exposições normais às condições atmosféricas onde a alvenaria é protegida com detalhes de projecto (S1) ou alvenaria completamente seca (S0). Para além disso os sulfatos solúveis, especialmente os sulfatos de magnésio, podem destruir os próprios elementos cerâmicos pelo efeito designado por “criptoflorescências” sendo que, por esta razão, é apresentado um requisito em separado para o magnésio [B.12].

Para alvenaria completamente protegida contra a penetração da água, a categoria S0 é considerada apropriada, o que significa que não é necessário qualquer requisito para o teor de sais solúveis activos.

Quadro 3.10 - Categorias de teores de sais solúveis activos [N.7]

| Categoria | Percentagem total em massa       |                  |
|-----------|----------------------------------|------------------|
|           | NA <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> | Mg <sup>2+</sup> |
| S0        | Sem requisito                    | Sem requisito    |
| S1        | ≤ 0,17                           | ≤ 0,08           |
| S2        | ≤ 0,06                           | ≤ 0,03           |

A EN 772-5 [N.11] descreve três métodos para a determinação do teor de sais solúveis activos:

- Espectroscopia de absorção atômica (EAA) e fotometria de chama;
- Métodos de espectrometria de indução de plasma combinada (IPC);
- Método alternativo de determinação do teor de sais solúveis activos (através da preparação de uma solução de EDTA).

Foi apenas desenvolvido neste texto o último método de ensaio referido.

### 3.11.1. MÉTODO ALTERNATIVO DE DETERMINAÇÃO DO TEOR DE SAIS SOLÚVEIS ACTIVOS

#### PREPARAÇÃO DOS REAGENTES PARA DETERMINAÇÃO DO MAGNÉSIO

##### - SOLUÇÃO DE ENSAIO DE MAGNÉSIO (1,0 MG/ML)

Dissolver 1,000 g de magnésio metálico num ligeiro excesso de solução de ácido clorídrico consistindo numa parte de ácido clorídrico (densidade relativa de 1,18) para três partes de água destilada ou desionizada e diluir em 1 l de água destilada ou desionizada no frasco graduado. Antes de pesar, atacar a fita ou folha de metal com ácido clorídrico diluído, lavar com água e depois secar com álcool seguido de éter. Acertar a massa com uma tesoura.

##### - PREPARAÇÃO DA SOLUÇÃO DE ENSAIO EDTA (0,5 %)

Dissolver 5 g de ácido tetra acético etileno diamina (EDTA) (sal dissódico desidratado) em água quente destilada ou desionizada, filtrar se necessário, arrefecer e diluir em 1 l. Guardar num balão de polietileno. Aferir contra a solução de ensaio de magnésio descrita anteriormente, usando o indicador azul-de-metileno, onde  $M_{Mg}$  é o número de miligramas de mágnesio equivalente para 1 ml de EDTA.

##### - PRIMEIRA TITULAÇÃO (CÁLCIO MAIS MAGNÉSIO)

Pipetar uma alíquota de 10 ml de extracto de sais solúveis para um frasco cónico de 500 ml. Juntar 20 gotas de ácido clorídrico (densidade relativa 1,18), seguidas de 10 ml de solução de amónia (densidade relativa de 0,88) e diluir com água destilada ou desionizada até 200 ml. Juntar cerca de 0,05 g de indicador de azul-de-metileno, preparado por moagem conjunta de 0,2 g de azul-de-metileno e de 20 g de nitrato de potássio. Titular com solução de ensaio EDTA, preparada anteriormente, com uma bureta de 10 ml, sendo a mudança de cor azul até incolor. Medir o volume titulado, designando o volume de EDTA utilizado na titulação por  $y$ .

### - SEGUNDA TITULAÇÃO

Pipetar uma alíquota de 10 ml de extracto de sais solúveis para um frasco cónico de 500 ml. Juntar 20 gotas de ácido clorídrico (densidade relativa 1,18), seguidas de 10 ml de solução de hidróxido de potássio (aproximadamente 250 g/l) e diluir até 200 ml com água destilada ou desionizada. Juntar cerca de 0,015 g de indicador de calceína preparado por moagem conjunta de 0,1 g de calceína e de 10 g de cloreto de potássio. Titular com solução de ensaio EDTA, preparada no início do ensaio, com uma bureta de 10 ml, sendo a mudança de cor verde fluorescente até rosa. Medir o volume titulado, designando o volume de EDTA utilizado na titulação por  $x$ .

### CÁLCULO E EXPRESSÃO DE RESULTADOS

#### - CONTEÚDO DE MAGNÉSIO

O teor de magnésio solúvel em água,  $Mg$ , com uma percentagem da massa da amostra original é dado pela seguinte equação:

$$Mg = \frac{(y - x) \times M_{Mg}}{10} \quad (\%)$$

Sendo  $y$  e  $x$ , o volume de EDTA utilizado na primeira e segunda titulação, respectivamente.

#### - DETERMINAÇÃO DO SÓDIO E POTÁSSIO

Comparar uma porção de extracto de sais solúveis com soluções de ensaios contendo 5 ppm em massa de sódio e 10 ppm em massa de potássio num fotómetro de chama ou por espectroscopia de absorção atómica.

Calcular o teor de sódio e de potássio por referência a gráficos calibrados, previamente preparados.

Registar a soma dos teores de sódio e de potássio arredondados a 0,01 % e de magnésio arredondado a 0,01 %.

### 3.11.2. EXIGÊNCIAS

Quando a utilização prevista para o produto apenas prevê uma protecção limitada (por exemplo, uma camada fina de reboco) o teor de sais solúveis activos deve ser declarado pelo produtor com base nas categorias apresentadas no Quadro 3.10.

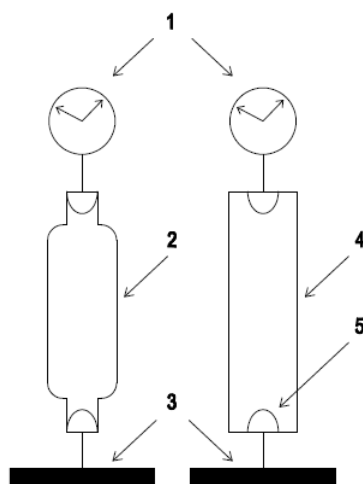
Após os tijolos cerâmicos serem ensaiados de acordo com a EN 772-5 [N.11], o teor de sais solúveis em água não deve exceder o teor de sais solúveis activos declarados.

### 3.12. EXPANSÃO COM A HUMIDADE

A EN 771-1 [N.7] refere que “nos países onde existem requisitos relativos a expansão com a humidade, esta característica deve ser avaliada e declarada em conformidade com as disposições em vigor no local pretendido para a utilização dos tijolos cerâmicos”. Esta especificação aplica-se tanto a tijolos LD como HD.

No entanto, e especificamente para tijolos LD de furação horizontal com uma dimensão igual ou maior que 400 mm e espessura de parede externa menor que 12 mm destinados a serem rebocados, a EN 771-1 [N.7] refere que a expansão com a humidade deve ser declarada em conformidade com a EN 772-19:2000 - *Methods of test for masonry units. Part 19: Determination of moisture expansion of large horizontally perforated clay masonry units* [N.20]. Esta última especifica um método acelerado para a determinação da expansão com a humidade em tijolos com perfurações horizontais e consiste em medir a variação do comprimento dos provetes depois de sujeitos a imersão em água a ferver, durante um período de 24 h.

As medições para a determinação da expansão dos provetes são feitas com o auxílio de um comparador com uma precisão de 0,01 mm (ou outro equipamento capaz de desempenhar a mesma função), sendo que este equipamento tem como objectivo de comparar a variação do comprimento dos provetes (sujeitos a alterações provocadas pelo ensaio) com o comprimento de uma barra de referência “invar” (ver representação esquemática do equipamento de medição na Figura 3.10).



Legenda:

- 1 – Equipamento de medição dotado com um mostrador (comparador)
- 2 – Barra de referência “invar”
- 3 – Suporte
- 4 – Provete
- 5 – Zona de contacto para medição

Figura 3.10 - Representação esquemática do equipamento de medição (baseado em [N.20])

### 3.12.1. PREPARAÇÃO DOS PROVETES

Remover uma amostra de cada tijolo de alvenaria, paralela às perfurações<sup>28</sup>, sendo que o comprimento do provete deve ser tão grande quanto possível, entre 150 mm a 250 mm. A largura mínima do provete é de 40 mm.

As superfícies externas do provete devem ser regularizadas de forma que a medição da expansão seja uniforme ao longo das faces.

### 3.12.2. RECOZEDURA

Se os provetes se apresentarem molhados, deixá-los durante 24 h à temperatura ambiente.

Recozer os provetes num forno com um aumento de taxa de temperatura de 50°C/h, até atingir 600°C ± 15 ° C. Manter esta temperatura durante 4 h.

Arrefecer os provetes dentro do forno e quando a temperatura descer para 70°C removê-los e armazená-los num dessecador à temperatura ambiente, durante pelo menos 20 h.

### 3.12.3. MEDIÇÕES INICIAIS

#### MEDIÇÃO DO COMPRIMENTO INICIAL DO PROVETE

Medir com o auxílio de um paquímetro vernier calipers ou outro aparelho adequado, o comprimento de cada provete,  $l_i$ . Registrar o valor com uma aproximação de 0,1 mm.

Escolher a barra de referência “invar” com comprimento semelhante ao do provete.

#### MEDIÇÃO DO PRIMEIRO E DO SEGUNDO DESVIO DOS PROVETES, E DETERMINAÇÃO DA MÉDIA DOS DESVIOS INICIAIS

Registrar a leitura feita no comparador do comprimento da barra de referência “invar”,  $R_{in}$ .

Registrar a primeira leitura do comprimento de cada provete,  $R_{\delta 1}$ , medidos pelo comparador.

Calcular e exprimir com arredondamento a 0,01 mm, o valor do primeiro desvio de cada provete,  $l_{s1}$ , através da seguinte expressão:

$$l_{s1} = R_{\delta 1} - R_{in} \quad (mm)$$

<sup>28</sup> O corte deverá ser feito paralelamente às perfurações visto que os tijolos deste tipo têm tendência a maior expansão nesta direcção devido ao seu processo de fabrico (por extrusão).

Após 3 h em repouso, registrar a segunda leitura do comprimento de cada provete,  $R_{\delta 2}$ , medidos pelo comparador, e calcular e exprimir com arredondamento a 0,01 mm, o valor do segundo desvio de cada provete,  $l_{s2}$ , através da seguinte expressão:

$$l_{s2} = R_{\delta 2} - R_{in} \quad (mm)$$

Calcular o desvio inicial de cada provete,  $l_{m1}$ , pela média dos desvios iniciais,  $l_{s1}$  e  $l_{s2}$ .

Apresentam-se na Figura 3.11 exemplos de desvios para barras de referências “invar” com maior ou menor comprimento do que o provete ensaiado.

### 3.12.4. IMERSÃO EM ÁGUA A FERVER

Mergulhar os provetes num recipiente com água a ferver durante 24 h, assegurando que nenhuma das suas faces esteja em contacto com as superfícies do recipiente.

Remover os provetes e arrefecê-los à temperatura ambiente.

### 3.12.5. MEDIÇÕES FINAIS

#### MEDIÇÃO DO TERCEIRO E DO QUARTO DESVIO, E DETERMINAÇÃO DA MÉDIA DOS DESVIOS FINAIS

Registrar novamente a leitura feita no comparador do comprimento da barra de referência “invar”,  $R_{in}$ .

Depois do tratamento em água a ferver, deixar os provetes a arrefecer durante 1 h à temperatura ambiente e registrar a terceira leitura do comprimento de cada provete,  $R_{\delta 3}$ .

Calcular e exprimir com arredondamento a 0,01 mm, o valor do terceiro desvio de cada provete,  $l_{s3}$ , através da seguinte expressão:

$$l_{s3} = R_{\delta 3} - R_{in} \quad (mm)$$

Registrar a quarta leitura do comprimento de cada provete,  $R_{\delta 4}$ , 24 h após a terceira leitura ( $R_{\delta 3}$ ).

Calcular e exprimir com arredondamento a 0,01 mm, o valor do quarto desvio de cada provete  $l_{s4}$ , através da seguinte expressão:

$$l_{s4} = R_{\delta 4} - R_{in} \quad (mm)$$

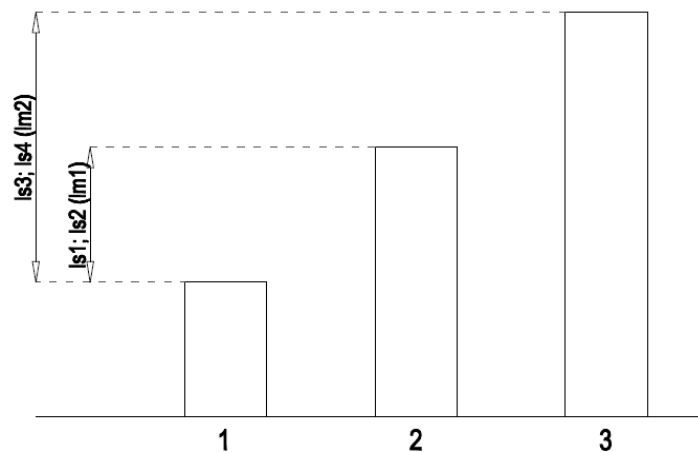
Calcular o desvio final de cada provete,  $l_{m2}$ , pela média dos desvios finais,  $l_{s3}$  e  $l_{s4}$ .

### 3.12.6. CÁLCULO E EXPRESSÃO DE RESULTADOS

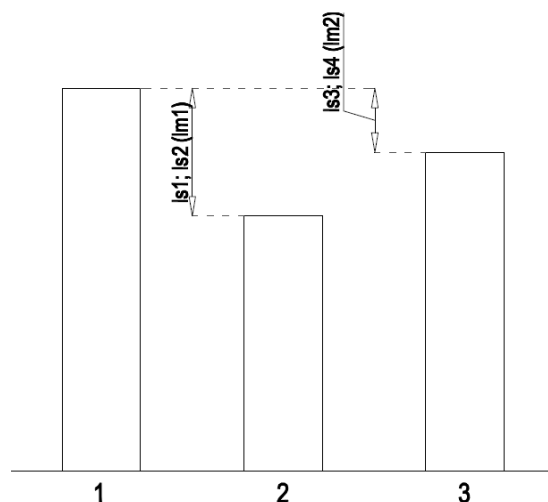
A expansão com a humidade de cada provete,  $e_s$ , expressa com aproximação a 0,1 mm/m, é dada por:

$$e_s = \frac{|l_{m2} - l_{m1}|}{l_i} \times 1000 \quad (mm/m)$$

Calcular o valor médio da expansão com a humidade,  $e_m$ , pela média dos valores individuais,  $e_s$ , e exprimir o resultado com uma aproximação a 0,1 mm/m.



a) caso em que a barra de referência "invar" é menor do que o provete ensaiado



b) caso em que a barra de referência "invar" é maior do que o provete ensaiado

Legenda:

1 – Barra de referência "invar"      2 – Provede após recozedura      3 – Provede depois do tratamento em água a ferver

Figura 3.11 - Exemplos de desvios (baseado em [N.20])

### 3.12.7. EXIGÊNCIAS

Não há qualquer limite para a avaliação da conformidade (nas normas *EN 771-1* [N.7] e *EN 772-19* [N.20]) estipulado para a expansão com a humidade em tijolos cerâmicos de alvenaria.

### 3.13. REACÇÃO AO FOGO

Segundo a *EN 771-1* [N.7], para os tijolos cerâmicos destinados a serem utilizados em elementos sujeitos a requisitos de resistência ao fogo, o fabricante deve declarar a classe de reacção ao fogo, sendo que:

- De acordo com as disposições da *Decisão da Comissão 96/603/EC* [D.2], emendada pelas *Decisões 2000/605/EC e 2003/424/EC* [D.6] [D.7], os tijolos de alvenaria contendo menos de 1,0 % em massa ou volume (consoante o mais desfavorável) de materiais orgânicos distribuídos de forma homogénea, pertencem à classe A1 de reacção ao fogo, ou seja, sem necessidade de ensaios<sup>29</sup>;
- Para tijolos de alvenaria contendo mais de 1,0 % em massa ou volume (consoante o mais desfavorável) de materiais orgânicos distribuídos de forma homogénea, estes, devem ser classificados segundo a *EN 13501-1:2007+A1:2009 - Fire classification of construction products and building elements. Part 1: Classification using data from reaction to fire tests* [N.48].

Não serão abordados detalhadamente os métodos de ensaio para a determinação das classes de reacção ao fogo, mas sim os meios para a classificação destas, de acordo com os critérios de classificação apresentados na *Tabela 1 da EN 13501* [N.48]. Para uma investigação mais aprofundada sobre o tema, é indispensável a consulta das normas mencionadas.

Relativamente aos requisitos a respeitar na classificação das classes da reacção ao fogo, indicam-se no Quadro 3.12 alguns termos e definições usados na sua classificação. Segue-se uma breve descrição dos métodos de ensaio necessários para a determinação das classes de reacção ao fogo e normas aplicáveis (ver Quadro 3.13).

Finalmente, no Quadro 3.14, transcrito da *EN 13501* [N.48], apresentam-se os critérios para a classificação das classes da reacção ao fogo para tijolos cerâmicos de alvenaria.

---

<sup>29</sup> Os tijolos cerâmicos de alvenaria são, na sua grande maioria, produtos que se inserem na classe A1 de reacção ao fogo, ou seja, sem necessidade de ensaios. Todavia, os produtores podem ter de efectuar regularmente outros ensaios de controlo (por exemplo, determinação do teor de matéria orgânica) que comprovem a satisfação das exigências particulares aplicáveis.

### 3.13.1. SISTEMA EUROPEU DE CLASSIFICAÇÃO DA REACÇÃO AO FOGO DOS PRODUTOS DE CONSTRUÇÃO

Uma das seis exigências essenciais da DPC [D.17] diz respeito à segurança contra o incêndio, aplicável à concepção e construção das obras, quando e se estas estiverem sujeitas a regulamentação que contenha aquela exigência de segurança.

O Documento Interpretativo (DI) nº 2 – *Segurança em caso de incêndio* [D.1], sendo um dos documentos destinados a desenvolver uma ligação entre as exigências essenciais das obras e as características de desempenho dos produtos de construção, identifica três níveis de exposição para as acções térmicas: pequena fonte de ignição, objectos isolados em combustão e fogo generalizado [B.11].

Este documento refere ainda que os critérios a considerar na elaboração do sistema de classificação são “*a ignição, a velocidade de libertação de calor, a velocidade de propagação de chama, a velocidade de produção de fumo, gases tóxicos, gotas/partículas inflamadas<sup>30</sup> e/ou combinação destes*” [D.1].

Os três níveis de exposição e os restantes parâmetros mencionados no Documento Interpretativo nº 2 [D.1] foram considerados no sistema de classificação europeu pelas normas:

**Quadro 3.11 - Níveis de exposição e parâmetros considerados no sistema de classificação europeu de reacção ao fogo**

| Três níveis de exposição  | Norma(s)   |
|---|--|
| Representa a acção de uma pequena chama   | EN ISO 11925-2 [N.44]                            |
| Representa o efeito de um objecto (elemento) isolado em combustão                                       | EN 13823 [N.50]                                  |
| Representa o fogo generalizado  | EN ISO 1182 [N.29] e<br>EN ISO 1716 [N.32]       |
| Restantes parâmetros mencionados no DI nº2  | Norma(s)   |
| Ignição e fluxo crítico   | EN ISO 11925-2 [N.44] e<br>EN ISO 9239-1 [N.43]  |
| Velocidade de libertação de calor (índices <i>FIGRA</i> e <i>THR</i> )                                  | EN 13823 [N.50]                                  |
| Velocidade de propagação de chama (índice <i>F<sub>s</sub></i> , índice <i>LFS</i> )                    | EN ISO 11925-2 e<br>EN 13823 [N.50]              |
| Velocidade de produção de fumo (índices <i>SMOGRA</i> , <i>TSP</i> e a quantificação do fumo produzido) | EN 13823 [N.50] e<br>EN ISO 9239-1 [N.43]        |
| Gotas/partículas inflamadas e/ou combinação destes  | EN ISO 11925-2 [N.44] e<br>EN 13823 (SBI) [N.50] |

*Nota: Não existe definido nenhum método de ensaio e índices que quantifiquem ou qualifiquem a produção de gases tóxicos [B.11]*

<sup>30</sup> “*Chama-se de gotas/partículas inflamadas ao material que se liberta do provete durante o ensaio de fogo e continua inflamado por um período mínimo de tempo, tal como descrito no método de ensaio*” [N.47].

Quadro 3.12 - Termos e definições para a classificação das classes da resistência ao fogo

|                           |  |
|---------------------------|--|
| <b>PCS</b>                | Poder calorífico <sup>31</sup> superior – Poder calorífico de um material quando a combustão é completa e toda a água produzida é totalmente condensada [MJ/kg] ou [MJ/m <sup>2</sup> ]<br>( <i>NP EN ISO 13943:2008</i> [N.51]) |
| <b>F<sub>s</sub></b>      | Propagação vertical de chama. Corresponde ao ponto mais alto atingido pela ponta da chama, quando medido de acordo com a <i>EN ISO 11925-2:2002</i> [N.44] [mm]  |
| <b>t<sub>f</sub></b>      | Duração das chamas persistentes <sup>32</sup> [s]  |
| <b>LFS</b>                | Propagação lateral de chama. Corresponde à maior extensão do percurso de uma chama persistente, medida segundo a <i>EN 13823</i> [N.50] [m]  |
| <b>ΔT</b>                 | Aumento de temperatura [°C]  |
| <b>Δm</b>                 | Perda de massa [%]   |
| <b>FIGRA</b>              | taxa de desenvolvimento do fogo - “fire growth rate” (W/s) ( <i>EN 13823</i> [N.50])   |
| <b>THR<sub>600s</sub></b> | Libertação total de calor em 600 s [MJ]  |
| <b>SMOGRA</b>             | taxa de desenvolvimento de fumo – “smoke growth rate” (m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )  |
| <b>TSP<sub>600s</sub></b> | produção de fumo em 600 s (m <sup>2</sup> )  |

No quadro que se segue, apresentam-se apenas os ensaios e classes que afectam a classificação da reacção ao fogo do material de construção em estudo.

Quadro 3.13 - Métodos de ensaio para a determinação das classes de reacção ao fogo

| Método de ensaio                       | Norma aplicável              | Descrição do método  | Classes afectadas |
|--|------------------------------|--|-------------------|
| Ensaio de não-combustibilidade         | <i>EN ISO 1182</i> [N.29]    | Método que identifica os produtos que não contribuem significativamente para um incêndio, independentemente da sua utilização final.   | A1 e A2           |
| Ensaio de calor de combustão           | <i>EN ISO 1716</i> [N.32]    | Este ensaio determina o potencial máximo de libertação de calor total de um produto quando este é submetido a combustão completa, independentemente da sua utilização final.<br>Permite ainda a determinação do poder calorífico superior (PCS). | A1 e A2           |
| Ensaio de combustão individual         | <i>EN 13823</i> [N.50]       | Este método avalia a contribuição potencial de um produto para o desenvolvimento de um fogo, numa situação de incêndio, simulando um elemento isolado em combustão num canto de um compartimento e próximo do produto em causa.                  | A1, A2, B, C e D  |
| Ensaio de ignitabilidade <sup>33</sup> | <i>EN ISO 11925-2</i> [N.44] | Método que avalia a ignitabilidade de um produto exposto a uma pequena chama.  | B, C, D e E       |

<sup>31</sup> Poder calorífico é a “energia térmica produzida pela combustão da unidade de massa de uma dada substância” [N.47].

<sup>32</sup> A *EN ISO 13943* [N.47] define chama persistente como uma chama existente numa ou sobre uma superfície por um período mínimo de tempo.

Quadro 3.14 – Classificação da reacção ao fogo de produtos de construção, excluindo os destinados a revestimentos de piso [N.48]

| Classe | Norma do método de ensaio                               | Critério de classificação  | Classificação adicional  |
|--------|---|--|--|
| A1     | EN ISO 1182 <sup>a)</sup> [N.29]<br>e                   | $\Delta T \leq 30 \text{ }^\circ\text{C}$ e $\Delta m \leq 50 \%$<br>e $t_f = 0 \text{ s}$ (sem chamas persistentes)   |  |
|        | EN ISO 1716 [N.32]                                      | $\text{PCS} \leq 2,0 \text{ MJ/kg}$ <sup>a)</sup> e $\text{PCS} \leq 2,0 \text{ MJ/kg}$ <sup>b) c)</sup><br>e $\text{PCS} \leq 1,4 \text{ MJ/m}^2$ <sup>d)</sup> e $\text{PCS} \leq 2,0 \text{ MJ/kg}$ <sup>e)</sup> |  |
| A2     | EN ISO 1182 <sup>a)</sup> [N.29]<br>ou                  | $\Delta T \leq 50 \text{ }^\circ\text{C}$ e $\Delta m \leq 50 \%$ e $t_f \leq 20 \text{ s}$  |  |
|        | EN ISO 1716 [N.32]<br>e                                 | $\text{PCS} \leq 3,0 \text{ MJ/kg}$ <sup>a)</sup> e $\text{PCS} \leq 4,0 \text{ MJ/m}^2$ <sup>b)</sup><br>e $\text{PCS} \leq 4,0 \text{ MJ/m}^2$ <sup>d)</sup> e $\text{PCS} \leq 3,0 \text{ MJ/kg}$ <sup>e)</sup>   |  |
|        | EN 13823 [N.50]   | $\text{FIGRA} \leq 120 \text{ W/s}$ e $\text{LFS} < \text{bordo do provete}$ e<br>$\text{THR}_{600\text{s}} \leq 7,5 \text{ MJ}$   | Produção de fumo <sup>f)</sup> e gotas/partículas inflamadas <sup>g)</sup> |
| B      | EN 13823 [N.50]<br>e                                    | $\text{FIGRA} \leq 120 \text{ W/s}$ e $\text{LFS} < \text{bordo do provete}$ e<br>$\text{THR}_{600\text{s}} \leq 7,5 \text{ MJ}$   | Produção de fumo <sup>f)</sup> e gotas/partículas inflamadas <sup>g)</sup> |
|        | EN ISO 11925-2 <sup>i)</sup> [N.44]<br>Exposição = 30 s | $F_s \leq 150 \text{ mm}$ em 60 s  |  |
| C      | EN 13823 [N.50]<br>e                                    | $\text{FIGRA} \leq 250 \text{ W/s}$ e $\text{LFS} < \text{bordo do provete}$ e<br>$\text{THR}_{600\text{s}} \leq 15 \text{ MJ}$  | Produção de fumo <sup>f)</sup> e gotas/partículas inflamadas <sup>g)</sup> |
|        | EN ISO 11925-2 <sup>i)</sup> [N.44]<br>Exposição = 30 s | $F_s \leq 150 \text{ mm}$ em 60 s  |  |
| D      | EN 13823 [N.50]<br>e                                    | $\text{FIGRA} \leq 750 \text{ W/s}$  | Produção de fumo <sup>f)</sup> e gotas/partículas inflamadas <sup>g)</sup> |
|        | EN ISO 11925-2 <sup>i)</sup> [N.44]<br>Exposição = 30 s | $F_s \leq 150 \text{ mm}$ em 60 s  |  |
| E      | EN ISO 11925-2 <sup>i)</sup> [N.44]<br>Exposição = 15 s | $F_s \leq 150 \text{ mm}$ em 20 s  | Partículas incandescentes <sup>h)</sup>                                    |
| F      | desempenho não-determinado                              |  |  |

<sup>a)</sup> Para produtos homogéneos e componentes substanciais de produtos não-homogéneos

<sup>b)</sup> Para qualquer componente não-substancial externo de produtos não-homogéneos

<sup>c)</sup> Alternativamente, qualquer componente não-substancial externo com um  $\text{PCS} \leq 2,0 \text{ MJ/m}^2$ , desde que satisfaça os seguintes critérios da EN 13823 [N.50]:  $\text{FIGRA} \leq 20 \text{ W/s}$ , e  $\text{LFS} < \text{bordo do provete}$ , e  $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 4,0 \text{ MJ}$ , e  $s_1$ , e  $d_0$ .

<sup>d)</sup> Para qualquer componente não-substancial interno de produtos não-homogéneos

<sup>e)</sup> Para o produto na sua totalidade

<sup>f)</sup> Na última fase de desenvolvimento do procedimento de ensaio foram introduzidas modificações ao sistema de medição de fumo, cujo efeito necessita de investigação adicional, o que poderá resultar numa modificação dos valores limites e/ou parâmetros de avaliação da produção de fumo.

$s_1 = \text{SMOGR} \leq 30\text{m}^2/\text{s}^2$  e  $\text{TSP}_{600\text{s}} \leq 50\text{m}^2$ ;  $s_2 = \text{SMOGR} \leq 180\text{m}^2/\text{s}^2$  e  $\text{TSP}_{600\text{s}} \leq 200\text{m}^2$ ;  $s_3 = \text{nem } s_1 \text{ nem } s_2$ ;

<sup>g)</sup>  $d_0 = \text{Não se verifica a libertação de gotas/partículas inflamadas em } 600 \text{ s, de acordo com a EN 13823 [N.50]}$ ;

$d_1 = \text{Não se verifica a libertação de gotas/partículas inflamadas com duração superior a } 10 \text{ s, no período de } 600 \text{ s, de acordo com a EN 13823 [N.50]}$ ;

$d_2 = \text{nem } d_0 \text{ nem } d_1$ ; A ignição do papel no ensaio da EN ISO 11925-2 [N.44] resulta numa classificação  $d_2$ .

<sup>h)</sup> Aprovação = não ocorrência de ignição do papel (sem classificação);

Reprovação = ignição do papel (classificação  $d_2$ )

<sup>i)</sup> Sob condições de ataque da superfície pela chama e, se adequado à utilização final do produto, ataque do bordo pela chama.

<sup>33</sup> "Ignitabilidade – medida da maior ou menor facilidade com que um elemento pode ser posto em combustão, sob condições específicas" [N.47].

Quadro 3.15 - Definições complementares ao Quadro 3.14 [B.11]

| Definições complementares   |
|---|
| - <b>Produto homogéneo</b> – um produto constituído por um único material, de massa volúmica e composição idênticas em todo o produto   |
| - <b>Produto não homogéneo</b> – um produto que não apresenta as características exigidas a um produto homogéneo; produto constituído por um ou mais componentes, substanciais ou não-substanciais  |
| - <b>Componente substancial</b> – um material que constitui uma parte substancial de um provete não-homogéneo; uma camada com uma massa unitária $\geq 1,0 \text{ kg/m}^2$ ou uma espessura $\geq 1 \text{ mm}$ é considerada um componente substancial   |
| - <b>Componente não-substancial</b> – um material que não constitui uma parte significativa de um produto não-homogéneo; uma camada com uma massa unitária $< 1,0 \text{ kg/m}^2$ ou uma espessura $< 1 \text{ mm}$ é considerada um componente não-substancial.<br><i>Duas ou mais camadas não-substanciais adjacentes (i.e. sem qualquer componente substancial entre elas) são consideradas como uma única camada não-substancial e, portanto, no seu conjunto devem satisfazer aos requisitos aplicáveis a um componente não-substancial.</i> |
| - <b>Componente interno não-substancial</b> – um componente não substancial que está coberto em ambas as faces por pelo menos um componente substancial.  |
| - <b>Componente externo não-substancial</b> – um componente não-substancial que não está coberto nenhuma das faces por um componente substancial.   |

Realça-se o facto de que, para cada uma das classes desde A2 a E, as classificações complementares de produção de fumo e de libertação de gotas ou de partículas inflamadas, conduzem a variadas combinações possíveis. A título de exemplo, tomando como base a classe B, existem, as seguintes nove classificações finais possíveis [B.11]:

|            |            |            |
|------------|------------|------------|
| B - s1, d0 | B - s1, d1 | B - s1, d2 |
| B - s2, d0 | B - s2, d1 | B - s2, d2 |
| B - s3, d0 | B - s3, d1 | B - s3, d2 |

### 3.14. PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA

Para tijolos cerâmicos destinados a serem aplicados na envolvente exterior, o produtor deve fornecer informação relativa à permeabilidade ao vapor de água por meio de valores tabelados do coeficiente de difusão de vapor de água  $\mu$ , apresentados no Anexo A da NP EN 1745:2005 - Alvenarias e elementos de alvenaria. Métodos para determinação de valores térmicos de cálculo [N.33] (ver Quadro 3.16).

Os valores que se encontram no quadro são igualmente válidos para materiais cuja massa volúmica é controlada na produção mas para os quais não existem valores de  $\lambda$  (condutibilidade térmica) medidos directamente. Estes factores são dados como percentis (P) 50 % e 90 % do intervalo existente de valores de  $\lambda$  para um certo material com uma dada massa volúmica [N.33].

O Anexo A da NP EN 1745, define o coeficiente de difusão de vapor de água  $\mu$ , como sendo “o factor que descreve quantas vezes a resistência à difusão de uma camada de material é superior à resistência de uma camada de ar com a mesma espessura sob idênticas condições. Para comparar a resistência à difusão de dois elementos de um edifício, é necessário multiplicar o factor  $\mu$  pela espessura da respectiva camada, o que leva a um resultado com a dimensão em m” [N.33].

Quadro 3.16 - Valores tabelados de  $\lambda_{10,seco}$ , e coeficiente de difusão do vapor de água  $\mu$ , para tijolos cerâmicos de alvenaria [N.33]

| Massa volúmica do material [kg/m <sup>3</sup> ] | $\lambda_{10,seco}$ [W/m.K] |          | Coeficiente de difusão do vapor de água $\mu$ | c [kJ/kg.K] |
|---|-----------------------------|----------|---|-------------|
|   | P = 50 %                    | P = 90 % |   |             |
| 1000  | 0,20                        | 0,27     | 5/10  | 1,0         |
| 1100  | 0,23                        | 0,30     |   |             |
| 1200  | 0,26                        | 0,33     |   |             |
| 1300  | 0,30                        | 0,36     |   |             |
| 1400  | 0,34                        | 0,40     |   |             |
| 1500  | 0,37                        | 0,43     |   |             |
| 1600  | 0,41                        | 0,47     |   |             |
| 1700  | 0,45                        | 0,51     |   |             |
| 1800  | 0,49                        | 0,55     |   |             |
| 1900  | 0,53                        | 0,60     |   |             |
| 2000  | 0,58                        | 0,64     |   |             |
| 2100  | 0,62                        | 0,69     |   |             |
| 2200  | 0,67                        | 0,74     |   |             |
| 2300  | 0,72                        | 0,79     |   |             |
| 2400  | 0,77                        | 0,84     |   |             |

$f_{\psi} = 10 \text{ (m}^3/\text{m}^3\text{)}$

Nota: Para materiais cerâmicos com uma massa volúmica entre 1800 kg/m<sup>3</sup> e 2400 kg/m<sup>3</sup> utilizados como materiais de paramento, que são normalmente cozidos a temperaturas significativamente mais elevadas, o coeficiente  $\mu$  toma o valor de 50/100.

Legenda:

$\lambda_{10,seco}$  – condutibilidade térmica do material, no estado seco, a uma temperatura média de 10° C;

c – capacidade calorífica específica;

$f_{\psi}$  – coeficiente da conversão da humidade;

P – percentual da população.

### 3.15. ADERÊNCIA

Para tijolos cerâmicos de alvenaria destinados a utilização em elementos sujeitos a requisitos estruturais, a aderência combinada entre o tijolo e a argamassa deve ser declarada em termos da resistência característica inicial ao corte, em conformidade com a *NP EN 1052-3:2005 - Métodos de ensaio de alvenaria. Parte 3: Determinação da resistência inicial ao corte* [N.28]. Esta declaração tanto pode ser feita com base em valores fixados ou baseada em ensaios. O produtor deve declarar qual o método adotado na sua declaração.

As notas pontos 5.2.12.1 e 5.3.13.1 da *EN 771-1* fazem referência a que “na maioria dos casos a utilização de valores fixados será considerada suficiente” [N.7].

#### 3.15.1. DECLARAÇÃO BASEADA EM VALORES FIXADOS E EXIGÊNCIAS

A resistência característica inicial ao corte combinada do tijolo e da argamassa deve ser declarada por referência ao *Anexo C da NP EN 998-2:2010 - Especificação para argamassas para alvenarias. Parte 2: Argamassas para alvenaria* [N.23], sendo que segundo esta, a resistência característica inicial ao corte combinada da unidade e da argamassa deve ser de 0,15 N/mm<sup>2</sup> para argamassas de uso geral<sup>34</sup> e leves<sup>35</sup>, ou de 0,30 N/mm<sup>2</sup> para argamassas de camada fina<sup>36</sup>.

#### 3.15.2. DECLARAÇÃO BASEADA EM ENSAIOS E EXIGÊNCIAS

A resistência característica inicial ao corte combinada do tijolo e de uma argamassa especificada em conformidade com a *EN 998-2* [N.23] pode no entanto ser declarada com base em ensaios, pelo método descrito na *EN 1052-3* [N.28].

Após o ensaio, a resistência característica inicial ao corte não deve ser inferior ao valor declarado.

### 3.16. LIBERTAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS

A *EN 771-1* [N.7] não especifica qualquer tipo de considerações a tomar neste âmbito; no entanto, “relativamente às substâncias perigosas, a *Directiva 76/769/CEE* [D.16] apresenta a

<sup>34</sup> “Argamassas para alvenaria de uso geral – argamassas para alvenaria sem características especiais” [N.23].

<sup>35</sup> “Argamassa leve – argamassa de desempenho (argamassa em que a composição e processo produtivo são escolhidos pelo produtor a fim de atingir propriedades específicas) cuja massa volúmica após endurecimento é  $\leq 1300 \text{ kg/m}^3$ ” [N.23].

<sup>36</sup> “Argamassas de camada fina – Argamassa de desempenho para alvenarias com um tamanho máximo de agregados  $\leq 2 \text{ mm}$ , amostrada de acordo com a *EN 1015-2* [N.25] e ensaiada segundo a *EN 1015-1* [N.24]” [N.23].

*aproximação das disposições legislativas, regulamentares e administrativas dos Estados-membros respeitantes à limitação da colocação no mercado e da utilização de algumas substâncias e preparações perigosas. Esta Directiva, e as suas alterações posteriores foram transpostas para o Direito Português de Decreto-Lei n.º 10/2007 [D.10]. Não é feita referência nesta legislação, às substâncias perigosas que possam estar presentes no tijolo cerâmico, pelo que se assume que não será necessário qualquer tipo de ensaio embora, quando solicitado (por clientes, entidades oficiais, ou legislação do país de destino) devem ser apresentadas resultados comprovativos da inexistência das substâncias perigosas em questão” [B.9].*

### 3.17. RESUMO DAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS, MÉTODOS DE ENSAIO E REQUISITOS APLICÁVEIS A TIJOLOS CERÂMICOS PARA ALVENARIA, SEGUNDO A EN 771-1

Quadro 3.17 - Resumo das principais características, métodos de ensaio e requisitos aplicáveis a tijolos cerâmicos para alvenaria, segundo a EN 771-1

| Característica                                   | Norma(s) aplicável(eis)                          | LD              | HD | Secção de ensaio                    | Secção de Requisitos | Categorias, Classes ou Tolerâncias  |
|--|--|-----------------|----|-------------------------------------|----------------------|---|
| Determinação das dimensões                       | EN 772-16 [N.17]                                 | ✓               | ✓  | 3.3.1                               | 3.3.1.2              | Tolerâncias ao valor médio: T1, T1+, T2, T2+ ou Tm<br>Amplitude: R1, R1+, R2, R2+, Rm |
| Paralelismo das faces dos leitos                 | EN 772-16 [N.17]                                 | ✓               | ✓  | 3.3.2                               | 3.3.2                |   |
| Planeza das faces dos leitos                     | EN 772-20 [N.22]                                 | ✓               | ✓  | 3.3.3                               | 3.3.3                |   |
| Configuração                                     | EN 1996-1-1 [N.36]<br>ou<br>EN 1996-1-2 - [N.38] | ✓               | ✓  | Todos os ensaios que a caracterizam | -----                | Grupo 1, 2, 3 ou 4  |
| Espessuras das paredes externas e septos         | EN 772-16 [N.17]                                 | ✓ <sup>a)</sup> | ✓  | 3.4.2                               | -----                |   |
| Espessura combinada de septos e paredes externas | EN 772-16 [N.17]                                 | ✓               | ✓  | 3.4.3                               | -----                |   |
| Orifícios de manuseamento                        | -----  | ✓               |    | -----                               | -----                |   |
| Canal para enchimento com betão/argamassa        | -----  | ✓               |    | -----                               | 3.4.5                |   |

(continua)

DESENVOLVIMENTOS RECENTES NA NORMALIZAÇÃO DE TIJOLOS CERÂMICOS DE ALVENARIA E TELHAS CERÂMICAS

| Característica (cont.)           | Norma(s) aplicável(eis) (cont.) | LD | HD | Secção de ensaio | Secção de Requisitos | Categorias, Classes ou Tolerâncias (cont.)                                       |
|----------------------------------|---------------------------------|----|----|------------------|----------------------|--|
| Volume total de vazios moldados  | EN 772-9 [N.13]                 | ✓  | ✓  | 3.4.6            | -----                |  |
| Volume líquido e vazios          | EN 772-3 [N.10]                 | ✓  |    | 3.4.7            | -----                |  |
| Massa volúmica bruta e líquida   | EN 772-13 [N.16]                | ✓  | ✓  | 3.5              | 3.2<br>3.5.3         | D1, D2 ou Dm   |
| Resistência à compressão         | EN 772-1 [N.8]                  | ✓  | ✓  | 3.6              | 3.6.8                | Categoria I ou Categoria II  |
| Propriedades térmicas            | EN 1745 [N.33]                  | ✓  | ✓  | 3.7              | -----                |  |
| Durabilidade (gelo/degelo)       | -----                           | ✓  | ✓  | 3.8              | -----                | Conforme requerido pelo método de avaliação utilizado.<br>(Exposição F0, F1, F2) |
| Absorção de água fria            | EN 771-1 [N.7]<br>Anexo C       |    | ✓  | 3.9              | 3.9.3                |  |
| Absorção de água fervente        | EN 772-7 [N.12]                 |    | ✓  | 3.9              | 3.9.3                |  |
| Taxa inicial de absorção de água | EN 772-11 [N.15]                |    | ✓  | 3.10             | 3.10                 |  |
| Teor em sais solúveis activos    | EN 772-5 [N.11]                 | ✓  | ✓  | 3.11             | 3.11                 | Exposição S0, S1, S2   |
| Expansão devida à humidade       | EN 772-19 [N.20]                | ✓  | ✓  | 3.12             | 3.12.7               |  |
| Reacção ao fogo                  | EN 13501-1 [N.48]               | ✓  | ✓  | -----            | 3.13.1               | Euroclasse de A1 a F   |
| Permeabilidade ao vapor de água  | EN 1745 [N.33]                  | ✓  | ✓  | 3.14             | -----                |  |
| Aderência à argamassa            | EN 1052-3 [N.28]                | ✓  | ✓  | 3.15             | 3.15.1<br>3.15.2     |  |

a) Declaração obrigatória, e quando relevante, apenas para tijolos LD.

### **3.18. AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DE TIJOLOS CERÂMICOS PARA ALVENARIA**

A Comissão Europeia emitiu em Outubro de 1997, a *Decisão da Comissão 97/740/EC* [D.3] com o objectivo de especificar o sistema de avaliação da conformidade a adoptar em elementos de alvenaria segundo os requisitos definidos na Directiva dos Produtos de Construção (89/106/CEE) [D.17]. De acordo com a decisão, o *Anexo ZA da EN 771-1* [N.7] identifica os procedimentos e considerações a tomar para a marcação CE dos tijolos cerâmicos de alvenaria.

#### **3.18.1. CARACTERÍSTICAS ESSENCIAIS RELEVANTES PARA A MARCAÇÃO CE EM TIJOLOS CERÂMICOS SEGUNDO A EN 771-1**

Segundo os Quadros ZA.1.1. e ZA.1.2. do Anexo ZA da EN 771-1 [N.7], apresentam-se no Quadro 3.18 as características essenciais relevantes para a marcação CE de tijolos cerâmicos de alvenaria.

Quadro 3.18 - Características essenciais para a marcação CE de tijolos cerâmicos para alvenaria - Anexo ZA da EN 771-1 [N.7]

| Características Essenciais           | Aplicabilidade  | Secção | Observações   |                        |
|--------------------------------------|---|--------|---|------------------------|
|                                      |   |        | LD  | HD                     |
| Dimensões e tolerâncias dimensionais | para tijolos com utilização prevista em elementos sujeitos a requisitos estruturais                       | 3.3.1  | Valores declarados (em mm) e categoria de tolerância  |                        |
| Configuração                         |   | 3.4    | Configuração declarada tal como ilustrada ou descrita   |                        |
| Resistência à compressão             |   | 3.6    | Valor declarado (em N/mm <sup>2</sup> ) com indicação da direcção da carga e da categoria do tijolo |                        |
| Estabilidade dimensional             |   | 3.12   | Valor declarado da expansão com a humidade (em mm/m)  |                        |
| Aderência                            |   | 3.15   | Valor tabelado ou Valor declarado da resistência inicial ao corte (em N/mm <sup>2</sup> )           |                        |
| Teor de sais solúveis activos        |   | 3.11   | Valor declarado do teor de sais solúveis activos na base das classes técnicas S0, S1 e S2           |                        |
| Reacção ao fogo                      | para tijolos com utilização prevista em elementos sujeitos a requisitos de resistência ao fogo            | 3.13   | Reacção ao fogo declarada com base nas classes de A1 a F  |                        |
| Absorção de água                     | para tijolos de alvenaria com função de corte de capilaridade ou em elementos exteriores com face exposta | 3.9    | Texto declarado:<br>"Não deixar exposto"  | Valor declarado (em %) |
| Permeabilidade ao vapor de água      | para tijolos com utilização prevista em elementos exteriores  | 3.14   | Valor declarado (coeficiente de difusão de vapor de água $\mu$ )                                    |                        |

(continua)

| Características<br>Essenciais (cont.)                           | Aplicabilidade (cont.)  | Secção (cont.)  | Observações (cont.)  |   |
|---|---|---|--|---|
|   |   |   | LD   | HD  |
| Isolamento acústico aéreo<br>directo (em condições<br>extremas) | para tijolos a utilizar em elementos<br>sujeitos a requisitos acústicos                         | Massa volúmica 3.5                                    | Valor declarado da massa volúmica bruta (em kg/m <sup>3</sup> ) e da<br>categoria de tolerância; e Configuração declarada, ilustrada ou<br>descrita  |   |
|   |   | Configuração 3.4;<br>Dimensões e Tolerâncias<br>3.3.1 |  |   |
| Resistência térmica   | para tijolos sujeitos a requisitos de<br>isolamento térmico                                     | Propriedades térmicas 3.7                             | Valor declarado da resistência térmica (em m <sup>2</sup> K/W) ou<br>condutibilidade térmica equivalente em W/m.K, e meios de<br>avaliação utilizados  |   |
| Durabilidade contra o<br>gelo/degelo                            | -----   | 3.8   | Texto declarado:<br>“Não deixar exposto”; ou Valor<br>declarado <sup>(1)</sup>   | Exposição prevista e valor<br>declarado da resistência ao<br>gelo/degelo <sup>(1)</sup> |
| Substâncias perigosas   | Sempre que exista legislação de<br>cumprimento obrigatório relativa às<br>substâncias perigosas | 3.16  | O produto deve ser acompanhado quando e onde requerido e de<br>forma apropriada, por documentação que refira a legislação<br>aplicável assim como toda a informação exigida por essa<br>legislação |   |

<sup>(1)</sup> Conforme requerido pelo método de avaliação utilizado

### 3.18.2. SISTEMAS DE AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE APLICÁVEIS

Segundo o *Anexo ZA da EN 771-1* [N.7], os sistemas para a avaliação da conformidade aplicáveis em tijolos cerâmicos de alvenaria são os sistemas 2+ ou 4, sendo estes diferenciados pela categoria de resistência à compressão declarada (Categoria I ou Categoria II). O Quadro 3.19 identifica o sistema de avaliação da conformidade a adoptar.

Quadro 3.19 - Sistemas de avaliação da conformidade a adoptar em tijolos cerâmicos

| Produto                            | Sistema de avaliação da conformidade |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| Tijolos de alvenaria, Categoria I  | 2+                                   |
| Tijolos de alvenaria, Categoria II | 4                                    |

Resumidamente e de forma a visar a marcação CE dos produtos, estes sistemas de avaliação da conformidade diferenciam-se pelas tarefas a cumprir, de acordo com o apresentado no Quadro 3.20.

Quadro 3.20 - Sistemas de avaliação da conformidade aplicáveis a tijolos cerâmicos, de acordo com a *Directiva 89/106/CE* [D.17]

| Categoria dos tijolos | Sistema | Atribuições do fabricante |                |                          | Atribuições de um organismo notificado |                            |
|-----------------------|---------|---------------------------|----------------|--------------------------|--|----------------------------|
|                       |         | Controlo de produção      | Ensaio inicial | Ensaio de acompanhamento | Inspeção inicial                       | Inspeção de acompanhamento |
| I                     | 2+      | ✓                         | ✓              | ✓                        | ✓                                      | ✓                          |
| II                    | 4       | ✓                         | ✓              |                          |  |                            |

#### 3.18.2.1. TIJOLOS DE CATEGORIA I (SISTEMA 2+)

Para os elementos de alvenaria de categoria I (tijolos com resistência mecânica média cuja probabilidade de falha não exceda 5%) é atribuído o sistema de comprovação de conformidade 2+. Para tijolos desta categoria, o fabricante deve garantir estatisticamente que existe uma probabilidade de 95 % do valor que declara para a resistência mecânica ser atingida. Esta garantia estatística deve ser sustentada em resultados de ensaios que permitam esperar a constância da resistência mecânica dos tijolos em relação ao valor declarado. Trata-se dum cálculo de uma probabilidade estatística baseado nos seguintes pressupostos [B.9]:

- A variável “Resistência mecânica” é uma variável contínua, avaliada pelo valor médio dos resultados de ensaio, como especificado em 3.6;
- Ocorrendo apenas causas comuns de variação, ou seja, estando o processo produtivo controlado estatisticamente, a resistência mecânica tem as características de uma variável

aleatória que pode ser descrita por uma Distribuição de Probabilidades Normal, na forma da curva de Gauss.

De acordo com a ISO 12491:1997 [N.45], para uma probabilidade de 95% a constante para o cálculo do valor característico é de 1,64 para uma amostragem estatística significativa (mínimo de 30 resultados de ensaio da resistência mecânica). Assim,

$$Rm_{característico} = Rm_{médio} - 1,64 \times s$$

e

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Rm_{médio} - Rm_{ensaio})^2}{n - 1}}$$

sendo que:

$Rm_{característico}$  - resistência mecânica característica       $n$  - número de ensaios realizados (mínimo 30)  
 $Rm_{médio}$  - resistência mecânica média                       $s$  - desvio-padrão  
 $Rm_{ensaio}$  - resistência mecânica obtida num ensaio

Graficamente tem-se:

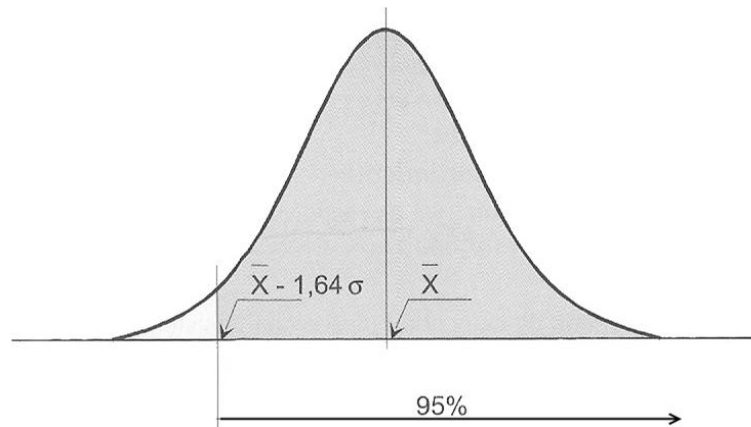


Figura 3.12 - Curva de Gauss associada a Tijolos de Categoria I [B.9]

Para o sistema 2+ está prevista a certificação do Controlo de Produção por um Organismo Notificado. Depois de realizar os ensaios iniciais (no seu próprio laboratório ou recorrendo a laboratórios externos) e implementar o Sistema de Controlo de Produção, o fabricante deve recorrer a um Organismo de Certificação notificado para que proceda à avaliação e acompanhamento do Sistema de Controlo de Produção na fábrica.

Antes da inspeção inicial do Sistema de Controlo de Produção, o Organismo Notificado verifica o suporte documental das cláusulas descritas na Secção 8.3 “Controlo de produção em fábrica” da EN 771-1 [N.7].

Após aceitação da documentação pelo Organismo Notificado, procede-se à inspecção inicial da fábrica com o objectivo de verificar se o Sistema de Controlo da Produção (SCP) documentado está implementado de acordo com os requisitos da *EN 771-1* [N.7].

Passada com sucesso a inspecção inicial, o Organismo Notificado emite um Certificado de Conformidade para o Sistema de Controlo da Produção analisado, sendo que a partir do qual o fabricante pode emitir a Declaração de Conformidade do seu produto.

Pelo menos uma vez por ano deve ser realizada uma avaliação para acompanhamento do Sistema de Controlo da Produção pelo Organismo Notificado [B.9].

O Anexo ZA da *EN 771-1* [N.7] atribui as tarefas para a avaliação da conformidade dos tijolos cerâmicos da Categoria I (pelo sistema 2+), sendo que esta é feita de acordo com o indicado no Quadro 3.21.

**Quadro 3.21 - Atribuição das tarefas para a avaliação da conformidade dos tijolos cerâmicos de Categoria I (sistema 2+) – Anexo ZA da EN 771-1 [N.7]**

| Tarefas   |   | Conteúdo da tarefa   | Avaliação da conformidade (secções da EN 771-1 a aplicar [N.7])  |  |        |   |  |  |
|---|---|--|--|--|--------|---|--|--|
| Tarefas para o produtor                         | Controlo de Produção em Fábrica   | Parâmetros relacionados com todas as características relevantes do Quadro 3.18 | 8.3 a)   |  |        |   |  |  |
|   | Ensaio de tipo inicial  | Todas as características relevantes do Quadro 3.18                             | 8.2 a)   |  |        |   |  |  |
| Tarefas para o Organismo Notificado             | <table border="1"> <tr> <td rowspan="2">Certificação do Controlo de produção em fábrica</td> <td>Inspeção Inicial da fábrica e do Sistema de Controlo da Produção (SCP)</td> <td rowspan="2">                     Parâmetros relacionados com todas as características relevantes do Quadro 3.18, em especial:<br/>                     - Resistência à compressão<br/>                     - Estabilidade dimensional<br/>                     - Aderência<br/>                     - Teor em sais solúveis activos                 </td> <td rowspan="2">8.3 a)</td> </tr> <tr> <td>Supervisão contínua, avaliação e aprovação do controlo de produção em fábrica</td> </tr> </table> | Certificação do Controlo de produção em fábrica                                | Inspeção Inicial da fábrica e do Sistema de Controlo da Produção (SCP)   | Parâmetros relacionados com todas as características relevantes do Quadro 3.18, em especial:<br>- Resistência à compressão<br>- Estabilidade dimensional<br>- Aderência<br>- Teor em sais solúveis activos | 8.3 a) | Supervisão contínua, avaliação e aprovação do controlo de produção em fábrica |  |  |
| Certificação do Controlo de produção em fábrica | Inspeção Inicial da fábrica e do Sistema de Controlo da Produção (SCP)  |  | Parâmetros relacionados com todas as características relevantes do Quadro 3.18, em especial:<br>- Resistência à compressão<br>- Estabilidade dimensional<br>- Aderência<br>- Teor em sais solúveis activos |  |        | 8.3 a)  |  |  |
|   | Supervisão contínua, avaliação e aprovação do controlo de produção em fábrica   |  |  |  |        |   |  |  |

a) É indispensável a consulta da *EN 771-1* [N.7]. As secções 8.2 e 8.3, ensaios de tipo inicial e controlo da produção em fábrica, respectivamente, apresentam informação detalhada de todas as operações a tomar para a demonstração da avaliação da conformidade.

### 3.18.2.2. TIJOLOS DE CATEGORIA II (SISTEMA 4)

Para os elementos de alvenaria de categoria II (tijolos que podem não cumprir o nível de confiança previsto para a categoria I) é atribuído o sistema de comprovação da conformidade 4.

No sistema 4 não existe qualquer intervenção de organismos notificados. A Declaração de Conformidade do Produto depende apenas do fabricante, sendo que este deverá realizar os ensaios iniciais no seu próprio laboratório ou recorrendo a laboratórios externos. Depois da implementação do Sistema de Controlo de Produção o fabricante pode redigir a Declaração de Conformidade para o Produto [B.9].

Resumidamente, o *Anexo ZA da EN 771-1* [N.7] atribui as tarefas para a avaliação da conformidade dos tijolos cerâmicos da Categoria II (pelo sistema 4), sendo que estas são feitas segundo o indicado no Quadro 3.22.

**Quadro 3.22 - Atribuição das tarefas para a avaliação da conformidade dos tijolos cerâmicos de Categoria II (sistema 4) – Anexo ZA da EN 771-1 [N.7]**

| Tarefas                 |                                 | Conteúdo da Tarefa   | Avaliação da conformidade (secções da EN 771-1 a aplicar [N.7]) |
|-------------------------|---------------------------------|--|---|
| Tarefas para o Produtor | Controlo de Produção em Fábrica | Parâmetros relacionados com todas as características relevantes do Quadro 3.18 | 8.3 <sup>a)</sup>   |
|                         | Ensaio de tipo inicial          | Todas as características relevantes do Quadro 3.18                             | 8.2 <sup>a)</sup>   |

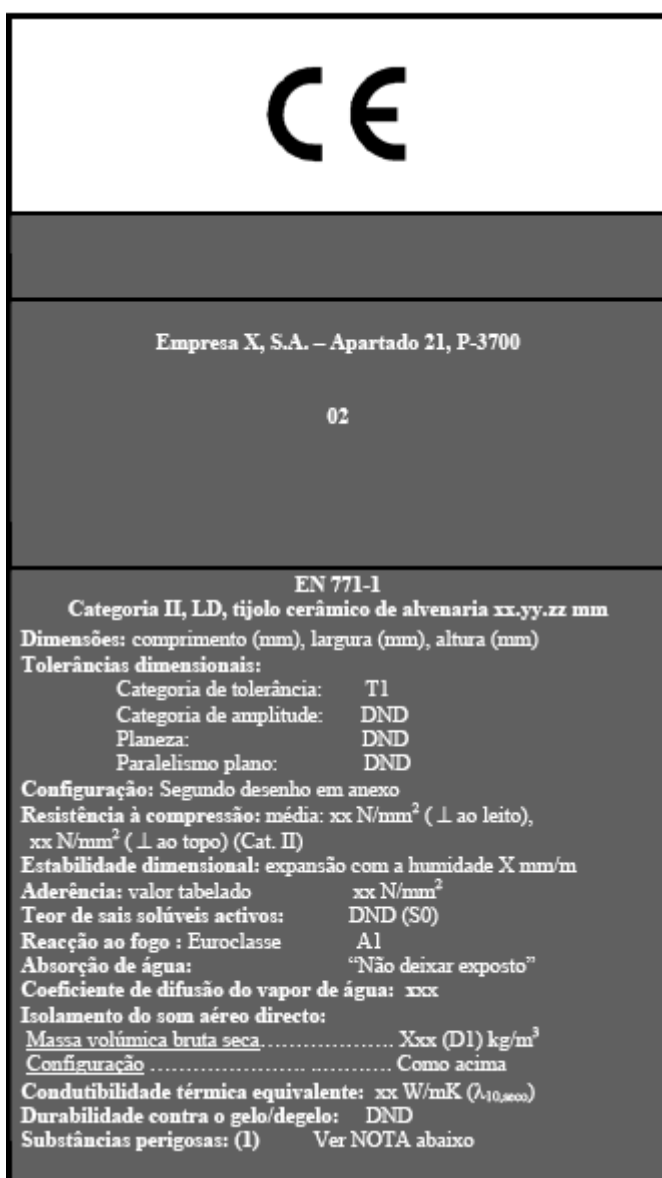
<sup>a)</sup> É indispensável a consulta da *EN 771-1* [N.7]. As secções 8.2 e 8.3, ensaios de tipo inicial e controlo da produção em fábrica, respectivamente, apresentam informação detalhada de todas as operações a tomar para a demonstração da avaliação da conformidade.

### 3.19. MARCAÇÃO CE E ETIQUETAGEM

Só depois do fabricante ter realizado todas as tarefas exigidas pelo sistema de avaliação da conformidade do produto poderá então proceder à marcação do produto. Para isso deve formalizar uma Declaração de Conformidade do produto de acordo com a *EN 771-1* [N.7]. Caso o produto esteja abrangido pelo sistema 2+, esta declaração deverá ainda conter o número do Certificado de Conformidade do Controlo da Produção em fábrica emitido pelo Organismo Notificado. No Anexo B estão exemplificados tipos de declarações de conformidade.

### 3.19.1. EXEMPLO DE ETIQUETAGEM PARA TIJOLOS LD

A etiqueta apresentada na Figura 3.13, corresponde a um tijolo cerâmico de alvenaria LD, de categoria II (sistema 4), previsto para utilizações com argamassas comuns, a ser colocado em mercados onde não existam regulamentações para teores de sais solúveis activos ou para a durabilidade contra o gelo-degelo.



Símbolo CE, conforme a Directiva 93/68/EEC [D.18]

Nome ou marca de identificação e morada da sede social do produtor

Dois últimos dígitos do ano de afixação da marcação

Número da Norma Europeia de referência

Descrição do produto


Informação sobre as características regulamentadas

Figura 3.13 - Exemplo de etiqueta de marcação CE de um tijolo do tipo LD [N.7]

### 3.19.2. EXEMPLO DE ETIQUETAGEM PARA TIJOLOS HD

A etiqueta que se segue corresponde a um tijolo cerâmico de alvenaria HD, de categoria I (sistema 2+), previsto para todas as utilizações possíveis, incluindo barreira de corte capilaridade, a ser

colocado em mercados onde não existam regulamentações para o teor de sais solúveis activos e expansão com a humidade.

|  |
|--|
| <br>01234   |
| Empresa X, S.A. – Apartado 21, P-3700<br><br>02<br><br>01234-CPD-00234   |
| EN 771-1<br>Categoria I, HD, tijolo cerâmico de alvenaria xx.yy.zz mm<br>Dimensões: comprimento (mm), largura (mm), altura (mm)<br>Tolerâncias dimensionais:<br>Categoria de tolerância:.....T1<br>Categoria de amplitude:.....R1<br>Planeza:.....1,0 mm<br>Paralelismo plano: .....1,0 mm<br>Configuração: Segundo desenho em anexo (Grupo 1 estrutural)<br>Resistência à compressão: média: xx N/mm <sup>2</sup> (⊥ ao leito)<br>xx N/mm <sup>2</sup> (⊥ ao topo). (Cat. I)<br>Estabilidade dimensional: expansão com a humidade: DND<br>Aderência: valor fixado .....xx N/mm <sup>2</sup><br>Teor de sais solúveis activos: ..... DND (S0)<br>Reacção ao fogo : Euroclasse ..... A1<br>Absorção de água: ..... xx %<br>Coeficiente de difusão do vapor de água: ..... xxx<br>Isolamento acústico do som aéreo directo:<br>Massa volúmica bruta seca ..... xxx (D1) kg/m <sup>3</sup><br>Configuração:<br>Condutibilidade térmica equivalente: xx W/mK ( $\lambda_{10,seco}$ )<br>Durabilidade contra o gelo/degelo: F2<br>Substâncias perigosas: (I) .... Ver NOTA abaixo |

Símbolo CE, conforme a Directiva 93/68/EEC [D.18]

Número de identificação de organismo de certificação (relevante apenas para o sistema 2+)

Nome ou marca de identificação e morada da sede social do produtor

Dois últimos dígitos do ano de afixação da marcação

Número de certificado

Número da Norma Europeia de referência

Descrição do produto

Informação sobre as características regulamentadas

Figura 3.14 - Exemplo de etiqueta de marcação CE de um tijolo do tipo HD [N.7]



## **Capítulo 4 – TELHAS CERÂMICAS E ACESSÓRIOS**



## 4.1. INTRODUÇÃO ÀS TELHAS CERÂMICAS

As telhas cerâmicas são “produtos para colocação descontínua sobre telhados inclinados e para revestimentos de paredes, que são fabricados por conformação (extrusão e/ou prensagem), secagem e cozedura da argila preparada, com ou sem aditivos. Podem ser revestidas em toda ou em parte da sua superfície, com um engobe<sup>37</sup> ou um esmalte” [N.27].

Como materiais de construção, as telhas cerâmicas e acessórios têm como enquadramento regulamentar a *Directiva dos Produtos de Construção 89/106/CE* [D.17], que prevê a aptidão ao uso destes produtos por referência a especificações técnicas harmonizadas e exige que os produtos de construção devem apresentar características tais, que as obras onde venham a ser incorporados satisfaçam as exigências essenciais definidas pela própria.

Na continuação deste capítulo, descrevem-se todas as características, ensaios e requisitos aplicáveis a telhas cerâmicas de acordo com a normalização em vigor, integrada no acervo normativo nacional.

## 4.2. GENERALIDADES

A norma europeia harmonizada de referência para as telhas cerâmicas é a *NP EN 1304:2007 - Telhas cerâmicas e acessórios. Definições e especificações dos produtos* [N.31].

Esta define as características, ensaios e critérios de aceitação aplicáveis a telhas cerâmicas e acessórios sendo que, quando estas se revelam estar em conformidade com a norma, garantem a capacidade de desempenhar a sua função segundo os níveis de desempenho declarados.

O Quadro 4.1 lista todas as normas de ensaio para avaliação das características de telhas cerâmicas e acessórios.

---

<sup>37</sup> “Revestimento final mate de base argilosa, permeável ou impermeável, ou o material que permite obter este efeito” [N.31].

Quadro 4.1 - Ensaio do tipo inicial para telhas cerâmicas segundo a EN 1024

| Característica                 | Norma de Ensaio           |
|--------------------------------|---------------------------|
| Estrutura                      | EN 1024 [N.27]            |
| Regularidade de forma          | EN 1024 [N.27]            |
| Rectilinearidade               | EN 1024 [N.27]            |
| Dimensões                      | EN 1024 [N.27]            |
| Impermeabilidade               | EN 539-1 [N.5]            |
| Resistência à flexão           | EN 538 [N.4]              |
| Resistência ao gelo            | EN 539-2 [N.6]            |
| Comportamento ao fogo exterior | EN 13501-5 [N.49]         |
| Reacção ao fogo                | EN 13501-1 [N.48]         |
| Absorção de água               | Anexo A da EN 539-2 [N.6] |
| Ensaio da orelha de aramar     | NP 498 [N.3]              |

Os tipos de telha definidos na *EN 1304* [N.31], para os quais esta é aplicável, são:

- **“Telhas especiais** - Telhas fabricadas com formatos que podem variar de telha para telha por razões estéticas, como por exemplo telhas fabricadas à mão;
- **Telhas com encaixe lateral e transversal** - Telhas com um ou mais dispositivos de encaixe longitudinal e transversal;
- **Telhas deslizantes só com encaixe longitudinal** - Telhas com um dispositivo de encaixe longitudinal mas sem encaixe transversal;<sup>38</sup>
- **Telhas com encaixe transversal** - Telhas com um dispositivo de encaixe transversal mas sem encaixe longitudinal;
- **Telhas com recobrimento transversal variável** - Telhas com encaixe longitudinal e com encaixe transversal cuja concepção possibilita a colocação das telhas com recobrimentos variáveis;
- **Telhas com recobrimento lateral variável** - Telhas com encaixe longitudinal e com encaixe transversal cuja concepção possibilita a variação do valor do recobrimento lateral;
- **Telhas planas** - Telhas com superfície plana que podem apresentar ligeiras curvaturas transversais e/ou longitudinais, não apresentando qualquer dispositivo de encaixe;<sup>39</sup>

<sup>38</sup> “Podem ser utilizadas para obter recobrimentos variáveis” [N.31]. Recobrimento é o termo utilizado na sobreposição de telhas.

<sup>39</sup> “Estas telhas são geralmente rectangulares podendo, no entanto, apresentar o bordo frontal com forma especial (exemplo: telhas de escama com o bordo frontal arredondado ou aguçado)” [N.31].

- **Telhas de recobrimento** - Telhas com perfil transversal em forma de «S», não apresentando nem encaixe longitudinal nem encaixe transversal;
- **Telhas de canudo** - Telhas com forma de goteiras, cuja concepção tanto possibilita colocá-las com valores variáveis de recobrimento, como com recobrimento transversal fixo, devido à presença de pernes<sup>40</sup> nas telhas. São fabricadas com os bordos paralelos entre si ou formando um cone. Estas podem ser:
  - **Bicas** - Telhas que são aplicadas com o lado côncavo virado para cima e apoiadas sobre o suporte do telhado. Estas telhas podem não apresentar qualquer perne, ou comportar um ou mais pernes permitindo a sua colocação no ripado;
  - **Capas** - Telhas que são aplicadas com o lado côncavo virado para baixo, cobrindo a junção de duas telhas bicas<sup>41</sup> [N.31].

Designam-se por acessórios cerâmicos para cobertura aos produtos complementares às telhas com componentes técnicas. A EN 1304 [N.31] distingue-os em dois grupos:

- **“Acessórios coordenados** - acessórios previstos para alinharem ou encaixarem em dimensão com as telhas com que devem ser aplicados (por exemplo, telha de encaixe para empena, telha de encaixe de ventilação, telha e meia, telha com de encaixe para cumeeira ou telhão de cume, telha de encaixe ou de alinhamento para rincão, telha de alinhamento de guieiro morto, telhas de canto de encaixe ou de alinhamento);
- **Acessórios não coordenados** - acessórios não previstos para alinharem ou encaixarem em dimensão com as telhas com que devem ser aplicados (por exemplo, telha de cumeeira, telha de rincão, telha de guieiro morto, telha de empena, telhas de canto)” [N.31].

### 4.3. CONFIGURAÇÃO

Para melhor integração no âmbito deste capítulo, apresentam-se no Anexo D ilustrações de alguns tipos de telhas cerâmicas (para as quais são aplicáveis a EN 1304 [N.31]) mais comercializadas em Portugal, nomeadamente a telha lusa, telha marselha, telha canudo e telha plana.

As telhas cerâmicas podem ser dotadas de dispositivos de encaixe, concebidos de forma a permitir a junção de duas telhas ou acessórios contíguos. Estes dispositivos podem permitir o encaixe, no sentido longitudinal, no sentido transversal ou em ambos os sentidos. Apresentam-se na Figura 4.1 exemplos de encaixes.

<sup>40</sup> Relevo na parte inferior da telha ou acessório que permite a fixação desta sobre a estrutura de suporte (ripado) [N.31].

<sup>41</sup> Geralmente são utilizados os mesmos elementos, funcionando como bicas ou capas, consoante a orientação da concavidade da telha, na execução. No entanto, o perfil das bicas pode apresentar uma base plana que assegure o assentamento do produto sobre o seu suporte [N.31].

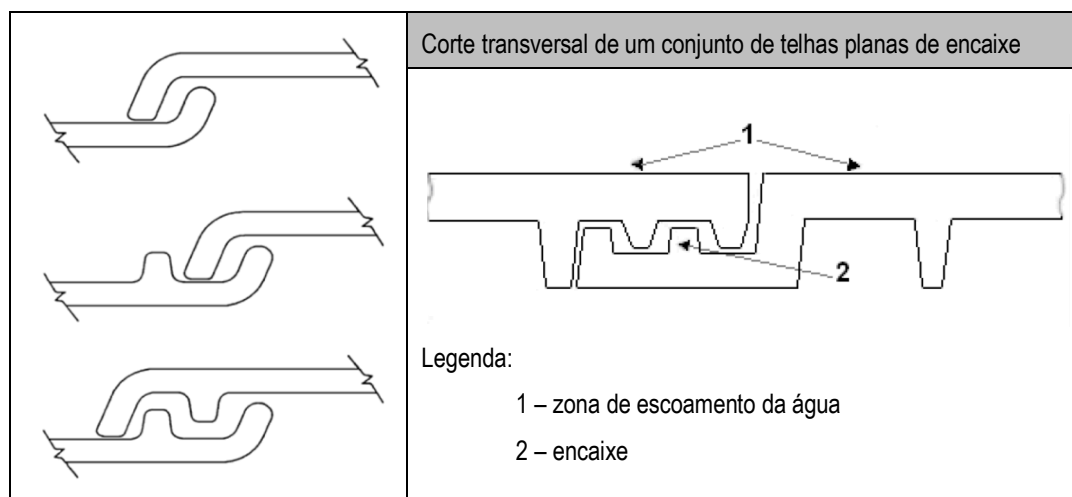


Figura 4.1 - Exemplos de encaixes [N.31]

As telhas e acessórios podem ainda ser dotadas de outros meios de fixação, como o referido perne de apoio e/ou orifícios de fixação<sup>42</sup>. Note-se que no entanto há certos tipos de telhas que não apresentam pernes, como por exemplo, as telhas de canudo.

Segundo a *EN 1304* [N.31], as telhas e acessórios utilizados no revestimento de fachadas verticais devem ser aplicados com dispositivos apropriados de fixação a um suporte inferior.

#### 4.4. CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA

As telhas não devem apresentar nem defeitos de fabrico que dificultem ou impeçam a adequada junção entre si, nem defeitos estruturais tais como fracturas<sup>43</sup>, fendas ou perda de perne se a telha for concebida com apenas um perne de fixação.

Quanto ao possível aspecto que as telhas poderão apresentar, o *Anexo B* da *EN 1304* [N.31] adverte que a variação de tonalidade, efeitos de superfície (relevos e manchas), eventuais riscos, escoriações e sinais de fricção não são considerados como defeitos.

Segundo a *EN 1304*, “para [a] avaliação das características da estrutura os produtos devem ser examinados a olho nu a uma distância de 30 cm a 40 cm, com luz normal” [N.31].

<sup>42</sup> “Orifício aberto, ou facilmente perfurado sem degradação do produto, destinado a permitir a fixação deste sobre a estrutura de suporte” [N.31].

<sup>43</sup> “Defeito de estrutura consistindo numa separação do produto em dois ou mais fragmentos” [N.31].

## 4.5. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Os métodos de ensaio adoptados para a determinação das características geométricas são especificados na *NP EN 1024:1998 – Telhas cerâmicas para colocação descontínua. Determinação das características geométricas* [N.27], pela determinação de:

- Dimensões;
- Regularidade de forma;
- Rectilinearidade.

A avaliação das características geométricas não é aplicável a acessórios cerâmicos não coordenados e telhas especiais. Para os acessórios coordenados, apenas têm de ser determinadas as características geométricas relevantes para a sua correcta aplicação.

### 4.5.1. DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES

As medições para as dimensões das telhas e acessórios são efectuadas por um dos dois métodos descritos na *EN 1024* [N.27]: por medições das dimensões individuais da telha ou por medições das dimensões de recobrimento (bitola<sup>44</sup>) (ver Figura 4.2).

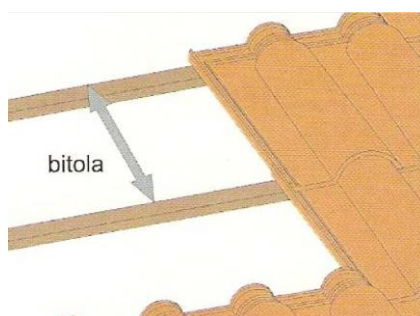


Figura 4.2 - Bitola do ripado

Segundo a *EN 1304* [N.31], para telhas e acessórios coordenados com encaixe longitudinal e transversal e telhas e acessórios coordenados deslizantes (unicamente no sentido transversal), o produtor pode escolher entre a declaração das dimensões individuais ( $a$ ,  $b$ ) ou as dimensões de recobrimento (bitola) ( $c$ ,  $d$ ) representadas na Figura 4.3.

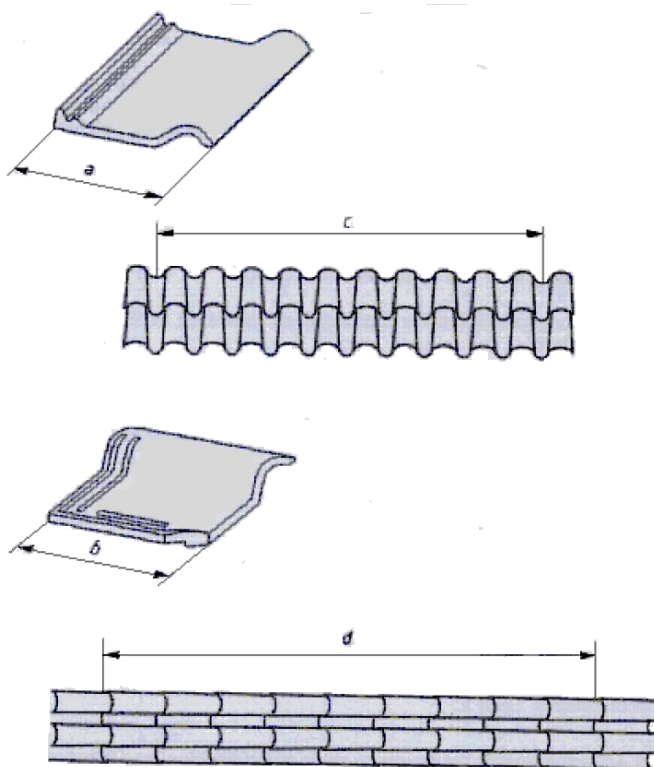
Para telhas de canudo com sistemas que garantem a sobreposição transversal, o produtor deve declarar apenas as dimensões de sobreposição (ver Figura 4.4).

Para todos os outros tipos de telhas e acessórios coordenados, as medições declaradas pelo produtor devem ser as dimensões individuais.

<sup>44</sup> "Comprimento da parte exposta da telha ou acessório coordenado aplicados, medido longitudinalmente. É o mesmo que bitola do ripado" [N.31].

A determinação das dimensões por medições das dimensões de recobrimento não é aplicável a tipos de telhas concebidas para serem montadas com juntas cruzadas<sup>45</sup>.

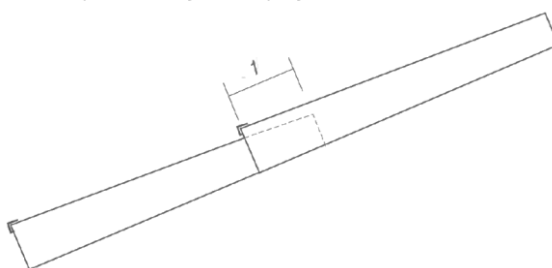
A conformidade deve então ser avaliada relativamente ao declarado pelo produtor.



Legenda:

- a e b: Dimensão de um produto individual
- c e d: Dimensão de um grupo de produtos sobrepostos

Figura 4.3 - Dimensões declaradas [N.31]



Legenda:

- 1 – dimensão de sobreposição

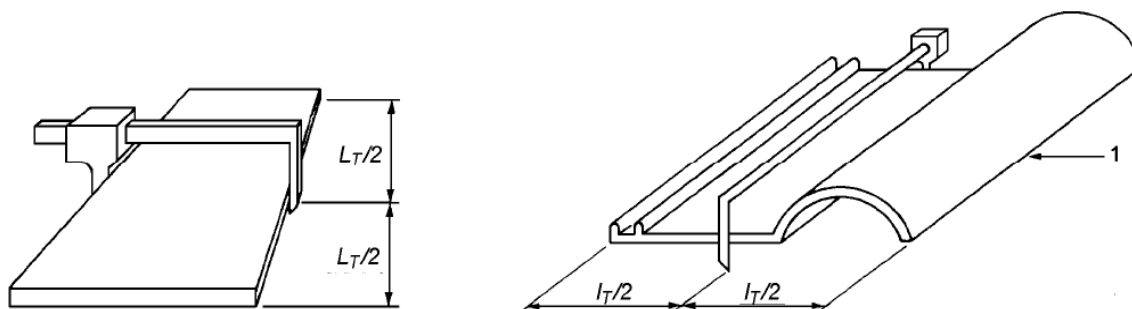
Figura 4.4 - Dimensões de sobreposição (telhas canudo)

<sup>45</sup> "Concebidos para serem aplicadas de modo que as juntas longitudinais estejam deslocadas de meia telha entre fiadas sucessivas" [N.31].

#### 4.5.1.1. MEDIÇÃO DAS DIMENSÕES INDIVIDUAIS

As medições são efectuadas com auxílio de um aparelho de medição com uma precisão de pelo menos 1 mm.

Após a limpeza superficial dos provetes, deve-se efectuar a medição no sentido transversal e longitudinal, sempre no centro da telha, exceptuando-se nos casos em que o fabricante especifica outro ponto de medição (ver Figura 4.5). Os resultados devem ser arredondados ao milímetro inteiro mais próximo.



Legenda:

1 - Telha

Figura 4.5 - Princípio para a medição das dimensões individuais [N.27]

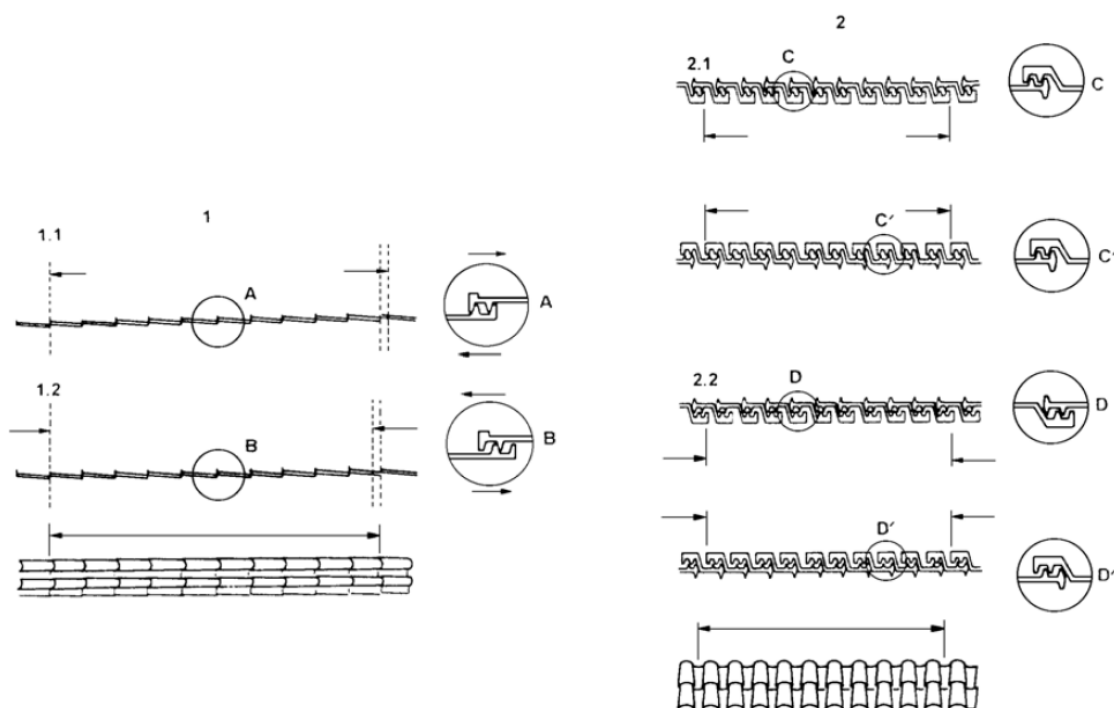
Calcular a média aritmética do comprimento e da largura das telhas ensaiadas, e determinar o desvio percentual destes valores médios em relação ao comprimento e à largura da telha, declarados pelo fabricante.

#### EXIGÊNCIAS

De acordo com a EN 1304 [N.27], os valores médios do comprimento e da largura das telhas não devem desviar-se mais de  $\pm 2\%$  dos valores declarados pelo produtor.

#### 4.5.1.2. DIMENSÕES DE RECOBRIMENTO (BITOLA)

As dimensões médias de recobrimento são determinadas no sentido longitudinal e transversal, segundo as disposições da Figura 4.6.



Legenda:

1 - Comprimento de recobrimento médio

2 – Largura de recobrimento médio

1.1, 2.1 - Posição aberta

1.2, 2.2 - Posição fechada

**Figura 4.6 - Princípio da medição das dimensões de recobrimento [N.27]**

São ensaiadas 24 telhas e as medições são efectuadas com o auxílio de um aparelho de medição com uma precisão de pelo menos 1 mm.

Colocam-se as telhas em duas fiadas sobre uma superfície plana com o intradorso<sup>46</sup> virado para cima e encaixadas de forma a constituírem um conjunto estável. Por vezes e em função do modelo de telha, pode ser preferível ensaiar as telhas com o extradorso<sup>47</sup> virado para cima.

As telhas são encaixadas e simultaneamente afastadas uma a uma no sentido longitudinal, de forma a medir a distância máxima entre dois pontos. Medir a distância máxima no sentido longitudinal,  $L_1$ , como sendo a distância entre dois pontos correspondentes, da primeira à décima primeira telha.

De seguida retirar as telhas e colocá-las novamente em duas fiadas. Ao encaixá-las, apertar ao máximo umas contra as outras, de forma a medir a distância mínima longitudinal,  $L_2$ , como medido anteriormente.

<sup>46</sup> Superfície interior (geralmente de forma côncava).

<sup>47</sup> Superfície exterior (geralmente de forma convexa).

Realizar as mesmas medições pelo princípio anteriormente descrito, mas no sentido transversal, obtendo assim a distância máxima e mínima no sentido transversal,  $l_1$  e  $l_2$ , respectivamente (ver a representação da largura de recobrimento médio na Figura 4.6).

Para telhas de recobrimento variável, determinar apenas a medição do recobrimento na posição aberta, ou seja,  $L_1$  (longitudinalmente) e  $l_1$  (transversalmente).

#### CÁLCULO E EXPRESSÃO DE RESULTADOS

O comprimento médio de recobrimento,  $L$ , é dado por:

$$L = \frac{L_1 + L_2}{20} \quad (mm)$$

Sendo que o comprimento máximo de recobrimento das telhas de recobrimento variável,  $L_M$ , é dado por:

$$L_M = L_1/10 \quad (mm)$$

Analogamente, a largura média de recobrimento,  $l$ , é dada por:

$$l = \frac{l_1 + l_2}{20} \quad (mm)$$

E a largura máxima de recobrimento das telhas de recobrimento variável,  $l_M$ , é dada por:

$$l_M = l_1/10 \quad (mm)$$

Os valores calculados deverão ser arredondados ao milímetro inteiro mais próximo.

Determinar o desvio percentual das dimensões médias de recobrimento em relação ao declarado pelo produtor.

#### EXIGÊNCIAS

O valor do recobrimento médio medido não deve desviar-se mais de  $\pm 2 \%$  do valor do recobrimento declarado pelo produtor.

Para as telhas de encaixe longitudinal e transversal com recobrimento variável, a dimensão máxima de recobrimento medida não deve ser inferior à dimensão declarada.

#### 4.5.2. REGULARIDADE DE FORMA

De acordo com as normas *EN 1304* [N.31] e *EN 1024* [N.27], a regularidade de forma é avaliada consoante o tipo de telha a ensaiar, pela determinação da:

- Planaridade, determinando o coeficiente de planaridade *c*, em:
  - Telhas planas;
  - Telhas de encaixe, de deslizamento e de recobrimento;
- Uniformidade dos perfis transversais das telhas canudo e acessórios.

Seguem-se os métodos de ensaio.

##### 4.5.2.1. PLANARIDADE

A *EN 1024* [N.27] especifica dois métodos para a determinação da planaridade: um para telhas planas e outro para telhas de encaixe, de deslizamento e de recobrimento. Em ambos os ensaios é determinado o valor médio dos coeficientes de planaridade, *c*.

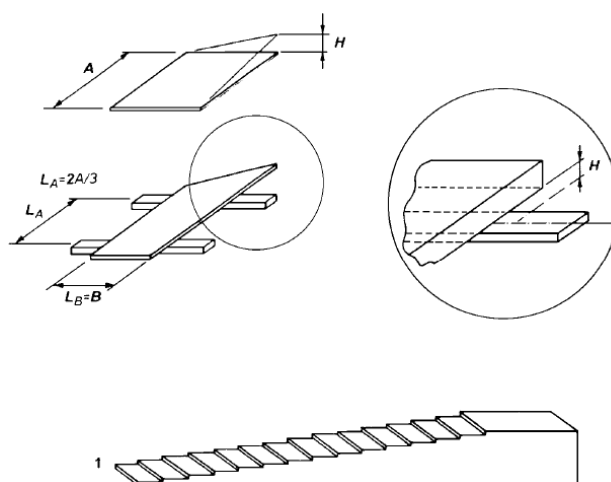
##### 4.5.2.1.1. TELHAS PLANAS E ACESSÓRIOS

#### MATERIAIS

O ensaio é realizado com o auxílio de duas barras metálicas de 25 mm x 25 mm de secção e com comprimento superior à largura da telha (o conjunto destas barras funciona como ripado), um plano metálico rectificadado a 1/10 mm cujas dimensões devem ser superiores às da telha e um calço metálico de espessuras (como esquematizado na Figura 4.7) graduado em 0,5 mm, de 8 mm de largura máxima e de 5 mm de profundidade máxima para cada escalão, permitindo medir os afastamentos (flechas verticais). Pode no entanto ser utilizado outro aparelho que permita realizar o mesmo tipo de medições, respeitando as mesmas exigências.

#### PROCEDIMENTO

Fixar as barras (por exemplo, com uma fita adesiva) e colocá-las paralelamente uma à outra sobre o plano metálico, com uma distância entre eixos igual a 2/3 do comprimento da telha. Para as telhas que não são rectangulares, a base de medição é igual a 2/3 do comprimento da parte rectangular da telha. Colocar a telha sobre as barras metálicas de tal forma que o(s) seu(s) perne(s) se apoie(m) sobre uma das duas barras.



Legenda:

- |                           |   |                              |
|---------------------------|---|------------------------------|
| 1 – Calibre de espessuras | A – Comprimento da telha declarada (mm) | H – diferença de altura (mm) |
| 2 – Barras metálica       | B – Largura da telha declarada (mm)     |                              |

Figura 4.7 - Princípio do controlo da planaridade (telhas planas) [N.27]

As telhas sem pernes são posicionadas sobre as barras metálicas tal como seriam em obra sobre o ripado.

Assentar a telha sobre as barras de suporte de forma a ficar firmemente apoiada sobre três cantos. Medir a diferença de altura,  $H$ , em relação ao quarto canto com o calibre de espessuras.

#### CÁLCULO E EXPRESSÃO DOS RESULTADOS

O coeficiente de planaridade,  $C$ , deve ser arredondado a 0,1 %, e é dado por:

$$C = \frac{H}{L_A + L_B} \times 100 \quad (\%)$$

em que,

$H$  é a diferença de altura do ponto de medição até à barra (mm)

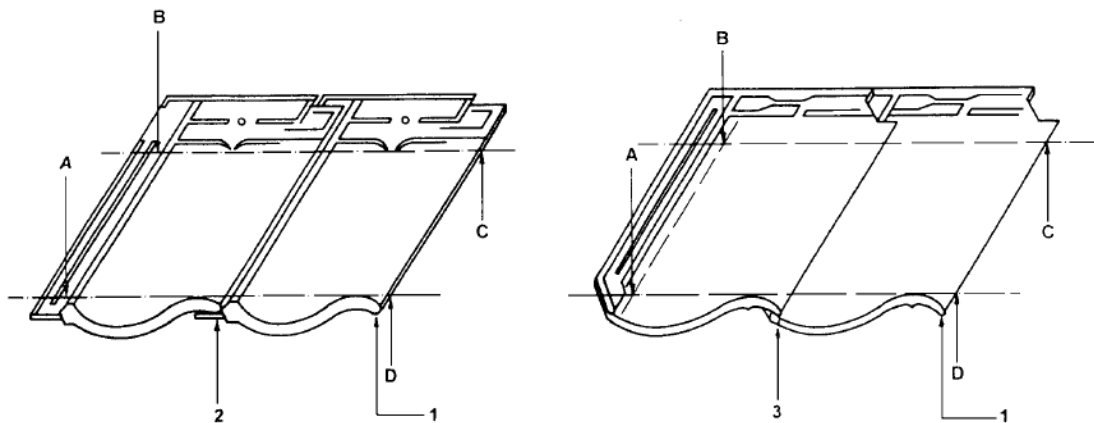
$L_A$  é a base de medição no sentido longitudinal ( $L_A = 2/3$  do comprimento da parte rectangular da telha) (mm)

$L_B$  é a base de medição no sentido transversal ( $L_B = B =$  largura da telha, declarada pelo fabricante) (mm)

Calcular o valor médio dos coeficientes de planaridade.

#### 4.5.2.1.2. TELHAS DE ENCAIXE, DE DESLIZAMENTO E DE RECOBRIMENTO E ACESSÓRIOS

A planaridade da telha é determinada medindo o desvio de paralelismo entre a aresta inferior de encaixe ou do canudo da telha e a linha de contacto desta aresta no fundo do encaixe correspondente ou sobre a face da telha (ver Figura 4.8).

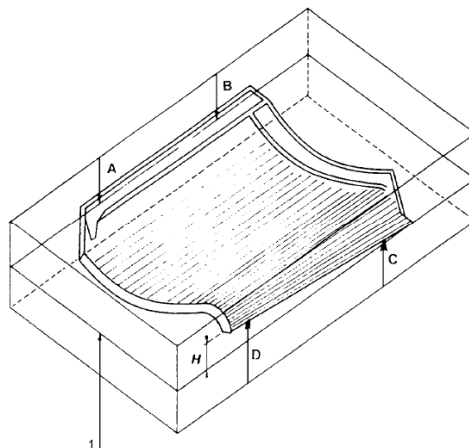


Legenda:

- 1 – Aresta inferior do canudo
- 2 – Ponto de contacto da aresta inferior do canudo – fundo do encaixe
- 3 – Ponto de contacto da aresta inferior do canudo – face da telha

Figura 4.8 - Princípio da medição da planaridade em telhas de encaixe, de deslizamento e de recobrimento [N.27]

Na prática, para a medição da planaridade, deve-se considerar que uma das arestas de contacto (AB) (por exemplo: a aresta inferior do canudo da telha) e um dos pontos da outra linha de contacto formam um plano e medir o desnível  $H$  de outro ponto desta linha de contacto (D), relativamente a esse plano. Ver o esquema da Figura 4.9.



Legenda:

- 1 – Plano de referência
- A, B, C, D – Pontos de referência
- H – diferença de altura (mm)

Figura 4.9 - Plano de referência para a medição da planaridade em telhas de encaixe, de deslizamento e de recobrimento [N.27]

Pode ser utilizada qualquer aparelhagem que permita realizar a medição de acordo com o princípio enunciado e com o procedimento que se segue. Um possível modelo encontra-se esquematizado na Figura 4.10

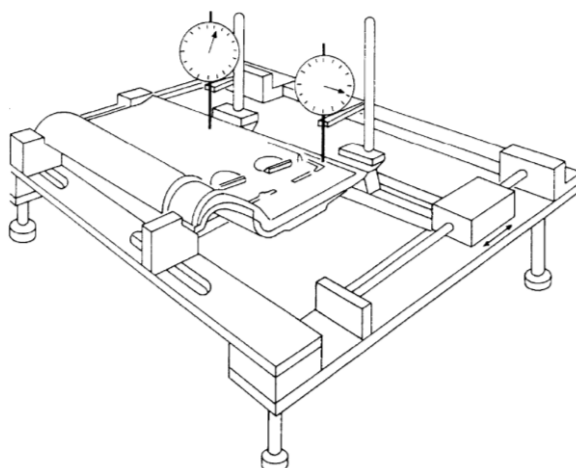


Figura 4.10 - Exemplo de um aparelho para a medição da planaridade de telhas de encaixe, de deslizamento e de recobrimento [N.27]

### PROCEDIMENTO

Realizar o encaixe de duas telhas e determinar a linha de contacto da aresta inferior de encaixe ou do canudo, sobre a telha encaixada (pode ser o fundo da ranhura ou encaixe, ou a face da telha, no caso dos canudos de recobrimento).

Escolher sobre as superfícies de contacto uma distância correspondente aos  $2/3$  do comprimento total da telha,  $L_T$ , de tal modo que os quatro pontos de medição ( $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ ) formem, em projecção horizontal, um rectângulo ou um paralelogramo, de acordo com o representado na Figura 4.11. Para certos modelos em que a dimensão de  $(2/3 \times L_T)$  for demasiado grande, utilizar o maior comprimento permitido pela geometria da telha.

Medir em milímetros, a distância entre os pontos de medição no sentido longitudinal,  $L_A$ , e no sentido transversal,  $L_B$ .

Medir o desvio  $H$  arredondado a 0,5 mm, como sendo a diferença de altura entre o ponto ( $D$ ) e o plano de referência formado por ( $A$ ,  $B$  e  $C$ ).

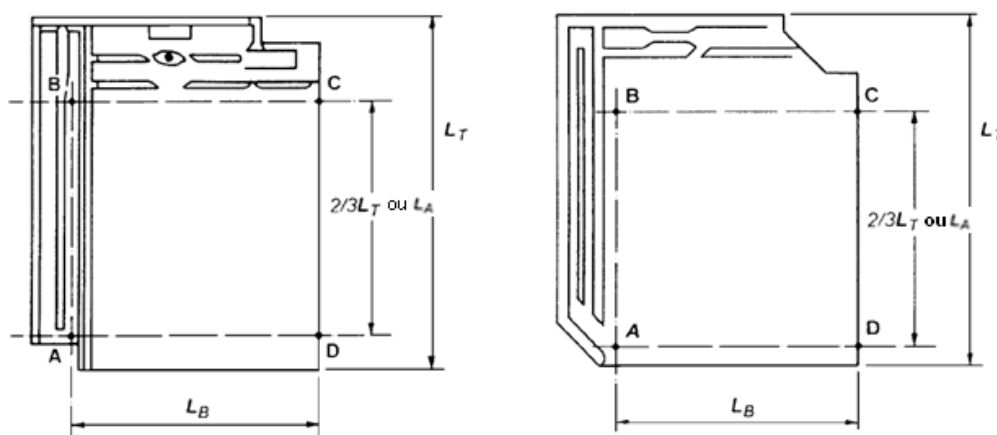


Figura 4.11 - Esquema para a medição da planaridade em telhas de encaixe, de deslizamento e de recobrimento (baseado em [N.27])

## CÁLCULO E EXPRESSÃO DOS RESULTADOS

O coeficiente de planaridade  $C$ , deve ser arredondado a 0,1 %, e é dado por:

$$C = \frac{H}{L_A + L_B} \times 100 \quad (\%)$$

em que,

$H$  é a diferença de altura do ponto de medição e a superfície de referência (mm)

$L_A$  é a base de medição no sentido longitudinal entre os pontos de medição no sentido longitudinal (mm)

$L_B$  é a base de medição no sentido transversal entre os pontos de medição no sentido transversal (mm)

Calcular o valor médio dos coeficientes de planaridade.

## 4.5.2.1.3. EXIGÊNCIAS

Segundo a *EN 1304* [N.31], o valor médio dos coeficientes de planaridade não deve exceder os valores limite apresentados no Quadro 4.2.

Quadro 4.2 - Requisitos para o valor médio do coeficiente de planaridade [N.31]

| Telhas ou acessórios de comprimento total<br>(mm) | Valor limite para o coeficiente de planaridade<br>(%) |
|---|---|
| > 300   | ≤ 1,5   |
| ≤ 300   | ≤ 2,0   |

## 4.5.2.2. UNIFORMIDADE DOS PERFIS TRANSVERSAIS DAS TELHAS DE CANUDO E ACESSÓRIOS

A avaliação desta característica é exclusivamente aplicável a telhas de canudo.

Medir, com uma régua graduada em divisões de 0,5 mm ou outro aparelho de medição adequado, a distância entre os bordos internos da telha, nas suas extremidades. Ou seja, medir a distância entre os bordos internos da telha canudo na sua extremidade mais estreita,  $E_1$ , e distância entre os bordos internos da telha canudo na sua extremidade mais larga,  $E_2$  (ver o esquema da Figura 4.12).

## CÁLCULO E EXPRESSÃO DOS RESULTADOS

Calcular a diferença entre o maior e o menor dos valores de  $E_1$  e de  $E_2$  como:

$$\Delta E_1 = E_1^{máx} - E_1^{mín} \quad (mm)$$

$$\Delta E_2 = E_2^{máx} - E_2^{mín} \quad (mm)$$

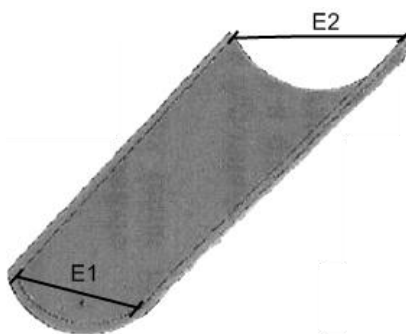


Figura 4.12 - Medições de uniformidade dos perfis transversais das telhas canudo e acessórios

## EXIGÊNCIAS

Segundo a *EN 1304* [N.31], a diferença destes valores calculados, tanto para a parte estreita da telha como para a parte larga da telha, não devem exceder 15 mm. Ou seja:

$$\Delta E_1 \leq 15 \text{ mm} \quad e \quad \Delta E_2 \leq 15 \text{ mm}$$

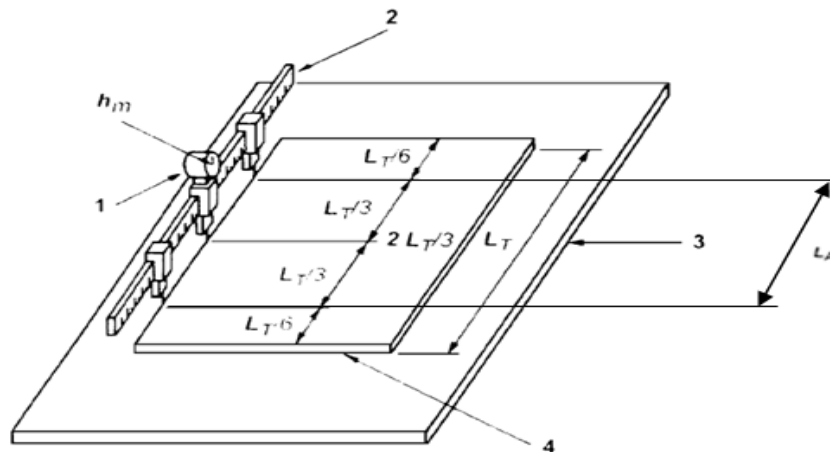
## 4.5.3. RECTILINEARIDADE

Este método, descrito na *EN 1024* [N.27], consiste em medir a flecha  $h_m$  com o auxílio de um comparador:

- no sentido longitudinal e no sentido transversal em telhas planas (Figura 4.13, Figura 4.14 e Figura 4.15);
- apenas no sentido longitudinal em todas as outras famílias de telhas - telhas de encaixe e de deslizamento, telhas de recobrimento e telhas canudo. (Figura 4.16, Figura 4.17 e Figura 4.18).

As flechas correspondentes a uma curvatura cuja concavidade se situe do lado do extradorso da telha recebem um sinal negativo e um sinal positivo no caso contrário. A medição é efectuada com uma precisão de pelo menos 0,5 mm sobre cada bordo exterior da telha, sendo determinante o valor mais desfavorável.

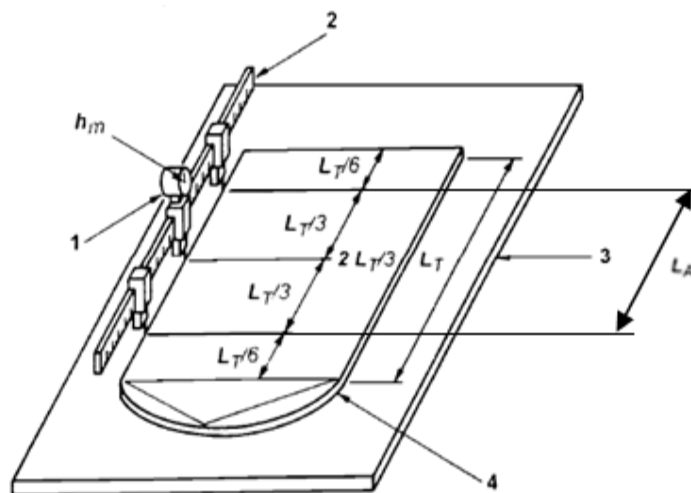
Como base para a medição, utiliza-se no sentido longitudinal uma distância  $L_A$  a que corresponde a  $2/3$  do comprimento total da telha  $L_T$ , e no sentido transversal uma distância  $L_B$  correspondente a  $2/3$  da largura total da telha,  $l_t$ . Caso não seja possível respeitar as distâncias  $L_A$  e/ou  $L_B$  (devido à geometria da telha), a base de medição deverá ser reduzida à maior distância compatível com a forma da telha.



Legenda:

- |                |                    |
|----------------|--------------------|
| 1 – Comparador | 3 – Plano metálico |
| 2 – Régua      | 4 – Telha          |

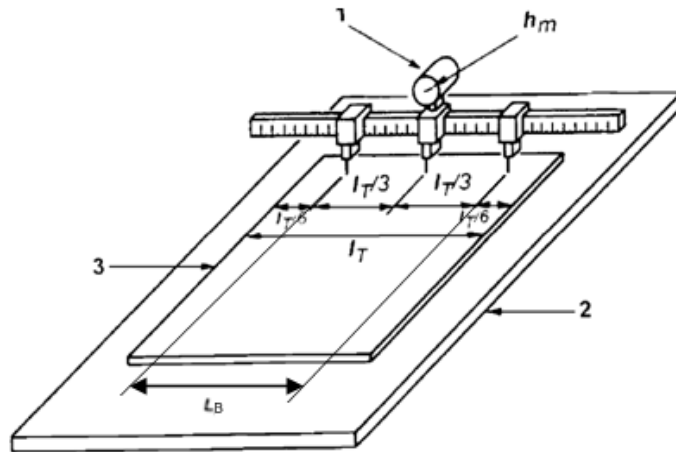
Figura 4.13 - Medição da retilinearidade longitudinal numa telha plana (baseado em [N.27])



Legenda:

- |                |                    |
|----------------|--------------------|
| 1 – Comparador | 3 – Plano metálico |
| 2 – Régua      | 4 – Telha          |

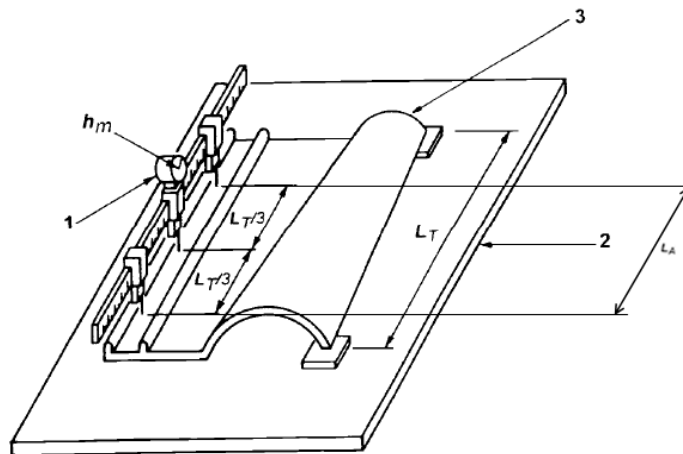
Figura 4.14 - Medição da retilinearidade longitudinal numa telha plana de escama (baseado em [N.27])



Legenda:

- 1 – Comparador
- 2 – Plano metálico
- 3 – Telha

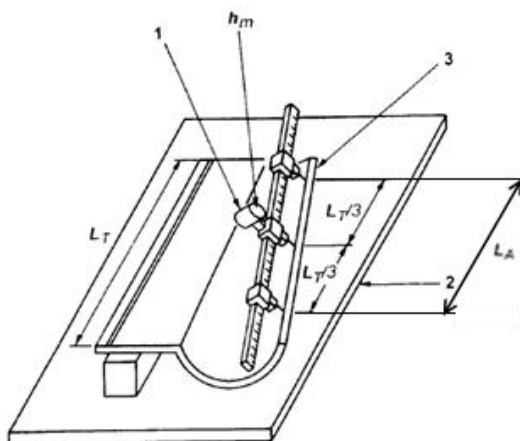
Figura 4.15 - Medição da rectilinearidade transversal numa telha plana (baseado em [N.27])



Legenda:

- 1 – Comparador
- 2 – Plano metálico
- 3 – Telha

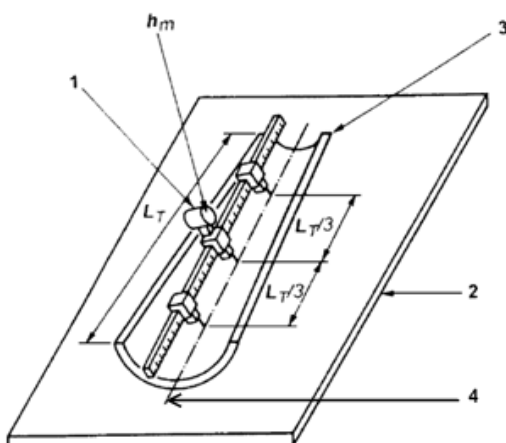
Figura 4.16 - Medição da rectilinearidade longitudinal numa telha de encaixe ou de deslizamento [N.27]



Legenda

- |                    |           |
|--------------------|-----------|
| 1 – Comparador     | 3 – Telha |
| 2 – Plano metálico |           |

Figura 4.17 - Medição da rectilinearidade longitudinal numa telha de encaixe ou de deslizamento (intradorso da telha para cima) (baseado em [N.27])



Legenda:

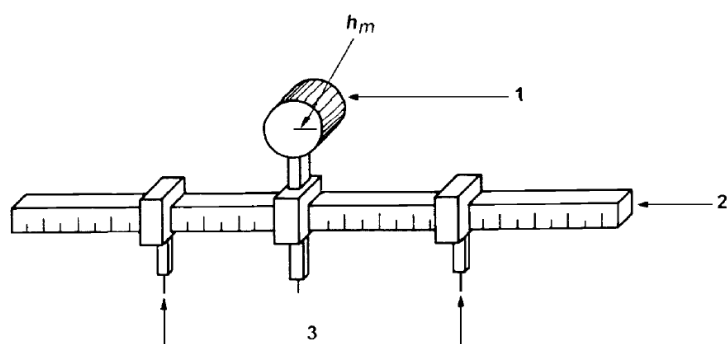
- |                    |                       |
|--------------------|-----------------------|
| 1 – Comparador     | 3 – Telha             |
| 2 – Plano metálico | 4 – Geratriz de fundo |

Figura 4.18 - Medição da rectilinearidade longitudinal numa telha canudo [N.27]

#### 4.5.3.1. APARELHOS DE MEDIÇÃO

A medição é efectuada por meio de uma régua com três pontos de contacto, associada a um dispositivo que permite medir as flechas com uma precisão de pelo menos 0,5 mm. Pode ser utilizado qualquer aparelho que permita realizar as mesmas medições, cumprindo as mesmas exigências. Os dois pontos de contacto adaptados à régua devem poder deslizar de forma a ajustarem-se à medição dos comprimentos variáveis.

Apresenta-se na Figura 4.19 um exemplo de um aparelho apropriado para a medição de rectilinearidades.



Legenda:

1 – Comparador

3 – Pontos de contacto

2 – Régua

$h_m$  – Leitura medida (mm)

Figura 4.19 - Aparelho para medição de rectilinearidades [N.27]

#### 4.5.3.2. MEDIÇÃO NO SENTIDO LONGITUDINAL

##### TELHAS PLANAS E TELHAS DE RECOBRIMENTO

A medição é efectuada sobre o extradorso, ao longo dos dois bordos longitudinais da telha (ver Figura 4.13).

Para telhas não rectangulares, a base de medição é igual a 2/3 do comprimento da parte rectangular da telha (ver Figura 4.14).

##### TELHAS DE ENCAIXE E DE DESLIZAMENTO

A medição é efectuada sobre o extradorso da telha, no fundo do mesmo encaixe, bem como sobre a aresta inferior da nervura correspondente a esse mesmo encaixe (ver Figura 4.16 e Figura 4.17).

##### TELHAS CANUDO

A medição é efectuada sobre a geratriz situada no fundo da concavidade das telhas ou, se elas são de fundo plano, segundo a linha mediana do fundo (ver Figura 4.18).

#### 4.5.3.3. MEDIÇÃO NO SENTIDO TRANSVERSAL - TELHAS PLANAS

A medição é efectuada sobre a face exterior ao longo do bordo superior e ao longo do bordo inferior da telha (ver Figura 4.15).

Nos casos em que a telha é dotada de um bordo inferior não rectilíneo, a medição deve ser feita ao nível da parte mais larga e da parte mais baixa da telha.

#### 4.5.3.4. CÁLCULO E EXPRESSÃO DOS RESULTADOS

Sendo  $h_m$  a flecha determinada pelo ensaio e  $h_d$  a flecha nominal declarada pelo fabricante, a variação absoluta da flecha é dada por:

$$\Delta h = |h_m - h_d| \quad (mm)$$

As retilinearidades no sentido longitudinal são dadas por:  $R_{long} = \Delta h / L_A \times 100$  (%)

As retilinearidades no sentido transversal são dadas por:  $R_{transv} = \Delta h / L_B \times 100$  (%)

Calcular o(s) valor(es) médio(s) das retilinearidades.

#### 4.5.3.5. EXIGÊNCIAS

#### TELHAS DE ENCAIXE E DE DESLIZAMENTO, TELHAS DE RECOBRIMENTO E TELHAS CANUDO, E ACESSÓRIOS

Segundo a *EN 1304* [N.31], o valor médio da retilinearidade longitudinal deve respeitar as exigências apresentadas no Quadro 4.3.

Quadro 4.3 - Requisitos para o valor médio da retilinearidade longitudinal para telhas de encaixe e de deslizamento, telhas de recobrimento e telhas canudo [N.31]

| Telhas ou acessórios de comprimento total<br>(mm) | Valor limite da retilinearidade longitudinal<br>(%) |
|---|---|
| > 300   | ≤ 1,5   |
| ≤ 300   | ≤ 2,0   |

#### TELHAS PLANAS E ACESSÓRIOS

Segundo a *EN 1304* [N.31], os valores médios da retilinearidade longitudinal e transversal devem ser conformes com os requisitos apresentados no Quadro 4.4.

Quadro 4.4 - Requisitos para o valor médio da retilinearidade longitudinal e transversal [N.31]

| Telhas ou acessórios de comprimento total<br>(mm) | Valor limite da retilinearidade longitudinal e transversal<br>(%) |
|---|---|
| > 300   | ≤ 1,5   |
| ≤ 300   | ≤ 2,0   |

## 4.6. IMPERMEABILIDADE

O ensaio de impermeabilidade é feito segundo a *NP EN 539-1:2007 - Telhas cerâmicas para colocação descontínua. Determinação das características físicas. Parte 1: Ensaio de impermeabilidade* [N.5]. Esta norma descreve dois métodos de ensaio equivalentes para a determinação da impermeabilidade à água em telhas e acessórios cerâmicos, denominados por método de ensaio 1 e método de ensaio 2.

Segundo a mesma norma, estes métodos “*não são aplicáveis a todos os acessórios, devido aos seus diferentes formatos*” [N.31].

Antes do início do ensaio, e relativamente à condição inicial dos provetes, a *EN 539-1* [N.5] destaca duas particularidades a ter em conta: se as telhas ou acessórios são vendidos com um revestimento de superfície, então os ensaios devem ser efectuados com provetes igualmente revestidos e, quando as telhas e acessórios são recolhidos num estaleiro de obra ou num edifício, então estes devem ser ensaiados no estado em que foram encontrados. Os resultados do ensaio devem ser interpretados considerando as solicitações a que esses produtos estiveram sujeitos.

Ambos os métodos devem estar sujeitos ao mesmo tipo de tratamento preliminar.

### 4.6.1. TRATAMENTO PRELIMINAR

Inicialmente, mergulhar as telhas em água à temperatura ambiente durante  $(48 \pm 4)$  h. Secar as telhas a uma temperatura de  $(110 \pm 5)$  °C até que a diferença entre duas pesagens sucessivas com intervalo de 24 h seja inferior a 0,5 % da leitura anterior. Por fim, deixá-las arrefecer à temperatura ambiente pelo menos durante 4 h.

Se o ensaio for realizado com telhas desenformadas de fresco, após serem sujeitas à imersão em água, mantê-las à temperatura ambiente durante um período de tempo<sup>48</sup>.

### 4.6.2. MÉTODO DE ENSAIO 1

O princípio deste ensaio consiste em determinar a quantidade de água que atravessa em 48 h o material cerâmico da telha ou acessório por  $\text{cm}^2$  de área superficial, sujeita a uma carga de 10 cm de água mantida constante durante o ensaio.

A Figura 4.20 esquematiza a montagem do equipamento a adoptar e sumariza as fases do ensaio.

---

<sup>48</sup> “*Não há qualquer vantagem em manter as telhas à temperatura ambiente por mais de 14 dias*” [N.5].

## APARELHOS E UTENSÍLIOS

- Tubo de vidro (ou de outro material transparente) com diâmetro interior de  $(38 \pm 1)$  mm e altura de  $(150 \pm 2)$  mm para cada provete;
- Tubo para a medição do nível de evaporação;
- Tina para conter os provetes depois de preparados;
- Dispositivo a nível constante (tubo de ensaio graduado ou cilindro de medição) com uma capacidade mínima de  $100 \text{ cm}^3$  graduado em divisões não superiores a  $2 \text{ cm}^2$ .

## PROCEDIMENTO

Cortar da parte mais fina de cada telha ou acessório, um provete quadrado de dimensões  $(45 \pm 2)$  mm x  $(45 \pm 2)$  mm ou um provete redondo com um diâmetro de  $(50 \pm 2)$  mm. Medir as dimensões dos provetes e calcular a sua área projectada,  $A$ .<sup>49</sup>

Colocar o tubo sobre as superfícies dos provetes normalmente expostas.

Vedar a superfície entre o tubo e o provete com parafina ou um selante impermeável à água.

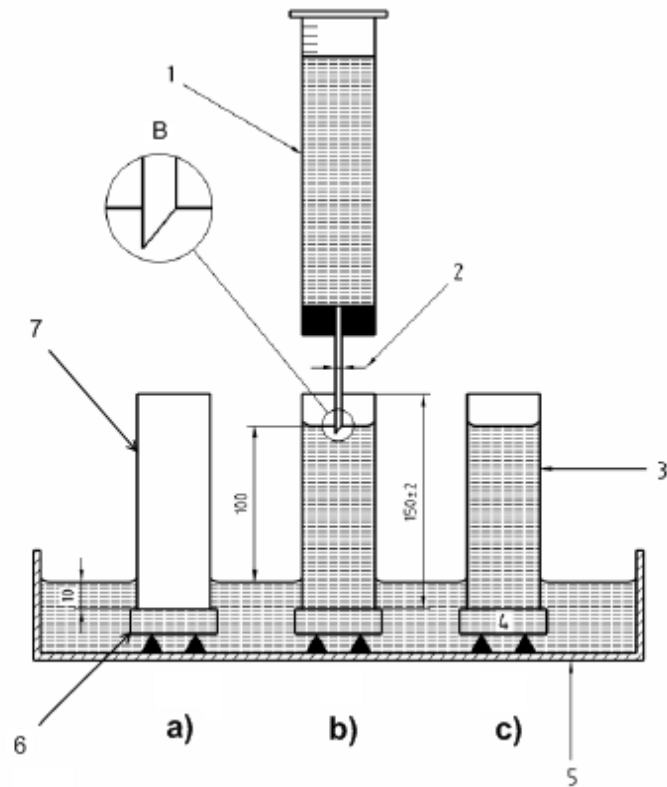
Imergir o tubo e o provete num recipiente com água garantindo que a face exposta fique 1 cm abaixo do nível da água, durante 48 h. A superfície oposta à face exposta deve ser apoiada em dois suportes finos não porosos colocados no fundo do recipiente (fase a) da Figura 4.20).

Decorrido este tempo, encher o tubo de vidro com água até que este fique a 10 cm acima do nível de água do recipiente. O nível de água no tubo é mantido constante usando um calibre de vidro com um tubo biselado (fase b) da Figura 4.20).

No início do ensaio, registar o nível da água no tubo de ensaio graduado. Depois de 48 h, colocar 4 ou 5 gotas de éter ou de outro produto tensioactivo na superfície da água do tubo para levar o seu nível tão perto quanto possível do ponto *B*, mostrado na Figura 4.20, e medir o nível da água no tubo de ensaio graduado. Calcular o volume de água que atravessou o provete em 48 h,  $V_1$ .

De seguida, e de forma a determinar o volume de água evaporada em 48 h (fase c) da Figura 4.20), coloca-se dentro do recipiente de ensaio um tubo fixado numa placa de vidro com uma junta estanque. Encher o tubo com água até perfazer uma altura de 10 cm, pesar e registar o conjunto do tubo com água. Colocar o conjunto no recipiente e pesá-lo após 48 h em repouso. A diferença de peso entre a primeira e a segunda leitura é o volume de água evaporada em 48 h,  $V_2$ .

<sup>49</sup> A norma não refere qualquer técnica de corte e de medição dos provetes.



Dimensões em milímetros

Legenda:

Materiais:

- 1 – Tubo de ensaio graduado/cilindro de medição
- 2 – Tubo biselado de diâmetro inferior a 6 mm
- 3 – Tubo de referência para a evaporação
- 4 – Placa de vidro
- 5 – Tina com água
- 6 – Provete quadrado de dimensões  $(45 \pm 2) \times (45 \pm 2)$  mm ou provete redondo com um diâmetro de  $(50 \pm 2)$  mm
- 7 – Tubo de vidro (ou de material transparente) com  $\varnothing_{\text{int}} = (38 \pm 1)$  mm e altura de  $(150 \pm 2)$  mm

Fases do ensaio:

- a) Fase inicial de ensaio – imersão do tubo e provete num recipiente com água garantindo que a face exposta deste último fique a 1 cm abaixo do nível da água, durante 48 h;
- b) Tubo de vidro com água até 10 cm acima do nível de água do recipiente, ligado a um tubo de ensaio graduado por um tubo biselado;
- c) Fase de evaporação – tubo sobre uma placa de vidro.

Figura 4.20 - Esquema de ensaio - método de ensaio 1 (baseado em [N.5])

## CÁLCULO E EXPRESSÃO DOS RESULTADOS

O factor de impermeabilidade de cada provete,  $IF_{xi}$ , é determinado através da seguinte expressão:

$$IF_{xi} = \frac{V_1 - V_2}{A \times 2} \quad (\text{cm}^3/\text{cm}^2/\text{d})$$

Calcular o valor médio do factor de impermeabilidade,  $\overline{IF}_{xi}$ , como a média do factor de impermeabilidade dos provetes ensaiados.

### 4.6.3. MÉTODO DE ENSAIO 2

O princípio deste método consiste em determinar a impermeabilidade à água de uma telha cerâmica ou acessório, determinando o período de tempo decorrido até ao início da queda de gotas de água, depois de se cobrir com água a superfície da telha normalmente exposta.

#### APARELHOS E UTENSÍLIOS

- Moldura vedante aplicada sobre a superfície da telha ou em torno da telha, com dimensões interiores que permitam ensaiar pelo menos 50 % da superfície da telha.
- Blocos ou um suporte ajustável para o ajustamento transversal do nível entre os pontos mais alto e mais baixo na superfície dos provetes.

#### PROCEDIMENTO

A telha a ensaiar deverá ser equipada com uma moldura sobre a superfície da telha (ver Figura 4.21) ou em torno desta (ver Figura 4.22). Antes da montagem do equipamento deve-se limpar a moldura, por exemplo com ar comprimido.

A área de ensaio da face exposta da telha não deverá incluir os encaixes que estão cobertos durante a utilização. A selagem da telha à moldura deverá ser feita com mástique ou por outro método adequado. O mástique dentro da moldura deve ter uma largura máxima de 15 mm.

As telhas devem ser apoiadas em blocos e/ou em suportes ajustáveis, de forma a que fiquem horizontais ( $\pm 5^\circ$ ).

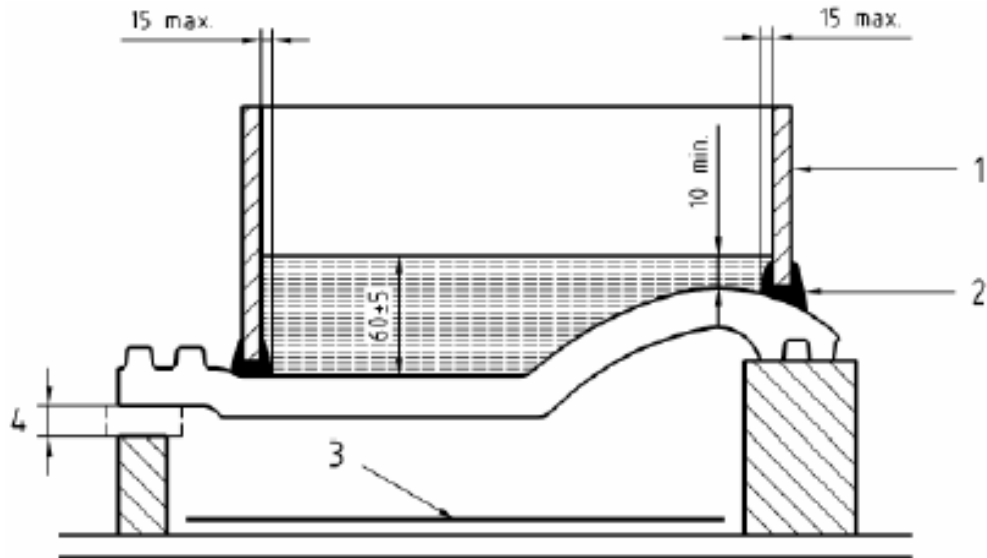
Nos casos em que a diferença de altura entre os pontos mais baixo e mais alto na superfície da telha for superior a 50 mm, deve-se inclinar a telha na direcção transversal, ajustando os suportes, de forma a garantir que no ponto mais baixo da superfície exposta da telha o nível da água fique ( $60 \pm 5$ ) mm acima e, no ponto mais alto da superfície exposta da telha a ( $10 \pm 5$ ) mm. Ver Figura 4.22.

Para tipos de telhas não têm um ponto que corresponda a esta altura mínima de água, por exemplo, telhas bicas e capas, aplica-se apenas a altura máxima de ( $60 \pm 5$ ) mm.

Dentro do receptáculo assim formado, deitar água da torneira a ( $20 \pm 5$ ) °C de forma contínua até que o nível da água esteja ( $60 \pm 5$ ) mm acima do ponto mais baixo da telha.

Colocar um espelho debaixo da telha, como ilustrado na Figura 4.21 e na Figura 4.22. Registrar o período de tempo em horas, arredondado a 0,25 h, até que a primeira gota de água atravesse o provete,  $X_i$ .

O ensaio tem duração máxima de 20 h. A sala do ensaio deve ser protegida de correntes de ar de forma a não influenciar o gotejamento. Deve ainda estar a uma temperatura de  $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$  e humidade relativa de  $(60 \pm 5) \%$ .

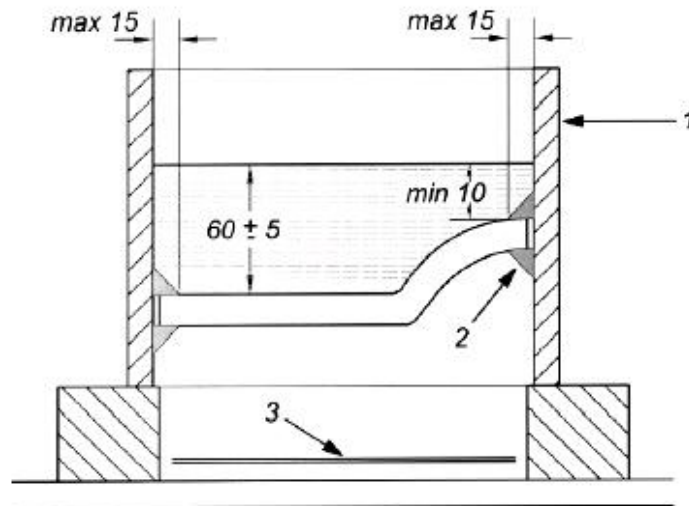


Dimensões em milímetros

Legenda:

- |             |                          |
|-------------|--------------------------|
| 1 - Moldura | 3 - Espelho              |
| 2 - Selante | 4 - Ajustamento do nível |

Figura 4.21 - Equipamento para o método de ensaio 2 - moldura sobre a superfície da telha [N.5]



Dimensões em milímetros

Legenda:

- |             |              |                                       |
|-------------|--------------|---------------------------------------|
| 1 - Moldura | 2 - Silicone | 3 - Espelho ou dispositivo de medição |
|-------------|--------------|---------------------------------------|

Figura 4.22 - Equipamento para o método de ensaio 2 - moldura em torno da telha [N.5]

### CÁLCULO DO COEFICIENTE DE IMPERMEABILIDADE

O coeficiente de impermeabilidade de cada provete,  $IC_{xi}$ , e o coeficiente de impermeabilidade médio,  $\overline{IC}_{xi}$ , são calculados com uma exactidão de 0,005, pelas seguintes expressões:

$$IC_{xi} = \frac{20 - X_i}{20}$$

$$\overline{IC}_{xi} = \frac{20 - \bar{X}_i}{20}$$

em que,

$X_i$  é o período de tempo em horas, arredondado a 0,25 h, que antecede à queda da primeira gota de água de um provete

$\bar{X}_i$  é o período de tempo médio em horas, arredondado a 0,25 h, que antecede à queda da primeira gota de água no lote de provetes ensaiados

#### 4.6.4. CLASSIFICAÇÃO E EXIGÊNCIAS

Depois do ensaio, e segundo a *EN 1304* [N.31], as telhas e acessórios cerâmicos devem ser classificados numa das duas categorias de impermeabilidade indicadas pelo Quadro 4.5.

Quadro 4.5 - Exigências para as categorias de impermeabilidade

| Classificação       | Método de ensaio 1   |                      | Método de ensaio 2              |                      |
|---------------------|--|----------------------|---------------------------------|----------------------|
|                     | Factor de impermeabilidade (cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup> /d) |                      | Coeficiente de Impermeabilidade |                      |
|                     | $IF_{xi}$  | $\overline{IF}_{xi}$ | $IC_{xi}$                       | $\overline{IC}_{xi}$ |
| <b>Categoria I</b>  | ≤ 0,5  | ≤ 0,6                | ≤ 0,800                         | ≤ 0,850              |
| <b>Categoria II</b> | ≤ 0,8  | ≤ 0,9                | ≤ 0,925                         | ≤ 0,950              |

O produtor deve declarar qual o método que usa nos seus ensaios e os resultados devem ser avaliados em referência a esse método.

A *EN 1304* adverte ainda que as “telhas ou acessórios cerâmicos de categoria 2 devem ser utilizados apenas em telhados com cobertura interior estanque à água” [N.31].

## 4.7. RESISTÊNCIA À FLEXÃO

O ensaio da resistência à flexão é realizado segundo o método descrito na *NP EN 538:1997 - Telhas cerâmicas para colocação descontínua. Determinação da resistência à flexão* [N.4]. Esta norma descreve três métodos de ensaio, consoante a família de telhas a ensaiar:

- 1) Telhas planas;
- 2) Telhas de encaixe, de deslizamento e de recobrimento;
- 3) Telhas canudo;
  - a. Telhas sem pernas;
  - b. Telhas com perne(s), com ou sem fundo plano (carga aplicada no sentido transversal).

O princípio deste ensaio consiste em verificar a aptidão da telha em resistir a uma carga centrada, quando solicitada à flexão sobre dois apoios simples (ver Figura 4.23).

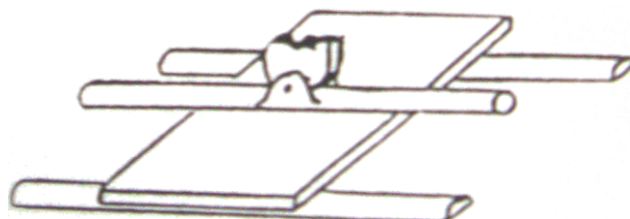


Figura 4.23 - Princípio do ensaio da resistência à flexão [N.4]

As telhas devem estar intactas e secas à temperatura ambiente. Para o caso de se destinarem a ser aplicadas onde haja presença de humidade, deverão ser secas em atmosfera do laboratório a uma temperatura situada entre + 10 °C e + 40 °C e humidade relativa do ar inferior a 90 %.

Segundo a *EN 1304*, o “critério da resistência à flexão não é aplicável a acessórios” [N.31].

### 4.7.1. APARELHOS E UTENSÍLIOS

- Dispositivo que permite aplicar cargas com exactidão de 2 % e velocidade de aumento da carga de 0,05 kN/s;
- Sistema de apoios inferiores (em forma de rolos ou meios rolos)
- Rolo adaptável à parte inferior do dispositivo de aplicação de carga. Os apoios inferiores e superior terão um raio compreendido entre 15 mm e 20 mm e o seu comprimento será superior à largura da telha a ensaiar;
- Jogo de calços de madeira dura e/ou gesso.

## 4.7.2. PROCEDIMENTOS

### 4.7.2.1. ENSAIO DA RESISTÊNCIA À FLEXÃO EM TELHAS PLANAS

Colocar a telha sobre dois apoios inferiores, como ilustrado na Figura 4.24, de forma que o primeiro apoio se situe no local previsto para assentar nas ripas do telhado e o segundo apoio se situe em relação ao primeiro a uma distância igual a  $2/3$  do comprimento total da telha,  $L$ . Registrar o afastamento entre os eixos dos apoios.

Colocar o rolo de aplicação de carga sobre a telha e paralelamente aos dois apoios inferiores, de forma que a distância deste em relação a cada um dos apoios seja igual.

Depois de se montar o esquema de ensaio, aplicar uma carga progressiva a uma velocidade de  $0,05 \text{ kN/s}$ , até à ruptura do provete. Registrar o valor da carga de ruptura  $F$ , arredondada a  $0,01 \text{ kN}$ .

Determinar a carga média de ruptura pela média aritmética dos valores de  $F$  obtidos.

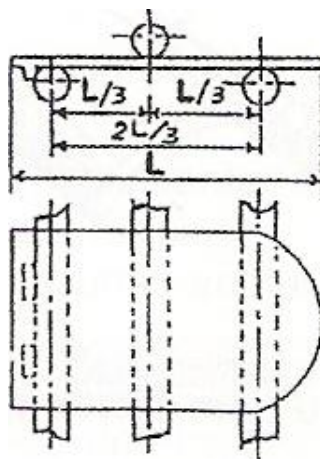


Figura 4.24 - Ensaio da resistência à flexão em telhas planas [N.4]

### 4.7.2.2. ENSAIO DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO DE TELHAS DE ENCAIXE, DE DESLIZAMENTO E DE RECOBRIMENTO

É apresentado na Figura 4.25 o esquema de ensaio a adoptar para estes tipos de telha, sendo que o ensaio realiza-se pelo seguinte procedimento:

Colocar a telha sobre os dois apoios inferiores (em forma de meio rolo), em que o primeiro apoio se situe no local previsto para assentar nas ripas do telhado e o segundo apoio se situe em relação ao primeiro a uma distância igual a  $2/3$  do comprimento total da telha,  $L$ .

Para garantir a estabilidade do conjunto de ensaio, realizar o calçamento da telha sobre os apoios inferiores utilizando calços de madeira. De seguida realizar o calçamento ao apoio superior, moldado ao perfil da telha, com o objectivo de manter a horizontalidade do rolo de aplicação de carga. Este calçamento pode ser obtido por meio de um acessório, seja um calço de madeira dura perfilada seja um suporte moldado em gesso. As espessuras dos apoios inferiores devem ser iguais.

A zona de contacto entre a peça de madeira perfilada e a telha deverá ser revestida com uma tira de borracha de 5 mm de espessura e com dureza DIDC 50+5, medida segundo a *NP ISO 48:2004* [N.1].

A largura da peça de madeira dura perfilada ou do suporte moldado em gesso deverá ser igual ao diâmetro do rolo de aplicação da carga.

Colocar o conjunto assim constituído numa posição tal que o rolo de aplicação da carga fique paralelo aos dois apoios inferiores e equidistante dos mesmos.

Aplicar a carga progressivamente de cerca de 0,05 kN/s até à ruptura do provete e registar o valor da carga de ruptura  $F$ , arredondada a 0,01kN.

Determinar a carga média de ruptura pela média aritmética dos valores de  $F$  obtidos.

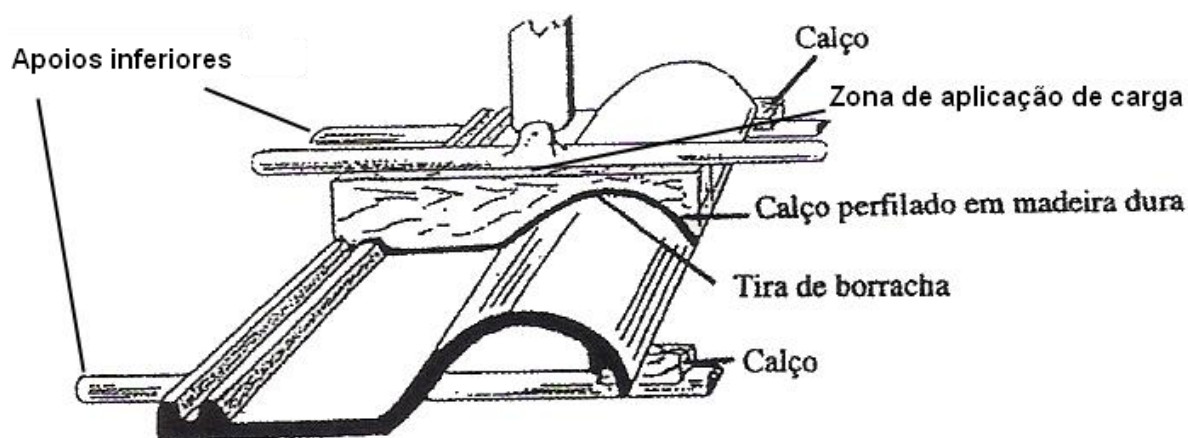


Figura 4.25 - Princípio do ensaio em telhas de encaixe [N.4]

#### 4.7.2.3. ENSAIO DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO DE TELHAS CANUDO

##### TELHAS CANUDO SEM PERNES

Colocar a telha com a concavidade virada para baixo sobre a placa do aparelho, disposta num plano horizontal, de forma a que o rolo de aplicação da carga fique em contacto com a geratriz superior da telha e o seu eixo horizontal se situe aproximadamente a meia distância das duas extremidades da telha, como representado na Figura 4.26.

Aplicar a carga progressivamente a uma velocidade de cerca de 0,05 kN/s, até à ruptura do provete e registar o valor da carga de ruptura  $F$ , arredondada a 0,01 kN.

Determinar a carga média de ruptura pela média aritmética dos valores de  $F$  obtidos.



Figura 4.26 - Ensaio com telhas canudo sem pernes [N.4]

### TELHAS CANUDO COM PERNE(S), COM OU SEM FUNDO PLANO

Colocar a telha sobre os dois apoios interiores (ver Figura 4.27 e Figura 4.28) de tal forma que o primeiro apoio se situe no local previsto para assentar nas ripas do telhado e o segundo apoio se situe em relação ao primeiro a uma distância de  $2/3$  do comprimento total da telha,  $L$ .

Para o caso de telhas que se apoiam sobre uma única geratriz, garante-se a estabilidade do provete colocando calços nas suas extremidades (ver o esquema da Figura 4.28).

Colocar o conjunto assim constituído numa posição tal que o rolo de aplicação da carga se alinhe paralelamente aos dois apoios inferiores e equidistante dos mesmos.

Aplicar a carga progressivamente a cerca de  $0,05 \text{ kN/s}$ , até à ruptura do provete e registar o valor da carga de ruptura  $F$ , arredondada a  $0,01 \text{ kN}$ .

Determinar a carga média de ruptura pela média aritmética dos valores de  $F$  obtidos.

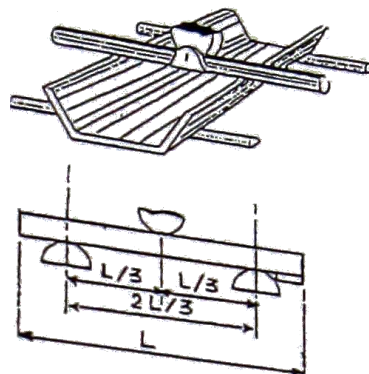


Figura 4.27 - Ensaio de telhas canudo com perne(s) não apoiadas sobre uma única geratriz [N.4]

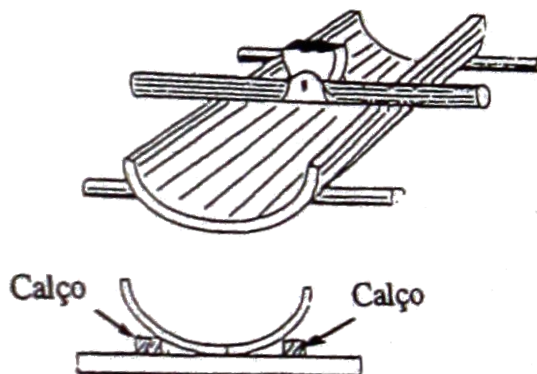


Figura 4.28 - Ensaio de telhas canudo com perne(s) apoiando-se sobre uma única geratriz [N.4]

### 4.7.3. EXIGÊNCIAS

A *EN 1304* [N.31] considera satisfatórias as telhas que após submetidas ao ensaio da resistência à flexão, se revelam capazes de suportar sem fractura as cargas de rotura admissíveis apresentadas no Quadro 4.6.

Quadro 4.6 - Carga mínima de rotura de provetes, após submetidos ao ensaio de resistência à flexão [N.31]

| Modelo de telha          | Carga de rotura admissível (N) |
|--------------------------|--------------------------------|
| telhas planas            | 600                            |
| telhas planas de encaixe | 900                            |
| telhas de canudo         | 1000                           |
| outros modelos de telha  | 1200                           |

## 4.8. RESISTÊNCIA AO GELO

A determinação da resistência ao gelo é feita segundo os métodos de ensaio descritos na *NP EN 539-2:2007 - Telhas cerâmicas para colocação descontínua. Determinação das características físicas. Parte 2: Ensaios de resistência ao gelo* [N.6]. Esta norma especifica cinco métodos de ensaio, sendo que de acordo com o atribuído pelo *Anexo C da EN 1304* [N.31], apenas um dos quatro primeiros métodos (Método A, B, C e D) é aplicável ao respectivos estados membros do CEN (ver Quadro 4.7). O quinto método (Método E – Método Único Europeu) é aplicável a todos os membros do CEN.

Quadro 4.7 - Métodos de ensaio de gelo/degelo aplicáveis nos diferentes países membros do CEN [N.31]

| País   | Método de ensaio |
|--|------------------|
| Bélgica, Luxemburgo e Países Baixos  | A                |
| Alemanha, Áustria, Dinamarca, Finlândia, Hungria, Islândia, Noruega, República Checa, Suécia e Suíça | B                |
| Espanha, França, Grécia, Itália e Portugal   | C                |
| Irlanda e Reino Unido  | D                |

Os países que não constam no quadro anterior e “*ai são requeridos ensaios, o produto deve ser ensaiado de acordo com o método de ensaio válido nesse país*” [N.31].

Dado que, em Portugal, os ensaios para a determinação da resistência ao gelo/degelo são efectuados pelo Métodos C e E, serão esses os ensaios abordados de seguida.

Antes do início dos ensaios, e relativamente à condição inicial dos provetes, a *EN 539-2* [N.6] destaca duas particularidades a ter em conta: se as telhas ou acessórios são vendidos com um revestimento de superfície, então os ensaios devem ser efectuados com provetes igualmente revestidos e, quando as telhas e acessórios são recolhidos num estaleiro de obra ou num edifício, então devem ser ensaiados no estado em que foram encontrados. Os resultados do ensaio devem ser interpretados considerando as solicitações a que esses produtos estiveram sujeitos.

#### 4.8.1. MÉTODO DE ENSAIO C

O princípio deste ensaio consiste em, após saturação com água sob vácuo, colocar os provetes numa câmara frigorífica onde são submetidos a 50 ciclos de gelo/degelo. Depois deste processo, os provetes são secos em estufa e determinam-se as perdas de massa (provocadas pelo ensaio) sofridas por estes.

Se o valor da perda de massa assim obtido for inferior ou igual a 1% para todos os provetes, o ensaio é dado como terminado e procede-se à interpretação dos resultados descrita em 4.8.1.5.

Se o valor da perda de massa estiver entre 1 a 3 % da massa inicial para um ou mais provetes e se o provete não apresentar qualquer tipo de degradação inadmissível mencionada no Quadro 4.9, procede-se então à determinação da perda de massa corrigida. Se o valor desta perda de massa corrigida em todos os provetes for inferior ou igual a 1 %, será esse o valor da perda de massa considerado, caso contrário calcula-se novamente uma segunda perda de massa corrigida.

Para a realização do ensaio são necessários 13 provetes: 10 provetes de ensaio e mais 3 provetes guardados como reserva, designados por “provetes suplementares”, para uma eventual determinação das perdas de massa corrigidas.

Apresenta-se também em 4.8.1.4, um procedimento alternativo para laboratórios que não dispõem de um sistema automático capaz de programar a sucessão dos ciclos gelo/degelo.

##### 4.8.1.1. APARELHOS E UTENSÍLIOS

- Estufa ventilada, que deve permitir a obtenção de temperaturas de pelo menos 120 °C;
- Balança com exactidão de 1 g;
- Câmara de vácuo, que consiste num contentor estanque equipado com uma bomba de vácuo e uma entrada de água;
- Câmara frigorífica programável, equipada com um sistema de circulação do ar, uma unidade de refrigeração, um sistema de aquecimento de água e uma unidade de controlo destinada a programar a sucessão dos ciclos de gelo/degelo.

##### 4.8.1.2. TRATAMENTO PRELIMINAR

Começa-se por examinar cuidadosamente os provetes e registar os defeitos de aspecto iniciais que possam existir.

Secar cada provete em estufa a  $(110 \pm 5)$  °C até à massa constante, ou seja, até atingir uma diferença de massa entre duas pesagens sucessivas efectuadas com 24 h de intervalo, inferior a 0,1 % do valor precedente. Peser cada provete depois de arrefecido à temperatura ambiente e registar a sua massa seca inicial,  $M_{10,i}$ .

Colocar os provetes no contentor estanque, tendo o cuidado de os apoiar sobre os bordos de forma a permitir a sua imersão progressiva em água durante a operação seguinte e criar um vácuo na câmara até atingir uma pressão absoluta de  $6,13 \times 10^4 \text{ Pa} \pm 0,13 \times 10^4 \text{ Pa}$ .

Ao fim de 1 h e mantendo sempre a mesma pressão absoluta, introduzir água na câmara de vácuo de modo a que a imersão completa seja atingida em cerca de 30 min.

Quando a câmara ficar cheia, manter a pressão absoluta por aproximadamente mais 30 min. Os provetes de ensaio devem permanecer dentro da câmara, desde o início da despressurização, por um período de 2 h (sem ultrapassar 2 h 15 min).

#### 4.8.1.3. PROCEDIMENTO

Depois de se retirar os provetes da câmara de vácuo, equipar uma das telhas com um sensor de temperatura no seu interior (telha de referência), e introduzi-las num tanque cheio de água colocado dentro da câmara frigorífica, a fim de se proceder as seguintes operações de gelo/degelo:

- 1) arrefecer a água do tanque até atingir uma temperatura de  $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$  durante  $(50 \pm 10) \text{ min}$ <sup>50</sup>;
- 2) escoar a água e arrefecer os provetes de modo a que a telha de referência atinja uma temperatura no seu interior de  $(-5 \pm 2) ^\circ\text{C}$ , em cerca de  $(55 \pm 15) \text{ min}$ ;
- 3) continuar o processo de arrefecimento de modo a que a telha de referência atinja uma temperatura no seu interior de  $(-15 \pm 5) ^\circ\text{C}$  em cerca de  $(45 \pm 15) \text{ min}$ ;
- 4) nesta fase movimenta-se o ar dentro da câmara frigorífica por meio de ventiladores, mantendo os provetes à temperatura mínima de  $(-15 \pm 5) ^\circ\text{C}$  durante  $(15 \pm 10) \text{ min}$ ;
- 5) introduzir água no tanque a  $(12 \pm 3) ^\circ\text{C}$  até à imersão completa dos provetes, e aquecer a mistura até que o interior da telha de referência atinja uma temperatura de  $(12 \pm 3) ^\circ\text{C}$  ao fim de  $(15 \pm 5) \text{ min}$ .

Tendo em conta os tempos de evacuação e de introdução de água, a duração total de cada ciclo de gelo/degelo é da ordem de 3 h. Na prática, os ciclos de gelo/degelo concretizam-se conforme indicado no Quadro 4.8.

---

<sup>50</sup> “O objectivo deste arrefecimento da água é limitar a evaporação da água absorvida pelos provetes antes da fase do gelo” [N.6].

Quadro 4.8 - Variação da temperatura correspondente a um ciclo de gelo/degelo

| Alinea do procedimento  | Programa de arrefecimento                |  | Duração (min) |
|---|--|--|---------------|
|   | Estado inicial                           | Estado final   |               |
| 1)  | Água a $(12 \pm 3) ^\circ\text{C}$       | Até a temperatura do tanque atingir $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$                       | $50 \pm 10$   |
| 2)  | Escoamento da água do tanque             | Até que os provetes atinjam uma temperatura interior de $(-5 \pm 2) ^\circ\text{C}$  | $55 \pm 15$   |
| 3)  | Continuação do processo de arrefecimento | Até que os provetes atinjam uma temperatura interior de $(-15 \pm 5) ^\circ\text{C}$ | $45 \pm 15$   |
| <b>Programa de manutenção à temperatura mínima</b><br>(com ventilação de ar dentro da câmara frigorífica) |  |  |               |
| 4)  | Manter a $(-15 \pm 5) ^\circ\text{C}$    |  | $15 + 10$     |
| <b>Programa de degelo</b>   |  |  |               |
| 5)  | $(-15 \pm 5) ^\circ\text{C}$             | $(12 \pm 3) ^\circ\text{C}$  | $15 \pm 5$    |

Nota: os procedimentos 1) e 5) envolvem a imersão dos provetes em água

Repetir as operações de ciclos de gelo e degelo 50 vezes, consecutivamente.

Depois de completados os 50 ciclos, secar os provetes à temperatura ambiente durante 24 h e depois em estufa a  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$  durante mais 24 h. Arrefecer os provetes e escovar levemente todas as superfícies de cada um, a fim de eliminar qualquer parte degradada e pouco aderente.

Secar novamente os provetes em estufa a  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$  e registar a massa de cada provete,  $M'_{10,i}$ , quando atingirem massa constante, ou seja, até que a diferença de massa entre duas pesagens consecutivas efectuadas com intervalo de 24 h for inferior a 0,1 % do valor precedente.

Calcular a perda de massa,  $\Delta M_{10,i}$ , devida às alterações eventualmente sofridas por cada provete:

$$\Delta M_{10,i} = \frac{M_{10,i} - M'_{10,i}}{M_{10,i}} \times 100 \quad (\%)$$

Se o valor assim obtido for inferior ou igual a 1% para todos os provetes, o ensaio é dado como terminado e procede-se à interpretação dos resultados, pelo descrito em 4.8.1.5. Caso contrário, deve-se proceder ao cálculo da perda de massa corrigida, descrito de seguida em 4.8.1.3.1.

4.8.1.3.1. DETERMINAÇÃO DA PERDA DE MASSA CORRIGIDA (“CASO EXCEPCIONAL”)

Se a perda de massa obtida estiver entre 1% e 3% da massa inicial para um ou mais provetes ( $1\% \leq \Delta M_{10,i} \leq 3\%$ ) e se os provetes não apresentarem qualquer tipo de degradação inadmissível mencionada no Quadro 4.9, então deve-se proceder às seguintes operações:

Secar os três provetes suplementares em estufa a  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ , até atingirem massa constante. Pesa-los e registrar a sua massa seca inicial,  $M_{3,i}$ .

De seguida, aplicar-lhes três imersões consecutivas em água durante 24 h, sendo cada imersão seguida de secagem em estufa a  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$  durante outras 24 h. Pesar cada provete após a última secagem e registrar a sua massa,  $M'_{3,i}$ .

Calcular a perda de massa,  $\Delta M_{3,i}$ , devido às alterações sofridas por cada um dos três provetes:

$$\Delta M_{3,i} = \frac{M_{3,i} - M'_{3,i}}{M_{3,i}} \times 100 \quad (\%)$$

Calcular a média aritmética das perdas de massa,  $\overline{\Delta M}_{3,i}$ , pela média das perdas de massa obtidas dos provetes individuais.

Calcular para cada um dos dez provetes submetidos aos ciclos de gelo/degelo, a perda de massa corrigida,  $\Delta M_{10,i,corrigida}$ , pela seguinte expressão:

$$\Delta M_{10,i,corrigida} = \frac{M_{10,i} - M'_{10,i}}{M_{10,i}} \times 100 - \overline{\Delta M}_{3,i} \quad (\%)$$

Se o valor assim obtido for inferior ou igual a 1% para todos os provetes, termina-se o ensaio e procede-se à interpretação dos resultados, pelo descrito em 4.8.1.5.

Se o valor assim obtido for superior a 1% para um ou mais provetes, realizar sobre os mesmos três provetes suplementares, três novos ciclos de imersão e de secagem e calcular, como anteriormente, a nova média aritmética,  $\overline{\Delta M}'_{3,i}$ , das perdas de massa obtidas em relação à massa inicial,  $M_{3,i}$ .

Calcular, para cada um dos dez provetes submetidos aos ciclos de gelo e degelo, uma segunda perda de massa corrigida,  $\Delta M'_{10,i,corrigida}$ , pela expressão:

$$\Delta M'_{10,i,corrigida} = \frac{M_{10,i} - M'_{10,i}}{M_{10,i}} \times 100 - \overline{\Delta M}'_{3,i} \quad (\%)$$

Registrar o valor obtido e proceder à interpretação dos resultados, pelo descrito em 4.8.1.5.

#### 4.8.1.4. PROCEDIMENTO ALTERNATIVO

Este procedimento pode ser aplicado em laboratórios que não disponham de um sistema automático capaz de programar a sucessão dos ciclos gelo/degelo.

*“Podem ser utilizados equipamentos manuais alternativos desde que sejam tomadas as devidas precauções para limitar ao máximo a evaporação da água absorvida, antes de cada fase de gelo. Para isso, os provetes podem ser colocados dentro de sacos plásticos antes de serem introduzidos numa câmara frigorífica, sendo retirados dos sacos para cada uma das correspondentes imersões em água” [N.6].*

As condições de gelo e de degelo deverão ser mantidas em conformidade com as prescritas em 4.8.1.3.

#### 4.8.1.5. INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DO ENSAIO (EXIGÊNCIAS)

Os provetes submetidos ao ensaio de gelo/degelo são considerados satisfatórios desde que nenhum deles apresente qualquer tipo de degradação mencionada no Quadro 4.9.

**Quadro 4.9 - Degradações inadmissíveis nos provetes após o ensaio de gelo/degelo (Método de ensaio C)**

| <b>Tipo de degradações inadmissíveis</b>  |
|---|
| folheado <sup>51</sup>  |
| fractura  |
| perda(s) de nervura(s) <sup>52</sup>  |
| fenda   |
| esfoliação <sup>53</sup>  |
| fissura superficial   |
| cada um deles tenha conservado pelo menos um perne intacto <sup>54</sup>  |
| nenhum dos provetes deve apresentar uma perda de massa superior a 1 % da massa inicial (ou, se for o caso, perda de massa corrigida superior a 1 % da massa inicial). |

<sup>51</sup> “Esfoliação lamelar que pode conduzir a uma desagregação do corpo cerâmico” [N.6].

<sup>52</sup> “Perda de material atingindo os relevos de encaixe e de reforço de forma a influenciar a sua função” [N.6].

<sup>53</sup> “Perda progressiva de material” [N.6].

<sup>54</sup> “Esta prescrição aplica-se apenas aos provetes que apresentem um ou mais pernes antes do ensaio” [N.6].

A presença de crateras<sup>55</sup>, inícios de fissuras<sup>56</sup>, microfissuras<sup>57</sup>, escamados<sup>58</sup> e descasques<sup>59</sup>, podem ser desprezadas.

#### 4.8.2. MÉTODO DE ENSAIO E (MÉTODO ÚNICO EUROPEU)

O princípio deste ensaio consiste em, após cobrir o intradorso dos provetes com um pano húmido, estes são progressivamente mergulhados em água durante sete dias e depois colocados numa câmara frigorífica onde são submetidos a ciclos de gelo/degelo. Os provetes são gelados por ar e degelados em água, simultaneamente em todas as suas superfícies.

A câmara frigorífica deverá ser calibrada de forma a garantir que os ciclos de gelo/degelo são realizados de acordo com a curva de referência da Figura 4.30.

São registadas as alterações observadas durante o ensaio, e a resistência ao gelo do provete é classificada por um dos níveis apresentados no Quadro 4.10:

Quadro 4.10 - Classificação da resistência ao gelo (Método Único Europeu)

| Método de ensaio E – classificação da resistência ao gelo |  |
|---|--|
| Nível 1   | se após 30 ciclos nenhuma das telhas apresenta qualquer alteração indicada como inaceitável no Quadro 4.11;  |
| Nível 2   | se após 90 ciclos nenhuma das telhas apresenta qualquer alteração indicada como inaceitável no Quadro 4.11;  |
| Nível 3   | se após 150 ciclos nenhuma das telhas apresenta qualquer alteração indicada como inaceitável no Quadro 4.11. |

##### 4.8.2.1. APARELHOS

A câmara frigorífica de gelo/degelo deve ser dotada de meios de ventilação, regulação do nível de água e capacidade de controlo que permita programar a sucessão dos ciclos de gelo/degelo. Deve ainda ser equipada com uma grade para o suporte dos provetes e fechada em todos os lados. Apresenta-se na Figura 4.29 um esquema montagem de uma câmara de gelo/degelo apta para o ensaio.

<sup>55</sup> “Defeito de superfície de dimensão média superior a 7 mm, consistindo na separação de material na parte visível do produto. Isto é quase sempre devida à expansão de um grão de, por exemplo, cal ou pirites” [N.31].

<sup>56</sup> “Fissura em formação nos bordos, penetrando ligeiramente no corpo cerâmico” [N.6].

<sup>57</sup> “Fenda superficial de largura menos ou igual a 0,20 mm” [N.6].

<sup>58</sup> “Levantamento superficial, começo de lascagem ou fissura, que origina uma alteração” [N.6].

<sup>59</sup> “Perda de uma parte superficial do produto” [N.6].

Deve(m) ser instalado(s) sensor(es) de temperatura com um erro máximo de  $\pm 5$  °C dentro da câmara frigorífica por forma a controlar a distribuição da temperatura. Podem também ser instalados deflectores para manter uma distribuição de uniforme da temperatura.

Deve ser possível regular a capacidade de arrefecimento da câmara para garantir que as velocidades de arrefecimento e formação do gelo sejam feitas de acordo com a curva de gelo/degelo apresentada na Figura 4.30. O método de ensaio difere se a regulação da capacidade de arrefecimento da câmara de gelo/degelo é fixa ou variável.

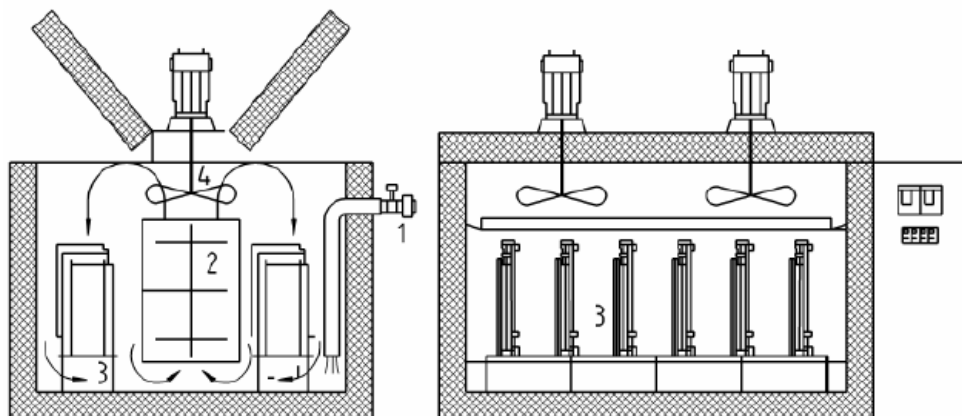
#### 4.8.2.1.1. CÂMARA DE GELO/DEGELO COM CAPACIDADE DE ARREFECIMENTO FIXA

A capacidade de arrefecimento da câmara é fixada ou mantida constante. Se este for o equipamento utilizado, é necessário determinar a massa e o teor de água total dos provetes, para uma futura comparação de resultados.

A câmara de gelo/degelo deve ser carregada com massa constante de telhas e teor de água de forma a garantir que a curva de gelo/degelo é atingida.

#### 4.8.2.1.2. CÂMARA DE GELO/DEGELO COM CAPACIDADE DE ARREFECIMENTO VARIÁVEL

Estas câmaras permitem regular a temperatura do ar, sendo também necessário proceder-se à calibração do aparelho a fim de se estabelecer a curva de temperatura do ar em toda a câmara de gelo/degelo.<sup>60</sup>



Legenda:

- 1 - Entrada de água    2 - Permutador de calor    3 - Fixação das telhas    4 - Ventilador de circulação

Figura 4.29 - Exemplo da câmara frigorífica de gelo/degelo para o Método E [N.6]

<sup>60</sup> "O desenvolvimento da curva de temperatura do ar predeterminada, depende da resistência à transmissão de calor entre o ar e os provetes ensaiados e está relacionada com a velocidade do fluxo de ar que é uma característica da concepção da unidade de gelo/degelo. Por essa razão a curva da temperatura do ar deverá ser determinada em separado para cada unidade de gelo/degelo" [N.6].

#### 4.8.2.2. PROCEDIMENTO

Devem ser ensaiados simultaneamente seis provetes, isentos de defeitos inaceitáveis de acordo com o definido no Quadro 4.11. Todos os defeitos aceitáveis devem ser registados antes do ensaio.

##### 4.8.2.2.1. CALIBRAÇÃO DO APARELHO

Antes de se proceder ao ensaio, é necessário seleccionar um acessório cerâmico de calibração (ou telha) e calibrar a câmara de gelo/degelo, conforme o descrito de seguida.

##### ACESSÓRIO CERÂMICO DE CALIBRAÇÃO (TELHA)

O acessório cerâmico de calibração consiste numa telha ou placa cerâmica, com massa volúmica de  $2,0 (\pm 0,3) \text{ kg.dm}^{-3}$  e teor de absorção de água de  $10,5 \% (\pm 0,5 \%)$ . Segundo a EN 539-2 [N.6], a determinação da massa volúmica é feita de acordo com os Anexos A e B da mesma, método esse descrito de seguida. O teor de absorção de água é determinado por saturação progressiva, pelo descrito em 4.8.2.2.2.

Depois de seleccionado o acessório de acordo com as exigências especificadas, abrir um furo com 50 mm de profundidade, paralelamente ao seu comprimento, numa zona em que apresente uma espessura entre 12 a 14 mm. Inserir um sensor de temperatura no fundo do furo e selá-lo com um material flexível (por exemplo um silicone).

##### Determinação da massa volúmica por pesagem hidrostática do acessório de calibração

- Secar o acessório durante 24 h numa estufa a  $(110 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ , excepto se for acabado de desenformar.
- Retirá-lo da estufa e deixar arrefecer a temperatura ambiente, entre 18 a  $28 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- Pesá-lo com uma exactidão de 1 g e registar a sua massa seca,  $m_d$ .
- Mergulhar o acessório em água e determinar a massa na água  $W_1$ , até atingir as condições de equilíbrio, ou seja, quando a variação de massa for inferior a 0,1 % por minuto.
- Retirá-lo da água, limpar as superfícies com um pano húmido removendo o excesso de água e determinar imediatamente a massa  $W_2$ .
- Calcular o volume  $V_u$ , subtraindo a massa do acessório pesado na água,  $W_1$ , da massa húmida pesada ao ar,  $W_2$ , ou seja:

$$V_u = W_2 - W_1 \quad (\text{cm}^3)$$

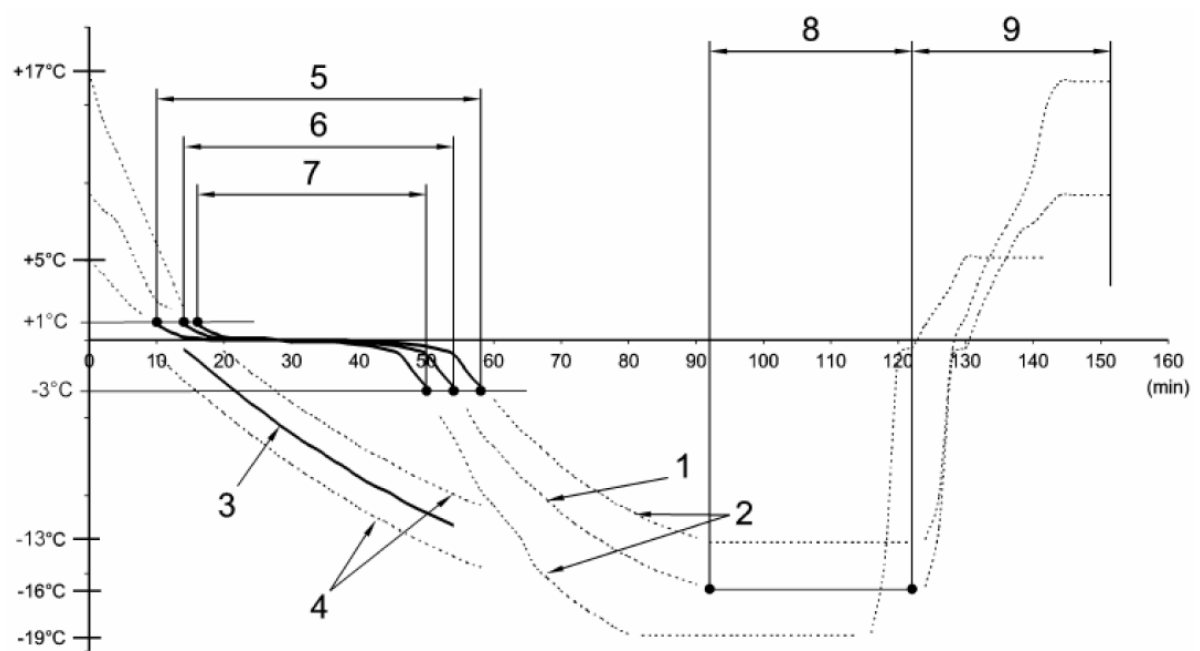
- Exprimir o volume arredondado ao cm<sup>3</sup> mais próximo.
- A massa volúmica seca  $\rho_u$ , é dada por:

$$\rho_u = \frac{m_d}{V_u} \quad (\text{kg/dm}^3)$$

#### CALIBRAÇÃO DA CÂMARA DE GELO/DEGELO

Para calibrar a câmara de gelo/degelo, cobrir o intradorso do acessório de calibração (já equipado com o sensor de temperatura) com um tecido de acordo com as especificações mencionadas em 4.8.2.2.3 e colocá-lo numa grade como referido no primeiro parágrafo do ponto 4.8.2.2.4.

O acessório deverá ser colocado no meio das outras telhas. É importante que todas as grades da câmara de gelo/degelo estejam carregadas com telhas, para que a massa seja uniformemente distribuída em todo o seu volume e assim assegurar que a curva de arrefecimento da Figura 4.30 é estabelecida em toda a câmara.



Legenda:

- 1 – curva da temperatura no interior do acessório de calibração (telha) com duração da formação do gelo
- 2 - variação admissível no interior do acessório de calibração
- 3 - temperatura do ar (como exemplo)
- 4 - variação admissível da temperatura do ar (como exemplo)
- 5 - máx. 48 min = 5 °C/h
- 6 - média 40 min = 6 °C/h
- 7 - min. 34 min = 7 °C/h
- 8 - pelo menos 30 min
- 9 - 30 min

Figura 4.30 - Curva de arrefecimento (com desvio admissível) para o acessório de referência [N.6]

Se a regulação da capacidade de arrefecimento na câmara gelo/degelo for fixa ou constante (4.8.2.1.1), determinar e anotar a massa total e o teor de absorção de água total dos provetes, para uma futura comparação de resultados.

Se a regulação da capacidade de arrefecimento na câmara gelo/degelo for variável (4.8.2.1.2), os provetes podem ser seleccionados arbitrariamente, sem necessidade de determinar as características mencionadas no parágrafo anterior.

A calibração deve começar com o ciclo de degelo (início do intervalo 9 da Figura 4.30) e a temperatura da água no início do ciclo,  $T_{degelo}$ , deve ser registada.

Iniciar o processo de calibração, ajustando a capacidade de arrefecimento da câmara de forma a garantir que a curva da temperatura medida no acessório de calibração está em conformidade com os limites admissíveis da curva de arrefecimento, representada na Figura 4.30. A temperatura do ar deverá ser reduzida de forma contínua e suave e o período de formação do gelo nos acessórios de calibração deve ser  $40_{-6}^{+8}$  min (intervalos 5, 6 e 7 da Figura 4.30).

Registar, ao longo do ciclo, a curva da temperatura do ar medida no acessório de calibração. A curva estabelecida na calibração, será a curva da temperatura do ar a utilizar no ensaio.

O gelo deve ser determinado depois da temperatura do acessório de calibração ter sido mantida a  $(-16 \pm 3)$  °C, durante pelo menos 30 min (intervalo 8 da Figura 4.30).

Depois da calibração, procede-se ao ensaio dos provetes, pelo descrito de seguida.

#### 4.8.2.2.2. SATURAÇÃO PROGRESSIVA E CÁLCULO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA

Secar os provetes durante 24 h a  $(110 \pm 5)$  °C e deixá-los arrefecer à temperatura ambiente. Registar a massa seca de cada provete,  $m_{dr}$ , com exactidão de 1 g.

Colocar os provetes num recipiente aberto com água de forma a que 1/5 da altura dos provetes fique submerso. Passadas 24 h, adicionar água suficiente para cobrir 2/5 da altura dos provetes. Repetir o mesmo processo durante três dias até que os provetes fiquem cobertos por água. Ao 5º dia, quando a altura dos provetes estiver coberta, adicionar mais 50 mm de altura de água no recipiente e deixá-los saturar durante 72 h.

Enxugar os provetes com uma esponja húmida. Pesar e registar a massa húmida de cada provete,  $m_w$ .

A absorção de água de cada provete,  $W_u$ , é dada pela seguinte expressão:

$$W_u = \frac{m_w - m_{dr}}{m_{dr}} \times 100 \quad (\%)$$

#### 4.8.2.2.3. COBERTURA DO INTRADORSO DO PROVETE

Antes do ensaio, cobrir o intradorso de cada provete com um pedaço de tecido de linho, do tamanho e formato do provete, com massa volúmica de  $(350 \pm 50) \text{ gm}^{-2}$ . Molhar o tecido antes de cobrir o provete.<sup>61</sup> O tecido deve contactar estreitamente com o intradorso do provete e deve ser mantido em posição durante todo o ensaio por meio de arames de cobre ou bandas elásticas, ou outro material que cumpra a mesma função sem interferir com o ensaio. Ver os exemplos da Figura 4.31.

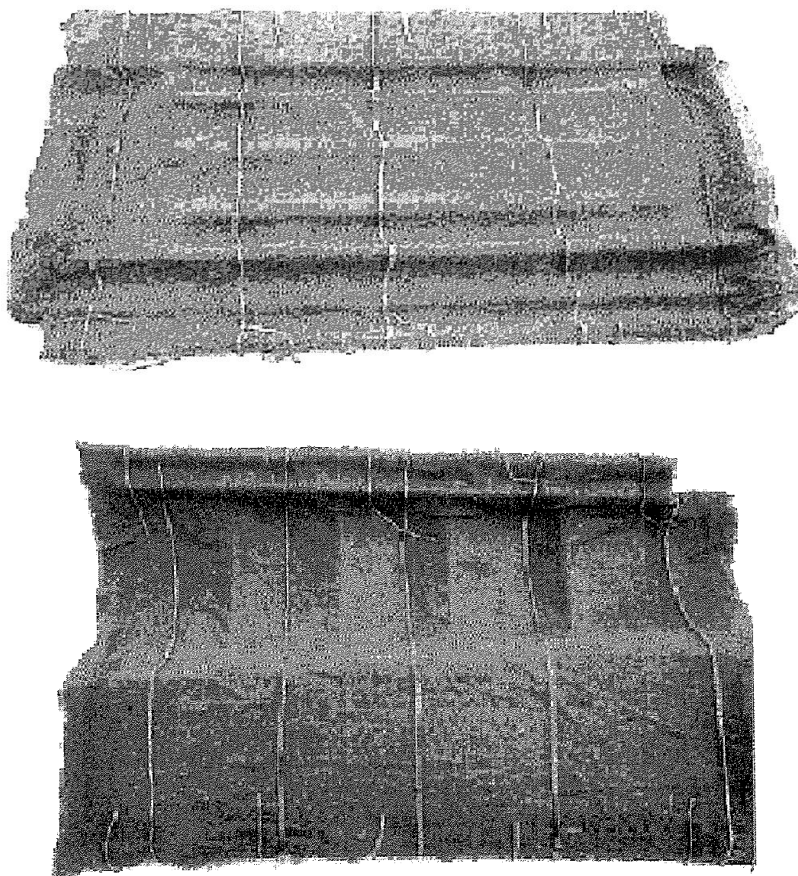


Figura 4.31 - Exemplo de telhas cobertas com um pedaço de tecido [N.6]

#### 4.8.2.2.4. COLOCAÇÃO DOS PROVETES NA CÂMARA DE GELO/DEGELO

Colocar os provetes dentro da câmara de gelo/degelo numa grade, de acordo com o representado na Figura 4.29. Para telhas de comprimento inferior a 300 mm, colocá-las sobre o seu lado menor; caso contrário colocá-las sobre o seu lado maior.

Se o controlo da regulação da capacidade de arrefecimento na câmara gelo/degelo for fixa (4.8.2.1.1), determinar novamente a massa total e o teor de água total dos provetes e comparar com os valores obtidos durante o processo de calibração. Diferenças de massa devem ser compensadas tanto

---

<sup>61</sup> "O mesmo tecido pode ser usado várias vezes" [N.6].

por redução do número de provetes como por adição de provetes testemunho inteiros ou em pedaços. Elementos como esponjas húmidas em sacos plásticos podem ser usados para a compensação do teor de água.

#### 4.8.2.2.5. GELO/DEGELAMENTO DOS PROVETES DE ENSAIO

A temperatura do ar na câmara de gelo/degelo deve ser controlada de forma a garantir que a curva da temperatura do ar estabelecida durante a calibração seja atingida.

#### DEGELAMENTO DOS PROVETES

Depois da formação do gelo (final do intervalo 8 da Figura 4.30), degelar os provetes cobrindo-os uniformemente com água e garantindo que os provetes fiquem cobertos por pelo menos 50 mm de água num tempo menor ou igual a 15 min. A água deve estar a uma temperatura entre 5 a 17 °C e num intervalo de 3 °C da temperatura da água no início do degelo registada na fase de calibração,  $T_{degelo}$ .

O tempo total do ciclo é de  $(30 \pm 5)$  min.

#### 4.8.2.2.6. INTERRUPÇÕES DOS CICLOS DE GELO/DEGELAMENTO

Se possível, devem realizar-se os ciclos de gelo/degelo sem interrupções mas, se for necessária ou inevitável uma interrupção, deixar os provetes dentro de água. Se a interrupção exceder duas horas, deve-se recomeçar o processo com a fase de degelo, como descrito anteriormente.

A interrupção não deve ter um período superior a uma semana.

#### 4.8.2.3. AVALIAÇÃO DOS PROVETES (EXIGÊNCIAS)

Após o ensaio, examinar os provetes em todos os lados a olho nu a uma distância de 30 a 40 cm, sob luz normal. Registrar o tipo, posição e extensão de qualquer alteração que possa ter aparecido durante o ensaio, tendo como referência os tipos de degradação do Quadro 4.11.

Depois de qualquer exame intermédio, recolocar cuidadosamente o tecido e começar o ciclo pela fase de degelo de forma a garantir que os provetes não secam.

A resistência ao gelo dos provetes é classificada pelos níveis apresentados anteriormente no Quadro 4.10.

Quadro 4.11 - Interpretação dos resultados para o ensaio da resistência ao gelo/degelo (Método Único Europeu)

| Tipo de degradação   | Zona de análise da telha |                 |
|--|--------------------------|-----------------|
|  | Extradorso               | Intradorso      |
| Cratera  | ✓                        | ✓               |
| Microfissura   | ✓                        | ✓               |
| Início de fissura  | ✓                        | ✓               |
| Fissura superficial  | X                        | X <sup>a)</sup> |
| Defeito superficial (escamado, lascado, descasque, esfoliação) | X                        | X <sup>a)</sup> |
| Fenda estrutural   | X                        | X               |
| Perda de nervuras de encaixe                                   | X                        | X               |
| Fractura   | X                        | X               |
| Folheado   | X                        | X               |
| Perda de todos os pernes                                       |                          | X               |

Legenda:

<sup>a)</sup> Quando o grau de alteração indica que o desempenho funcional do produto não está assegurado

✓ = aceitável ; X = inaceitável

## 4.9. ENSAIO DA ORELHA DE ARAMAR

O ensaio da orelha de aramar é feito segundo o especificado na *NP 498:2008 - Telhas cerâmicas. Ensaio da orelha de aramar* [N.3]. Sendo esta uma norma portuguesa, é apenas integrada no acervo normativo nacional, excluindo-se dos restantes países membros do CEN.

Os provetes são constituídos por telhas inteiras tal como são fornecidas pelo produtor.

Enfia-se na orelha de aramar de cada telha um arame de ferro zincado com 1 mm de diâmetro e forma-se com ele um elo suficientemente largo para nele se pendurar um gancho metálico.

Assenta-se num suporte cada provete assim preparado, com o intuito de manter a telha horizontal e apoiada nos topos, e pendura-se num gancho um balde na extremidade inferior do arame. Este balde deverá ter peso inferior a 1 kgf e capacidade para conter cerca de 30 kg de grenalha de chumbo.

De seguida, introduz-se grenalha de chumbo no balde ao ritmo de cerca de 100 g/s, até à rotura da orelha de aramar. Determina-se a massa do balde com a grenalha com exactidão de  $\pm 0,1$  kg.

A força de rotura da orelha de aramar, expressa em quilogramas-força e arredondada a 0,5 kgf, é numericamente igual à massa do balde com a grenalha (expressa em quilogramas).

A *NP 498:2008* [N.3] não especifica qualquer requisito a cumprir para o ensaio, nem nenhuma norma europeia a considera.

## 4.10. COMPORTAMENTO AO FOGO

Relativamente ao comportamento ao fogo das telhas cerâmicas, os métodos de avaliação que garantem a capacidade destas desempenharem a sua função segundo os níveis de desempenho declarados ou respeitando os requisitos mínimos estipulados, são conseguidos determinando o seu desempenho no comportamento ao fogo exterior e no comportamento de reacção ao fogo dos produtos.

### 4.10.1. COMPORTAMENTO AO FOGO EXTERIOR

Segundo a *EN 1304* [N.31], as telhas cerâmicas e acessórios cumprem os requisitos de comportamento ao fogo exterior, «sem necessidade de ensaio», e portanto classificadas na Classe B<sub>roof</sub> (para todos os métodos de ensaios), desde que satisfaçam as definições dadas na *Decisão da Comissão 2000/553/EC*<sup>62</sup> [D.5], ou seja, desde que:

- satisfaçam as disposições da *Decisão da Comissão 96/603/EC*<sup>63</sup> [D.2] e
- qualquer revestimento exterior seja inorgânico.

Resumidamente, e pelo definido nas decisões anteriormente mencionadas, as telhas cerâmicas e acessórios podem ser consideradas como produtos «sem necessidade de ensaio prévio», desde que:

- Se fabricadas por colagem de um ou mais componentes cerâmicos conjuntamente, o conteúdo orgânico do ligante seja  $\leq 0,1$  % em peso ou volume (consoante o que for menor);
- Não contenham mais de 1,0 %, em massa ou em volume (consoante o mais condicionante), de matérias orgânicas distribuídas de forma homogénea;
- Qualquer revestimento exterior deve ser inorgânico ou possuir um PCS  $\leq 2,0$  MJ/m<sup>2</sup> ou uma massa  $\leq 200$  g/m<sup>2</sup>. Para este fim devem ser medidos o poder calorífico superior (PCS) ou a massa de revestimento orgânico apenas na área revestida.<sup>64</sup>

Caso o produtor queira ensaiar as telhas quanto ao comportamento ao fogo exterior, deverá fazê-lo pelo método válido no país de utilização dos produtos, em conformidade com as disposições da *EN 13501-5:2005+A1:2009 - Fire classification of construction products and building elements. Part 5: Classification using data from external fire exposure to roofs tests* [N.49].

<sup>62</sup> Decisão que implementa a Directiva dos Produtos de Construção [D.17], no que respeita à regulamentação em matéria de reacção ao fogo de revestimentos de coberturas expostos a um fogo no exterior.

<sup>63</sup> Como referido anteriormente em 3.13, esta decisão foi emendada pelas *Decisões da Comissão 2000/605/EC* [D.6] e *2003/424/EC* [D.7].

<sup>64</sup> A norma não define qualquer método para esta medição.

#### 4.10.2. COMPORTAMENTO DE REACÇÃO AO FOGO

De acordo com as disposições da *Decisão da Comissão 96/603/EC* [D.2], as telhas e acessórios são classificadas quanto à reacção ao fogo pela Classe A1, ou seja, «sem necessidade de ensaio», desde que:

- para telhas e acessórios feitos por colagem de um ou mais componentes cerâmicos conjuntamente, o conteúdo orgânico do ligante endurecido seja  $\leq 0,1$  % em peso ou volume (consoante o que for menor), e
- eles contenham  $< 0,1$  % em peso ou volume (consoante o que for menor) de material orgânico (que não seja o ligante) distribuído de forma homogénea.

Se as telhas e acessórios não cumprirem os requisitos expostos, ou no caso de o produtor querer ensaiar os seus produtos, estes deverão ser ensaiados e classificados segundo a *EN 13501-1:2007+A1:2009 Fire classification of construction products and building elements. Part 1: Classification using data from reaction to fire tests* [N.48]. O método de ensaio e de classificação do comportamento de reacção ao fogo em telhas cerâmicas segue os mesmos procedimentos, adoptados no ensaio do mesmo âmbito, relativos aos tijolos cerâmicos de alvenaria (ver 3.13).

#### 4.11. ABSORÇÃO DE ÁGUA

Embora o ensaio para a determinação da absorção de água em telhas cerâmicas não seja abordado em nenhum dos métodos anteriormente descritos, previstos pela *EN 1304* [N.31], este método é enunciado no *Anexo A (normativo) da EN 539-2* [N.6] pelo seguinte procedimento.

Secar os provetes durante 24 h numa estufa a  $(110 \pm 5)$  °C.<sup>65</sup>

Retirar os provetes da estufa e deixá-los arrefecer a uma temperatura ambiente entre 18°C a 28 °C no laboratório. Pesar os provetes com uma exactidão de 1 g e registar a sua massa seca,  $m_s$ .

Colocar os provetes verticalmente dentro de um recipiente e encher com água até  $\frac{1}{4}$  da sua altura  $h$  (ver Figura 4.32).

Passados 60 min, elevar o nível da água até  $\frac{1}{2}$  da altura do provete. Passados mais 60 min, elevar o nível da água até  $\frac{3}{4}$  da altura do provete.

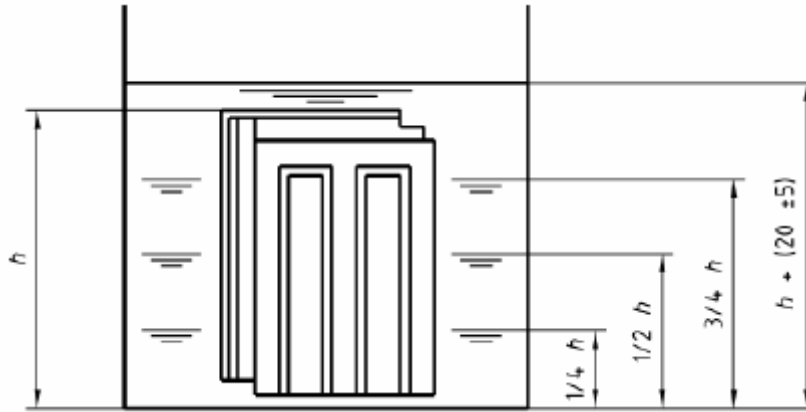
“Prosseguir o enchimento até que os provetes fiquem cobertos de água cujo nível deve atingir  $(20 \pm 5)$  mm acima dos provetes” [N.6].

Passadas 48 h, retirar os provetes da água, remover a água superficial e registar a sua massa húmida,  $m_w$ , com uma exactidão de 1 g.

<sup>65</sup> Para telhas acabadas de desenformar este procedimento de secagem é desnecessário [N.6].

A absorção de água de cada provete  $W_u$ , é calculada pela seguinte expressão:

$$W_u = \frac{m_w - m_d}{m_d} \times 100 \quad (\%)$$



Legenda:

h – altura da telha

Figura 4.32 - Determinação da absorção de água [N.6]

## 4.12. LIBERTAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS

O referido na secção 3.16 do capítulo anterior é também aplicável a telhas cerâmicas e acessórios [B.9].

### 4.13. RESUMO DAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS, MÉTODOS DE ENSAIO E REQUISITOS APLICÁVEIS A TELHAS E ACESSÓRIOS CERÂMICOS, SEGUNDO A EN 1304

Quadro 4.12 - Resumo das principais características, métodos de ensaio e requisitos aplicáveis a telhas cerâmicas e acessórios, segundo a EN 1304

| Características  | Especificações   | Secção de Ensaio |
|------------------|--|------------------|
| <b>Estrutura</b> | Os produtos não devem apresentar defeitos de fabrico que dificultem ou impeçam a adequada junção entre si, nem defeitos da estrutura (fractura, fenda estrutural, perda de perne).<br>Para avaliação das características da estrutura os produtos devem ser examinados a olho nu a uma distância de 30 cm a 40 cm, com luz normal.   | 4.3              |
| <b>Dimensões</b> | <b>Dimensões individuais:</b> os valores médios do comprimento e da largura determinados não devem desviar-se mais de $\pm 2\%$ dos valores declarados. Esta especificação não se aplica à largura das telhas de canudo.   | 4.5.1.1          |
|                  | <b>Dimensões de recobrimento (bitola):</b> O valor de recobrimento médio medido não deve desviar-se mais de $\pm 2\%$ do valor de recobrimento declarado.<br>Para as telhas de encaixe longitudinal e transversal com bitola longitudinal variável, a dimensão máxima de bitola medida não deve ser inferior à dimensão declarada.<br>Para as telhas de encaixe longitudinal e transversal com bitola transversal variável, a dimensão máxima de bitola transversal medida não deve ser inferior à dimensão declarada. | 4.5.1.2          |

(continua)

| Características<br>(cont.)       | Especificações (cont.)  |  |   |  | Secção de<br>Ensaio (cont.) |   |
|----------------------------------|---|--|---|--|-----------------------------|---|
| <b>Regularidade de<br/>forma</b> | <b>Planaridade de telhas planas, telhas de encaixe, de<br/>deslizamento e de recobrimento, e acessórios</b>             |  | <b>Uniformidade dos perfis transversais de telhas canudo e<br/>acessórios</b> |  | 4.5.2                       |   |
|                                  | Telhas ou acessórios<br>de comprimento total<br>(mm)  | Valor limite para o coeficiente de<br>planaridade<br>(%)         |   | A uniformidade é avaliada pela medição pelo interior da<br>largura da telha na sua parte estreita e na sua parte larga. A<br>diferença entre o maior e o menor valor da largura medidos<br>tanto na parte estreita da telha como na parte larga da telha,<br>não deve exceder 15 mm. |                             |   |
|                                  | > 300   | ≤ 1,5  |   |  |                             |   |
|                                  | ≤ 300   | ≤ 2,0  |   |  |                             |   |
| <b>Rectilinearidade</b>          | <b>Telhas de encaixe e de deslizamento, telhas de recobrimento e<br/>Telhas canudo, e acessórios</b>                    |  | <b>Telhas planas e acessórios</b>   |  | 4.5.3                       |   |
|                                  | Telhas ou acessórios<br>de comprimento total<br>(mm)  | Valor limite da rectilinearidade<br>longitudinal<br>(%)          |   | Telhas ou acessórios<br>de comprimento total<br>(mm)   |                             | Valor limite da rectilinearidade<br>longitudinal e transversal<br>(%) |
|                                  | > 300   | ≤ 1,5  |   | > 300  |                             | ≤ 1,5   |
|                                  | ≤ 300   | ≤ 2,0  |   | ≤ 300  |                             | ≤ 2,0   |
| <b>Impermeabilidade</b>          | Depois do ensaio as telhas e acessórios cerâmicos devem ser classificados numa das duas categorias de impermeabilidade: |  |   |  |                             |   |
|                                  | Classificação   | Método de ensaio 1   |   | Método de ensaio 2   |                             |   |
|                                  |   | Factor de impermeabilidade (cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup> /d) |   | Coeficiente de Impermeabilidade  |                             |   |
|                                  |   | $IF_{xi}$  | $\overline{IF}_{xi}$  | $IC_{xi}$  | $\overline{IC}_{xi}$        | 4.6   |
| Categoria I                      | ≤ 0,5   | ≤ 0,6  | ≤ 0,800   | ≤ 0,850  |                             |   |
| Categoria II                     | ≤ 0,8   | ≤ 0,9  | ≤ 0,925   | ≤ 0,950  |                             |   |

(continua)

| Características<br>(cont.)   | Especificações (cont.)  | Secção de<br>Ensaio (cont.) |
|------------------------------|---|-----------------------------|
| <b>Resistência à flexão</b>  | Consideram-se que as telhas são satisfatórias, se após submetidas ao ensaio da resistência à flexão suportarem sem fractura uma carga de pelo menos:<br>600 N para as telhas planas<br>900 N para as telhas planas de encaixe<br>1000 N para as telhas de canudo<br>1200 N para os outros modelos de telha  | 4.7                         |
| <b>Resistência ao gelo</b>   | Os provetes devem ser ensaiados segundo o(s) métodos de ensaio da <i>EN 539-2</i> [N.6] e satisfazer as exigências respectivas, aplicando o método válido no país de utilização das telhas.<br>Bélgica, Luxemburgo e Países Baixos – Método de ensaio A<br>Alemanha, Áustria, Dinamarca, Finlândia, Hungria, Islândia, Noruega, República Checa, Suécia, e Suíça - Método de ensaio B<br>Espanha, França, Grécia, Itália e Portugal - Método de ensaio C<br>Irlanda e Reino Unido – Método de ensaio D<br>Método Único Europeu - Método de ensaio E | 4.8 <sup>a)</sup>           |
| <b>Comportamento ao fogo</b> | <b>Comportamento ao fogo exterior:</b> Classe a que o produto se insere segundo a <i>EN 13501-5</i> [N.49]  | 4.10.1                      |
|                              | <b>Comportamento de reacção ao fogo:</b> Classe a que o produto se insere segundo a <i>EN 13501-1</i> [N.48]  | 4.10.2                      |

<sup>a)</sup> Só foram apresentados os métodos de ensaio aplicáveis em Portugal (métodos C e E)

Contudo, para além do definido no Quadro 4.12, é também integrado no acervo normativo nacional o ensaio da orelha de aramar. Sendo este especificado numa norma nacional, na *NP 498* [N.3], não tem qualquer influência na marcação CE das telhas cerâmicas e acessórios.

## **4.14. AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DE TELHAS E ACESSÓRIOS CERÂMICOS**

A Comissão Europeia emitiu em Outubro de 1998, a *Decisão da Comissão 98/436/EC* [D.4] com o objectivo de especificar o sistema de avaliação da conformidade a adoptar em revestimentos de coberturas segundo os requisitos definidos na Directiva dos Produtos de Construção (89/106/CEE) [D.17]. De acordo com a decisão, o *Anexo ZA da EN 1304* [N.31] identifica os procedimentos e considerações a tomar para a marcação CE das telhas e acessórios cerâmicos

### **4.14.1. CARACTERÍSTICAS ESSENCIAIS RELEVANTES PARA A MARCAÇÃO CE EM TELHAS CERÂMICAS SEGUNDO A EN 1304**

O *Anexo ZA da EN 1304* [N.31] apresenta as características essenciais relevantes para a marcação CE de telhas cerâmicas, de acordo com o tipo de aplicação: para cobertura de telhados (ver Quadro 4.13), para revestimento de paredes interiores (ver Quadro 4.14) ou revestimento de paredes exteriores (ver Quadro 4.15).

Quadro 4.13 - Características essenciais para a marcação CE de telhas e acessórios cerâmicos para aplicação em coberturas – Anexo ZA da EN 1304 [N.31]

| Coberturas de telhados               |        |   |   |
|--------------------------------------|--------|---|---|
| Características essenciais           | Secção | Notas   | Observações   |
| Resistência mecânica                 | 4.7    | -----   | Declaração da conformidade com as especificações previstas na EN 1304 “Conforme”  |
| Comportamento ao fogo exterior       | 4.10.1 | Inclui produtos julgados satisfatórios sem necessidade de ensaio                          | “Julgado satisfatório”  |
| Reacção ao fogo                      | 4.10.2 | Inclui produtos da Classe A1 julgados satisfatórios sem necessidade de ensaios            | Reacção ao fogo declarada com base nas classes de A1 a F  |
| Impermeabilidade à água              | 4.6    | -----   | Declaração da conformidade com as especificações previstas na EN 1304 “Aceite”<br>Referência à categoria e método de ensaio   |
| Dimensões e tolerâncias dimensionais | 4.5.1  | -----   | Declaração da conformidade com as especificações previstas na EN 1304 “Conforme”  |
| Durabilidade                         | 4.8    | -----   | Declaração da conformidade com as especificações previstas na EN 1304 “Aceite”<br>Referência ao(s) método(s) de ensaio  |
| Libertação de substâncias perigosas  | 4.11   | Sempre que exista legislação de cumprimento obrigatório relativa às substâncias perigosas | O produto deve ser acompanhado quando e onde requerido e de forma apropriada, por documentação que refira a legislação aplicável assim como toda a informação exigida por essa legislação |

Quadro 4.14 - Características essenciais para a marcação CE de telhas e acessórios cerâmicos para aplicação em revestimento de paredes interiores – Anexo ZA da EN 1304 [N.31]

| Revestimento de paredes interiores  |        |   |   |
|-------------------------------------|--------|---|---|
| Características essenciais          | Secção | Notas   | Observações   |
| Reacção ao fogo                     | 4.10.2 | Inclui produtos da Classe A1 julgados satisfatórios sem necessidade de ensaios            | Reacção ao fogo declarada com base nas classes de A1 a F  |
| Impermeabilidade à água             | 4.6    | -----   | Declaração da conformidade com as especificações previstas na EN 1304 “Aceite”<br>Referência à categoria e método de ensaio   |
| Libertação de substâncias perigosas | 4.11   | Sempre que exista legislação de cumprimento obrigatório relativa às substâncias perigosas | O produto deve ser acompanhado quando e onde requerido e de forma apropriada, por documentação que refira a legislação aplicável assim como toda a informação exigida por essa legislação |

Quadro 4.15 - Características essenciais para a marcação CE de telhas e acessórios cerâmicos para aplicação em revestimento de paredes exteriores – Anexo ZA da EN 1304 [N.31]

| Revestimento de paredes exteriores   |        |   |   |
|--------------------------------------|--------|---|---|
| Características essenciais           | Secção | Notas   | Observações   |
| Reacção ao fogo                      | 4.10.2 | Inclui produtos da Classe A1 julgados satisfatórios sem necessidade de ensaios            | Reacção ao fogo declarada com base nas classes de A1 a F  |
| Impermeabilidade à água              | 4.6    | -----   | Declaração da conformidade com as especificações previstas na EN 1304 “Aceite”<br>Referência à categoria e método de ensaio   |
| Dimensões e tolerâncias dimensionais | 4.5.1  | -----   | Declaração da conformidade com as especificações previstas na EN 1304 “Conforme”  |
| Durabilidade                         | 4.8    | -----   | Declaração da conformidade com as especificações previstas na EN 1304 “Aceite”<br>Referência ao(s) método(s) de ensaio  |
| Libertação de substâncias perigosas  | 4.11   | Sempre que exista legislação de cumprimento obrigatório relativa às substâncias perigosas | O produto deve ser acompanhado quando e onde requerido e de forma apropriada, por documentação que refira a legislação aplicável assim como toda a informação exigida por essa legislação |

#### 4.14.2. SISTEMAS DE AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE APLICÁVEIS

Os sistemas para a avaliação da conformidade aplicáveis a telhas cerâmicas são os sistemas 3 ou 4, sendo que a opção entre os sistemas é da responsabilidade do fabricante.

Segundo o *Anexo ZA da EN 1304* [N.31], será adoptado o sistema 3 quando:

- Aplicáveis, como imperativo legal no local de utilização, regulamentos de:
  - Comportamento na reacção ao fogo;
  - Comportamento ao fogo exterior;
  - Libertação de substâncias perigosas;
- Ou se o produtor decidir ensaiar o seu produto em relação ao comportamento ao fogo, dispensando a presunção da satisfação dos requisitos do seu produto sem recurso a ensaios (“sem necessidade de ensaio”). Ver Quadro 4.16. [B.9]

Quadro 4.16 - Sistemas de atestação de conformidade para telhas e acessórios cerâmicos – *Anexo ZA da EN 1304* [N.31]

| Produto                       | Utilização prevista   | Nível(eis) ou classe(s)  | Sistema de atestação de conformidade |
|-------------------------------|---|--|--------------------------------------|
| Telhas e acessórios cerâmicos | Para utilizações sujeitas a regulamentos de comportamento na reacção ao fogo    | Produtos A1 “julgados satisfatórios” sem necessidade de ensaio | 4                                    |
|                               |   | A1 a F   | 3                                    |
|                               | Para utilizações sujeitas a regulamentos de comportamento ao fogo exterior      | Julgados satisfatórios sem necessidade de ensaio               | 4                                    |
|                               |   | Produtos ensaiados   | 3                                    |
|                               | Para utilizações sujeitas a regulamentos de libertação de substâncias perigosas | -----  | 3                                    |
|                               | Para outras utilizações não especificadas acima                                 | -----  | 4                                    |

Resumidamente e de forma a visar a marcação CE dos produtos, estes sistemas de avaliação da conformidade diferenciam-se pelas tarefas a cumprir, de acordo com o apresentado no Quadro 4.17.

Quadro 4.17 - Sistemas de avaliação da conformidade aplicáveis a telhas e acessórios cerâmicos, de acordo com a *Directiva 89/106/CE* [D.17]

| Sistema | Atribuições do fabricante |                | Atribuições de um organismo notificado<br>(Laboratório notificado) |
|---------|---------------------------|----------------|--|
|         | Controlo de produção      | Ensaio inicial | Ensaio inicial do produto  |
| 3       | ✓                         |                | ✓  |
| 4       | ✓                         | ✓              |  |

#### 4.14.2.1. SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE 3

De acordo com o *Anexo ZA EN 1304* [N.31], as tarefas a efectuar para a avaliação da conformidade das telhas cerâmicas e acessórios pelo sistema 3 são como indicado no Quadro 4.18.

Quadro 4.18 - Atribuição das tarefas para a avaliação da conformidade para sistema 3 a aplicar em telhas cerâmicas e acessórios – *Anexo ZA da EN 1304* [N.31]

| Tarefas                                  | Conteúdo da tarefa   | Avaliação da conformidade<br>(secções da EN 1304 a aplicar [N.31])   |
|--|--|--|
| Tarefas sob responsabilidade do produtor | Controlo da Produção em Fábrica  | Parâmetros relacionados com todas as características relevantes do Quadro 4.13, Quadro 4.14 e/ou Quadro 4.15   |
|  | Ensaio de tipo inicial realizados pelo produtor                            | Todas as características relevantes do Quadro 4.13, Quadro 4.14 e/ou Quadro 4.15 não ensaiadas pelo organismo notificado, <i>“por exemplo, a resistência mecânica, impermeabilidade, variações de dimensões e durabilidade, quando apropriado”</i> [B.9] |
|  | Ensaio de tipo inicial realizados por um laboratório de ensaios notificado | Comportamento ao fogo exterior (quando ensaiado), reacção ao fogo (quando ensaiado) e libertação de substâncias perigosas  |

a) É indispensável a consulta da EN 1304 [N.31]. As secções 6.2 e 6.3, ensaios de tipo inicial e controlo da produção em fábrica, respectivamente, apresentam informação detalhada de todas as operações a tomar para a demonstração da avaliação da conformidade.

#### 4.14.2.2. SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE 4

No sistema 4 não existe qualquer intervenção de organismos notificados. Os ensaios iniciais poderão ser realizados pelo fabricante ou num laboratório externo. Depois da implementação do Sistema de Controlo de Produção o fabricante pode redigir a Declaração de Conformidade para o Produto [B.9].

De acordo com o Anexo ZA da EN 1304 [N.31], as tarefas a efectuar para a avaliação da conformidade das telhas cerâmicas e acessórios pelo sistema 4 são como o indicado no Quadro 4.19.

**Quadro 4.19 - Atribuição das tarefas para a avaliação da conformidade para sistema 4 a aplicar em telhas cerâmicas e acessórios – Anexo ZA da EN 1304 [N.31]**

| Tarefas                 |                                 | Conteúdo da Tarefa   | Avaliação da conformidade (secções da EN 1304 a aplicar [N.31]) |
|-------------------------|---------------------------------|--|---|
| Tarefas para o Produtor | Controlo de Produção em Fábrica | Parâmetros relacionados com todas as características relevantes do Quadro 4.13, Quadro 4.14 e/ou Quadro 4.15   | 6.3 <sup>a)</sup>   |
|                         | Ensaio de tipo inicial          | Todas as características relevantes do Quadro 4.13, Quadro 4.14 e/ou Quadro 4.15 por exemplo, a resistência mecânica, impermeabilidade, variações de dimensões e durabilidade, quando apropriado | 6.2 <sup>a)</sup>   |

<sup>a)</sup> É indispensável a consulta da EN 1304 [N.31]. As secções 6.2 e 6.3, ensaios de tipo inicial e controlo da produção em fábrica, respectivamente, apresentam informação detalhada de todas as operações a tomar para a demonstração da avaliação da conformidade.

#### 4.15. MARCAÇÃO CE E ETIQUETAGEM

A EN 1304 [N.31] estabelece que “*pelo menos 50 % de todos os tipos de telhas e pelo menos 10 % dos acessórios fornecidos devem comportar uma marcação indelével e legível, codificada ou não, que permita identificar o fabricante e a fábrica, o tipo de produto (opcional), o país de origem, o ano e o mês de produção. Os documentos do fornecimento devem fazer referência à EN 1304 e especificar a Categoria 1 ou 2 de impermeabilidade e o método de ensaio utilizado, e qual(is) o(s) método(s) de ensaio(s) de resistência ao gelo A, B, C e D suportado(s) com sucesso*” [N.31].

Depois de o fabricante ter realizado todas as tarefas exigidas segundo o sistema de avaliação da conformidade adoptado para o seu produto, poderá então proceder à marcação do produto. Para isso deve formalizar uma Declaração de Conformidade do produto de acordo com a EN 1304 [N.31].

Caso o produto esteja abrangido pelo sistema 3, esta declaração deverá ainda conter o nome e endereço do(s) laboratório(s) notificado(s). No Anexo E estão exemplificados tipos de declarações de conformidade.

Segundo o Anexo ZA da EN 1304 [N.31], e quanto à informação que deve ser declarada relativamente às características essenciais relevantes especificadas no Quadro 4.13, Quadro 4.14 e/ou Quadro 4.15:

- *“o produtor deve declarar “conforme” ou níveis de desempenho mais altos para a resistência mecânica e variação de dimensões,*
- *impermeabilidade à água (o método de ensaio 1 ou 2 e a Categoria 1 ou 2),*
- *resistência da durabilidade (“Aceite” e o(s) método(s) de ensaio para o gelo/degelo),*
- *o produtor pode declarar “julgado satisfatório da Classe A1” apresentar o resultado do ensaio (com as condições de montagem e aplicação, quando relevante) ou declarar a Classe F para a reacção ao fogo e “Julgado satisfatório” (para produtos da Classe B<sub>roof</sub>) ou Classe F<sub>roof</sub> ou apresentar o resultado do ensaio (com as condições de montagem e aplicação, quando relevante) para o comportamento do fogo exterior” [N.31].*

A etiqueta que se segue na Figura 4.33 corresponde a telhas cerâmicas do tipo plana, destinadas tanto a cobertura de telhados como a revestimentos exterior ou interior de paredes julgadas satisfatórias na Classe A1 de reacção ao fogo e portanto sujeitas ao sistema 4 de atestação da conformidade.


|  |   |  |
|--|---|--|
|   |   | Marcação CE, consistindo no símbolo “CE” definido na Directiva 93/68/EEC |
| Empresa X, S.A. – Apartado 21, P-3700  |   | Nome ou marca de identificação e endereço da sede social do produtor     |
| 05   |   | Últimos dois dígitos do ano em que a marca foi afixada                   |
| <b>EN 1304</b><br>Telhas cerâmicas do tipo telha plana para cobertura de telhados, revestimento exterior de fachadas ou revestimento de paredes interiores |   | Número de Norma Europeia<br>Descrição do produto                         |
| Propriedades de resistência mecânica/resistência à flexão  | Conforme                                    | Informação sobre características regulamentadas                          |
| Comportamento ao fogo exterior   | Julgado satisfatório                        |  |
| Reacção ao fogo  | A1  |  |
| Impermeabilidade à água  | Aceitação<br>Categoria 1 método de ensaio 2 |  |
| Dimensões e variação de dimensões  | Conforme                                    |  |
| Durabilidade   | Aceitação<br>Métodos A e C                  |  |

Figura 4.33 - Etiqueta de marcação CE de telhas planas [N.31]

## **Capítulo 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS**



## 5.1. REFLEXÃO DO IMPACTO SOFRIDO COM A IMPLEMENTAÇÃO DA DIRECTIVA COMUNITÁRIA DOS PRODUTOS DE CONSTRUÇÃO, 89/106/CE [D.17]

A marcação CE de um produto de construção não é uma garantia de qualidade mas sim uma garantia de que este se encontra em conformidade com os requisitos exigidos pela Directiva dos Produtos de Construção (DPC) [D.17] e que foi sujeito a um sistema de comprovação da conformidade definido pela própria. O Anexo ZA da norma harmonizada (ou uma ETA) relativa ao produto identifica todos os procedimentos e considerações a tomar a fim de tornar exequível a marcação.

A existência das normas harmonizadas e implementação da obrigatoriedade na marcação CE proporcionou um impacto positivo ao nível da qualidade da produção das fábricas, como resultado de se tornar obrigatória, independentemente do sistema de comprovação da conformidade adoptado, a implementação de um controlo interno de produção e a realização de ensaios de tipo iniciais sobre os produtos fabricados.

A DPC define exigências essenciais às obras e não aos produtos em si, pelo que este método adoptado na avaliação dos produtos, pode por vezes desviar-se de certas características fundamentais de que o produto deve tomar. Tome-se o exemplo dos ladrilhos cerâmicos, no qual a marcação CE não exige a declaração da planeza, sendo esta uma das características essenciais do produto.

Nem todas as características e ensaios definidos na Norma Europeia de referência de um produto de construção são abrangidos pelos requisitos da DPC, ao contrário das que são enunciadas no Anexo ZA da mesma. No entanto, na eventualidade da comercialização do produto se destinar a um Estado Membro que não disponha dos requisitos regulamentares aplicáveis a uma dada característica incluída neste anexo, os fabricantes ao comercializarem os produtos nesses mercados não são obrigados a determinar ou a declarar o desempenho relativamente a essa característica.

O sistema 4 de avaliação da conformidade dos produtos é pouco rígido, dando poucas garantias ao consumidor, visto que os produtos abrangidos por este sistema são avaliados sob responsabilidade exclusiva do fabricante, sem envolver qualquer entidade externa notificada. No entanto, segundo o *11º Artigo do Decreto-Lei nº 4/2007* [D.9], os produtos abrangidos por este e todos os outros sistemas de comprovação da conformidade em Portugal, estão sujeitos a fiscalização a cargo da Autoridade de Segurança Alimentar e Económica (ASAE).

## 5.2. INCOERÊNCIAS DETECTADAS NAS NORMAS ANALISADAS

Verificam-se constantemente falhas nas traduções das normas homologadas em português (NP EN) em relação às originais. À parte destas, o Quadro 5.1 lista algumas das incoerências ou faltas de informação detectadas nos procedimentos de ensaio.

Quadro 5.1 - Incoerências ou falta de informação detectadas nas normas estudadas

|                                  | Método de ensaio                         | Secção                 | Erro / Omissão / Falta de informação  |
|----------------------------------|--|------------------------|---|
| TIJOLOS CERÂMICOS PARA ALVENARIA | Determinação das dimensões               | 3.3.1                  | No procedimento de medição especificado na alínea c), a norma não define como é feito o tratamento dos resultados.  |
|                                  | Configuração                             | 3.4.1                  | O volume dos orifícios de manuseamento dos tijolos é considerado pelo Quadro 3.3, relativamente ao sistema de classificação dos grupos de unidades de alvenaria (EC6). No entanto não há qualquer método específico para a determinação deste.  |
|                                  | Resistência à compressão                 | 3.6                    | A norma indica como referência, o valor da “ <i>resistência esperada para o bloco de alvenaria</i> ”. Não há normas que apontem valores espectáveis para a resistência à compressão de tijolos cerâmicos para alvenaria.  |
|                                  | Expansão com a humidade                  | 3.12.1                 | Não é especificada qualquer técnica de corte para a preparação dos provetes.  |
| TELHAS CERÂMICAS E ACESSÓRIOS    | Impermeabilidade (Método de Ensaio 1)    | 4.6.2                  | Não é especificada qualquer técnica de corte para a preparação dos provetes. Ainda relativamente ao mesmo método, a norma refere, quanto à fase c) de evaporação, “encher o tubo com água até perfazer uma altura de 10 cm”. A representação esquemática na norma, representado na Figura 4.20, mostra um total 11 cm de altura de água.  |
|                                  | Resistência à flexão                     | 4.7.2.2                | Como especificado, no ensaio de resistência à flexão em telhas de encaixe, de deslizamento e de recobrimento, “ <i>a zona de contacto entre a peça de madeira perfilada (molde a adaptar à telha) e a telha deverá ser revestida com uma tira de borracha de 5 mm de espessura com dureza DIDC 50 + 5</i> ”. Por vezes, dependendo do modelo da telha, o molde toma tais formas que se torna impossível de revestir o molde de madeira perfilada com a tira de borracha (devido à dureza que apresenta), em toda a extensão da telha. Ver Figura G.10 do Anexo G. |
|                                  | Resistência ao gelo (Método de ensaio E) | 4.8.2<br>4.8.2.2.<br>3 | Nos objectivos e campo de aplicação da EN 539-2 [N.6] e relativamente ao Método de Ensaio E, a norma cita que este “ <i>é aplicável a todos os membros do CEN em conformidade com os requisitos de cada estado membro. Cada país indica o nível ou níveis no seu preâmbulo nacional da EN 539-2</i> ”. A NP EN 539-2 [N.6] não faz qualquer referência aos níveis de avaliação da conformidade a aplicar.<br>Massa volúmica exigida para o pedaço de tecido linho com unidades erradas “(350 ± 50) gm <sup>-2</sup> ”   |

### 5.3. A NORMALIZAÇÃO EUROPEIA DE TIJOLOS CERÂMICOS PARA ALVENARIA E REFLEXOS DA *EN 771-1* [N.7] EM PORTUGAL

Ao que diz respeito às exigências a satisfazer pelos tijolos, a *EN 771-1* [N.7] não especifica valores limite ou classes de desempenho para a maioria das características nelas consideradas (ver Quadro 3.17). Em certa medida, terá sido uma opção assumida na elaboração destas normas, no pressuposto de que as exigências a satisfazer seriam definidas a nível nacional. Esta possibilidade está, alias expressa na *EN 771-1*, ao referir que “a especificação das propriedades dos tijolos cerâmicos de alvenaria pode ser feita por referência a sistemas de classificação, desde que tais sistemas se baseiem apenas em propriedades incluídas na norma e não constituam por si só um obstáculo ao comércio” [N.7].

Tome-se o exemplo da resposta francesa de uma norma complementar à *EN 771-1* [N.7], a *NF P 12-021-2:2004 - Spécifications pour Éléments de Maçonnerie. Partie 1: Briques de Terre Cuite. Complement National à la NF EN 771-1* [N.53]. Esta última estabelece de forma objectiva, de entre outros assuntos, exigências mínimas e sistemas de classificação das características dos produtos, complementares à norma europeia de forma a responder às necessidades nacionais, de onde se realçam as seguintes [B.3]:

- Características gerais de aspecto: considera os defeitos associados ao aspecto, nomeadamente as fissuras que resultam do processo de produção (esta característica tem maior visibilidade em tijolos LD furados horizontalmente com elevada percentagem de furação);
- Resistência à compressão: complementa a norma europeia estabelecendo três sistemas de classificação baseados na resistência média à compressão dos tijolos, aos seguintes tipos:
  - Tijolos de furação vertical de massa volúmica aparente  $\leq 1000 \text{ kg/m}^3$ ;
  - Tijolos de furação horizontal de massa volúmica aparente  $\leq 1000 \text{ kg/m}^3$ ;
  - Tijolos de furação vertical ou horizontal de massa volúmica aparente  $> 1000 \text{ kg/m}^3$ ;
- Crateras resultantes de inclusões de cal viva<sup>66</sup>: estabelece exigências relativamente ao número e diâmetro das crateras resultantes de inclusões de cal viva. Este critério é mais exigente para tijolos face à vista do que para tijolos a serem revestidos;
- Expansão com a humidade: estabelece como limite superior para a expansão com a humidade (limite este inexistente na norma europeia) em 0,6 mm/m;

<sup>66</sup> “Os nódulos de cal viva eventualmente existentes nos tijolos em resultado do processo de produção, ao hidratarem-se sob o efeito da humidade, sofrem um grande aumento de volume, provocando, especialmente se estiverem localizados um pouco abaixo da superfície do produto, a expulsão de uma porção superficial de material (e do revestimento aplicado), dando origem ao apodrecimento de crateras nos paramentos das paredes. A susceptibilidade dos tijolos para o aparecimento deste efeito pode ser avaliada através de ensaios, que se baseiam na hidratação acelerada dos nódulos de cal viva neles presentes” [B.3].

- Durabilidade: para além de definir dois métodos de ensaios distintos para a determinação ao gelo/degelo, são estabelecidos critérios para avaliação dos resultados de ensaio, em termos de deterioração e de perda de massa dos tijolos e, eventualmente, da sua resistência à compressão após ciclos de gelo/degelo. É ainda feita a correspondência entre as classes de exposição definidas na EN 771-1 [N.7] (F0, F1 e F2) com os resultados obtidos no ensaio.

Visto que a normalização europeia relativa a tijolos cerâmicos de alvenaria deixou “em vazio” inúmeros campos no que respeita à definição de exigências mínimas e de sistemas de classificação das características dos produtos, fará algum sentido complementá-la em Portugal, tal como já foi feito, por exemplo, em França.

## 5.4. ACTUAIS DESENVOLVIMENTOS NA NORMALIZAÇÃO DE TIJOLOS CERÂMICOS DE ALVENARIA E TELHAS CERÂMICAS

Devido à constante necessidade e aspiração em estabelecer melhorias na qualidade normativa face às disposições de utilização e evolução dos produtos, da interpretação, de conhecimento científico e inovação tecnológica, estão actualmente<sup>67</sup> a ser desenvolvidas pela Comissão Técnica do CEN relativa aos produtos de alvenaria – CEN/TC-125 (“Masonry”) – e, nomeadamente ao que afecta a tijolos cerâmicos de alvenaria, as normas apresentadas no Quadro 5.2 [I.8].

Quadro 5.2 - Normas a serem desenvolvidas pelo CEN/TC-125 relacionadas com tijolos cerâmicos para alvenaria

| Número do projecto  | Título original   | Estado               | DAV     |
|---------------------|---|----------------------|---------|
| FprEN 771-1 [Pr.1]  | <i>“Specification for masonry units - Part 1: Clay masonry units”</i>   | Em fase de aprovação | 2011-05 |
| FprEN 772-1 [Pr.2]  | <i>“Methods of test for masonry units - Part 1: Determination of compressive strength”</i>  |                      | 2011-02 |
| FprEN 772-11 [Pr.3] | <i>“Methods of test for masonry units - Part 11: Determination of water absorption of aggregate concrete, autoclaved aerated concrete, manufactured stone and natural stone masonry units due to capillary action and the initial rate of water absorption of clay masonry units”</i> |                      | 2011-02 |
| FprEN 772-16 [Pr.4] | <i>“Methods of test for masonry units - Part 16: Determination of dimensions”</i>   |                      | 2011-02 |
| FprEN 772-21 [Pr.5] | <i>“Methods of test for masonry units - Part 21: Determination of water absorption of clay and calcium silicate masonry units by cold water absorption”</i>   |                      | 2011-02 |
| prEN 1745 [Pr.6]    | <i>“Masonry and masonry products - Methods for determining thermal properties”</i>  |                      | 2012-04 |

Legenda:

DAV – “date of availability”, data em que a norma definitiva (se aprovada) é distribuída pelo Secretariado Central.

FprEN – “Final Project of EN”, ou seja, o último estágio de um projecto da EN. Este documento é sujeito a uma última votação (denominado por “voto formal”) antes de se tornar norma definitiva.

<sup>67</sup> Dados referentes a Setembro de 2010.

Todas as normas listadas no quadro anterior, em caso de aprovação, irão substituir as normas actuais correspondentes, excepto a nova norma *FprEN 772-21 - “Methods of test for masonry units - Part 21: Determination of water absorption of clay and calcium silicate masonry units by cold water absorption”* [Pr.5]. Esta advém da necessidade de formalizar uma norma individual para o ensaio de absorção de água (por água fria), substituindo o método descrito no *Anexo C da EN 771-1* [N.7].

Relativamente a telhas cerâmicas e acessórios, a Comissão Técnica do CEN inserida no âmbito – CEN/TC-128 (“*Roof covering products for discontinuous laying and products for wall cladding*”) – não se encontra de momento a elaborar qualquer norma deste assunto<sup>68</sup> [I.8].

Apresentam-se de seguida as mais notáveis alterações sentidas nas propostas para a adopção, para cada FprEN.

### ***FprEN 771-1* [Pr.1] – ELEMENTOS DE ALVENARIA, TIJOLOS CERÂMICOS PARA ALVENARIA**

Nesta fase da *FprEN 771-1* [Pr.1] não se encontram alterações significativas em relação à norma em vigor, com excepção a:

- Quando os tijolos estão sujeitos a serem utilizados em elementos com requisitos de isolamento térmico, o produtor deve fornecer informação sobre a condutibilidade térmica do tijolo de alvenaria  $\lambda_{10,seco}$ , em referência à *prEN 1745:2010* [Pr.6] ou, alternativamente, fornecer o valor da massa volúmica bruta seca (ou líquida) e respectiva configuração;
- Quanto às características que o produtor poderá declarar relativamente à configuração dos tijolos, opções estas listadas em 3.4.1, foi incluído que, se aplicável, o produtor poderá ainda declarar o volume total de cavidades do tijolo em percentagem do volume total, medido por comprimento x largura x altura;

Para tijolos HD com cavidade, já não é exigido que o volume da cavidade não exceda 20% do seu volume total bruto.

### ***FprEN 772-1* [Pr.2] – DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO**

Ao que afecta a tijolos cerâmicos de alvenaria, nada se altera.

### ***FprEN 772-11* [Pr.3] – DETERMINAÇÃO DA TAXA INICIAL DA ABSORÇÃO DE ÁGUA**

Relativamente a tijolos cerâmicos de alvenaria, a *FprEN 772-11* refere que “*para alguns tijolos cerâmicos, a taxa inicial de absorção de água pode diferir nas duas faces de assentamento, sendo que é necessário medir ambas as faces*” [Pr.3].

---

<sup>68</sup> Dados referentes a Setembro de 2010.

**FprEN 772-16 [Pr.4] – DETERMINAÇÃO DAS MEDIÇÕES**

O erro de medição máximo admitido nos aparelhos de medição, será limitado para tolerâncias dimensionais  $\leq 1$  mm, de acordo com o Quadro 5.3.

Quadro 5.3- Requisitos de exactidão para os aparelhos de medição [Pr.4]

| Tolerância dimensional declarada para a dimensão (mm) | Erro de medição (máximo) (mm) |
|---|-------------------------------|
| $\leq 1$  | 0,1                           |
| 1   | 0,2                           |
| $\geq 1$  | 0,5                           |

A FprEN 772-16 [Pr.4], para além de indicar com maior detalhe as posições para a medição em tijolos com encaixe macho-fêmea (ver Figura 5.1), especifica ainda que as pontas de medição dos aparelhos na determinação das espessuras das paredes externas e septos não devem ser inferiores a 10 mm.

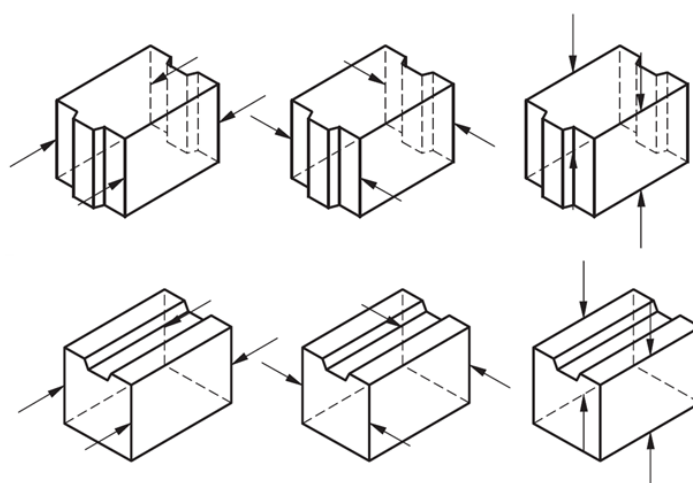


Figura 5.1 - Posições de medições de tijolos com encaixes macho-fêmea [Pr.4]

**FprEN 772-21 [Pr.5] – DETERMINAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA (“ENSAIO EM ÁGUA FRIA”)**

Este documento foi elaborado com o intuito de criar uma norma independente e para que este método de ensaio seja aplicável a mais do que um produto.

O método em nada difere do correntemente apresentado no Anexo C da EN 771-1 [N.7], diferindo apenas no tempo de imersão, em que é definida uma tolerância (tempo de imersão de  $24 \pm 0,5$  h).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### 1. Livros e Artigos

[B.1] ABRANTES, V.; FREITAS, V.; MOURA, G.; SILVA, M.; SILVA, R.; SOUSA, A.; SOUSA, H. - **Manual de aplicação de telhas cerâmicas** - Coimbra, APICER - Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica, 1998

[B.2] ALMACINHA, José António - **Introdução ao Conceito de Normalização em Geral e sua importância na Engenharia**. Texto de Apoio às Disciplinas de Desenho Técnico (LEM) e de Desenho Industrial I (LGEI). Porto, FEUP, 2005

[B.3] CARVALHO, Fernanda R. - **A Normalização Europeia de Tijolos e Blocos para Alvenaria**, excerto de Encontro nacional sobre a qualidade e inovação na construção, QIC2006. Lisboa, LNEC, 2006. págs. 101-108

[B.4] HENRIQUES, F.; RODRIGUES, P. - **Normas aplicáveis ao sector da construção**. Lisboa, FCT – Faculdade de Ciência e Tecnologia, 2006

[B.5] Instituto Português da Qualidade - **Manual de Normalização 2009**. Departamento de Normalização. Lisboa, Ministério da Economia e da Inovação, 2009

[B.6] PAIVA, José A. Vasconcelos de - **Directiva dos produtos de construção. Presente e futuro**. Lisboa, LNEC, 2002

[B.7] PAIVA, José A. Vasconcelos de - **Aprovação técnica europeia. A via para a marcação CE dos produtos de construção inovadores**. Lisboa, LNEC, 2005

[B.8] DIAS, António Baio - **Construção em Tijolo Cerâmicos: Das exigências normativas do produto à prática de aplicação**. Seminário sobre Paredes de Alvenaria, P.B. Lourenço & H. Sousa, Porto, 2002 (pdf)

[B.9] DIAS, A.; FERREIRA, M. - **Guia para a Implementação de um Sistema de Controlo da Produção para a Marcação CE de Tijolo Cerâmica, Telha Cerâmica e Acessórios**. Coimbra, APICER – Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica, 2007

[B.10] MARTINS, J.; SILVA, A. - **Materiais de Construção – Produtos Cerâmicos**. Série Construção, Porto, UFP – Universidade Fernando Pessoa, 2004

[B.11] SANTOS, Pina dos - **A classificação europeia de reacção ao fogo dos produtos de construção (ITE 55)**. ICT, Informação Técnica de Edifícios. LNEC, Lisboa, 2010

[B.12] SILVA, J.; SOUSA, A. - **Manual de Alvenaria de Tijolo**. Coimbra, APICER - Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica, 2000

[B.13] TAFULA, Manuel - **Controlo da qualidade na execução de elementos não estruturais exteriores de um edifício – alvenaria de tijolo**. Lisboa, IST - Instituto Superior Técnico, 2009

## 2. Directivas, Documentos Legislativos, Decisões e Comunicações

[D.1] Comunicação da Comissão a propósito dos documentos interpretativos da Directiva 89/106/CEE do Conselho (94/C62/01). Jornal Oficial das Comunidades Europeias (JOCE), C62, p. 23-72, 28 de Fevereiro de 1994

[D.2] Decisão da Comissão 96/603/EC - Estabelece a lista de produtos abrangidos pelas classes A «nenhuma contribuição para o fogo» prevista na Decisão 94/611/CE que aplica o disposto no artigo 20º da Directiva 86/106/CEE do Conselho relativa aos produtos de construção, 4 de Outubro de 1996

[D.3] Decisão da Comissão 97/740/EC - Relativa ao processo de comprovação da conformidade dos produtos de construção, no que respeita à alvenaria e produtos associados, 14 de Outubro de 1997

[D.4] Decisão da Comissão 98/436/EC - Altera as Decisões 95/467/CE, 96/578/CE, 97/176/CE, 97/462/CE, 97/556/CE, 97/740/CE, 98/214/CE, 98/279/CE, 98/436/CE, 98/437/CE, 98/600/CE, 98/601/CE, 1999/90/CE, 1999/91/CE, 1999/454/CE, 1999/469/CE, 8 de Janeiro de 2001

[D.5] Decisão da Comissão 2000/553/EC - que implementa a Directiva 89/106/CEE do Conselho, no que respeita à regulamentação em matéria de reacção ao fogo de revestimentos de coberturas expostos a um fogo no exterior, 6 de Setembro de 2000

[D.6] Decisão da Comissão 2000/605/EC - Altera a Decisão 96/603/CE que estabelece a lista de produtos abrangidos pelas classes A «nenhuma contribuição para o fogo» prevista na Decisão 94/611/CE que aplica o disposto no artigo 20º da Directiva 89/106/CEE do Conselho relativa aos produtos de construção, 26 de Setembro de 2000

[D.7] Decisão da Comissão 2003/424/EC - que altera a Decisão 96/603/CE que estabelece a lista de produtos abrangidos pelas classes A «nenhuma contribuição para o fogo» prevista na Decisão 94/611/CE que aplica o disposto no artigo 20º da Directiva 89/106/CEE do Conselho relativa aos produtos de construção, 6 de Junho de 2003

[D.8] Decreto-Lei n.º 4/2002, de 4 de Janeiro - Altera o Decreto-Lei n.º 234/93, de 2 de Julho, 4 de Janeiro de 2002.

[D.9] Decreto-Lei n.º 4/2007, de 8 de Janeiro - Terceira alteração ao Decreto-Lei n. 113/93, de 10 de Abril, que transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 89/106/CEE, que aproxima as legislações dos Estados-membros no que se refere aos produtos de construção, 8 de Janeiro de 2007.

[D.10] Decreto-Lei n.º 10/2007 de 18 de Janeiro - Transpõe para ordem jurídica interna as Directivas n.ºs 2005/59/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Novembro, 2005/84/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de Dezembro, e 2005/90/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 18 de Janeiro de 2006, que alteram a Directiva n.º 76/769/CEE, do Conselho, de 27 de Julho, no que respeita à limitação da colocação no mercado e da utilização de algumas substâncias e preparações perigosas, 18 de Janeiro de 2007

[D.11] Decreto-Lei n.º 113/93, de 10 de Abril - Transpõe para a ordem jurídica portuguesa a Directiva 89/106/CEE do Conselho, 10 de Abril de 1993

[D.12] Decreto-Lei n.º 139/95, de 14 de Junho - Transpõe para a ordem jurídica portuguesa a Directiva 93/68/CEE do Conselho, com o objectivo de eliminar os entraves técnicos ao comércio e harmonizar as legislações dos Estados membros, 14 de Junho de 1995

[D.13] Decreto-Lei n.º 142/2007, de 27 de Abril - Transpõe para a ordem jurídica portuguesa a atribuição da responsabilidade da gestão, coordenação e desenvolvimento do Sistema Português da Qualidade (SPQ) ao IPQ (Instituto Português da Qualidade), 27 de Abril de 2007

[D.14] Decreto-Lei n.º 234/93, de 2 de Julho - Estabelece para ordem jurídica portuguesa os objectivos e caracterização do Sistema Português da Qualidade, 2 de Julho de 1993

[D.15] Decreto-Lei n.º 374/98, de 24 de Novembro - Alteração do Decreto-Lei nº 139/95, 14 de Junho de 1998

[D.16] Directiva 76/769/CEE de 27 de Julho – Relativa à aproximação das disposições legislativas, regulamentares e administrativas dos Estados-membros respeitantes à limitação da colocação no mercado e da utilização de algumas substâncias e preparações perigosas, 27 de Julho de 1976

[D.17] Directiva 89/106/CEE, de 21 de Dezembro de 1988 - Relativa à aproximação das disposições legislativas regulamentares e administrativas dos Estados-membros no que respeita aos produtos de construção, 21 de Dezembro de 1988

[D.18] Directiva de 93/68/CEE, de 22 de Julho de 1993 - Altera as Directivas 87/494/CEE, 89/106/CEE (produtos de construção), 89/336/CEE (compatibilidade electromagnética), 89/392/CEE (máquinas), 89/686/CEE (equipamentos de protecção individual), 22 de Julho de 1993

[D.19] Portaria nº 566/93, de 2 de Junho, do Ministério da Indústria e Energia - Regulamenta as exigências essenciais das obras susceptíveis de condicionar as características técnicas de produtos nela utilizados, assim como as inscrições relativas a marca de conformidade e respectivos sistemas de comprovação, 2 de Junho de 1993

### **3. Normas**

[N.1] NP ISO 48:2004 - Borracha vulcanizada ou termoplástica. Determinação da dureza (dureza entre 10 GIDB e 100 GIDB). Lisboa, IPQ, 2004

[N.2] ISO 468:1982 - Surface roughness. Parameters, their values and general rules for specifying requirements. Geneva, ISO, 1982

[N.3] NP 498:2008 - Telhas cerâmicas. Ensaio da orelha de aramar. Lisboa, IPQ, 2008

[N.4] NP EN 538:1997 - Telhas cerâmicas para colocação descontínua. Determinação da resistência à flexão. Lisboa, IPQ, 1997

[N.5] NP EN 539-1:2007 - Telhas cerâmicas para colocação descontínua. Determinação das características físicas. Parte 1: Ensaio de impermeabilidade. Lisboa, IPQ, 2007

[N.6] NP EN 539-2:2007 - Telhas cerâmicas para colocação descontínua. Determinação das características físicas. Parte 2: Ensaio de resistência ao gelo. Lisboa, IPQ, 2007

[N.7] NP EN 771-1:2006 - Especificações para unidades de alvenaria. Parte 1: Tijolos Cerâmicos para Alvenaria (correspondente à EN 771-1:2003/A1:2005). Lisboa, IPQ, 2006

[N.8] NP EN 772-1:2002 Métodos de ensaio de blocos para alvenaria. Parte 1: Determinação da resistência à compressão. Lisboa, IPQ, 2002

[N.9] EN 772-3:2000 - Methods of test for masonry units – Part 3: Determination of net volume and percentage of voids of clay masonry units by hydrostatic weighing

[N.10] NP EN 772-3:2000 - Métodos de ensaio para elementos de alvenaria. Parte 3: Determinação do volume líquido e da percentagem de furação em elementos cerâmicos para alvenaria por pesagem hidrostática. Lisboa, IPQ, 2000

[N.11] NP EN 772-5:2007 - Métodos de ensaio para unidades de alvenaria. Parte 5: Determinação do teor de sais solúveis activos de tijolos cerâmicos para alvenaria. Lisboa, IPQ, 2007

[N.12] NP EN 772-7:2000 - Métodos de ensaio para elementos de alvenaria. Parte 7 Determinação da absorção de água em água fervente de elementos cerâmicos para alvenaria. Lisboa, IPQ, 2000

[N.13] EN 772-9:1998/A1:2005 - Methods of test for masonry units. Part 9: Determination of volume and percentage of voids and net volume of clay and calcium silicate masonry units by sand filling. Brussels, CEN, 1998 (A1:2005)

[N.14] EN 772-11:2000/A1:2004 - Methods of test for masonry units - Part 11: Determination of water absorption of aggregate concrete, manufactured stone and natural stone masonry units due to capillary action and the initial rate of water absorption of clay masonry units. Brussels, CEN, 2000 (A1:2004)

[N.15] NP EN 772-11:2002 - Métodos de ensaio de blocos para alvenaria. Parte 11: Determinação da absorção de água por capilaridade de blocos para alvenaria de betão de agregados, de betão "face à vista" e de pedra natural, e da taxa de absorção inicial de água de blocos cerâmicos. Lisboa, IPQ, 2002

[N.16] NP EN 772-13:2002 - Métodos de ensaio de blocos para alvenaria. Parte 13: Determinação da massa volúmica real seca e da massa volúmica aparente seca de blocos para alvenaria (excepto blocos de pedra natural). Lisboa, IPQ, 2002

[N.17] NP EN 772-16:2002 - Método de ensaio de blocos para alvenaria. Parte 16: Determinação de dimensões. Lisboa, IPQ, 2002

[N.18] EN 772-16:2000/A1:2004 - Methods of test for masonry units. Part 16: Determination of dimensions. Brussels, CEN, 2000 [A1:2004]

[N.19] EN 772-16:2000/A2:2005 - Methods of test for masonry units. Part 16: Determination of dimensions. Brussels, CEN, 2000 [A2:2005]

[N.20] EN 772-19:2000 - Methods of test for masonry units. Part 19: Determination of moisture expansion of large horizontally perforated clay masonry units. Brussels, CEN, 2000

[N.21] EN 772-20:2000/A1:2005 - Methods of test for masonry units - Part 20: Determination of flatness of faces of masonry units. Brussels, CEN, 2000 [A1:2005]

[N.22] NP EN 772-20:2002 - Métodos de ensaios de blocos para alvenaria. Parte 20: Determinação da planeza das faces dos blocos para alvenaria de betão agregados, de betão "face à vista" e de pedra natural. Lisboa, IPQ, 2002

[N.23] NP EN 998-2:2010 - Especificação para argamassas para alvenarias. Parte 2: Argamassas para alvenaria. Lisboa, IPQ, 2010

[N.24] EN 1015-1:1998 - Methods of test for mortar for masonry. Part 1: Determination of particle size distribution (by sieve analysis). Brussels, CEN, 1998 [A1:2006]

[N.25] EN 1015-2:1999 - Methods of test for mortar for masonry. Part 2: Bulk sampling of mortars and preparation of test mortars. Brussels, CEN, 1999

[N.26] EN 1015-11:1999 - Methods of test for masonry. Part 11: Determination of flexural and compressive strength of hardened mortar. Brussels, CEN, 1999 [A1:2006]

[N.27] NP EN 1024:1998 - Telhas cerâmicas para colocação descontínua. Determinação das características geométricas. Lisboa, IPQ, 1998

[N.28] NP EN 1052-3:2005 - Métodos de ensaio de alvenaria. Parte 3: Determinação da resistência inicial ao corte. Lisboa, IPQ, 2005

[N.29] - EN ISO 1182:2010 - Reaction to fire tests for products. Non-combustibility test (ISO 1182:2010). Brussels, CEN, 2010

[N.30] ENV 1187:2002 - Test methods for external fire exposure to roofs. Brussels, CEN, 2002

[N.31] NP EN 1304: 2007 - Telhas cerâmicas e acessórios. Definições e especificações dos produtos. Lisboa, IPQ, 2007

[N.32] - EN ISO 1716:2002 - Reaction to fire tests for building products. Determination of the heat of combustion (ISO 1716:2002). Brussels, CEN, 2002

[N.33] NP EN 1745:2005 - Alvenarias e elementos de alvenaria. Métodos para determinação de valores térmicos de cálculo. Lisboa, IPQ, 2005

[N.34] NP EN 1934:2000 - Comportamento térmico de edifícios. Determinação da resistência térmica através do método da câmara quente com fluxímetro. Alvenarias. Lisboa, IPQ, 2000

[N.35] NP ENV 1996-1-1:2000 Eurocódigo 6: Projecto de estruturas de alvenaria. Parte 1-1: Regras gerais para edifícios. Regras para alvenaria armada e não armada. Lisboa, IPQ, 2000

[N.36] EN 1996-1-1:2005 - Eurocode 6: Design of masonry structures - Part 1-1: General rules for reinforced and unreinforced masonry structures. Brussels, CEN, 2005

[N.37] NP ENV 1996-1-2:2000 Eurocódigo 6: Projecto de estruturas de alvenaria. Parte 1-2: Regras gerais. Verificação da resistência ao fogo. Lisboa, IPQ, 2000

[N.38] EN 1996-1-2:2005 - Design of masonry structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design. Brussels, CEN, 2005

[N.39] EN ISO 6507-1:2005 - Metallic materials. Vickers hardness test. Part 1: Test method. Brussels, CEN, 2005

[N.40] EN ISO 6946:2007 - Building components and building elements. Thermal resistance and thermal transmittance. Calculation method. Brussels, CEN, 2007

[N.41] ISO 8302:1991 - Thermal insulation - Determination of steady-state thermal resistance and related properties - Guarded hot plate apparatus. Geneva, ISO, 1991

[N.42] EN ISO 8990:1996 - Thermal insulation. Determination of steady-state thermal transmission properties - Calibrated and guarded hot box. Brussels, CEN, 1996

[N.43] EN ISO 9239-1:2010 - Reaction to fire tests for floorings. Part 1: Determination of the burning behaviour using a radiant heat source. Brussels, CEN, 2010

[N.43] EN ISO 10456:2007 - Materiais e produtos de construção. Propriedades higo-térmicas. Valores de projecto tabelados e procedimentos para a determinação de valores declarados e valores de projecto térmico (ISO/DIS 10456:2005). Brussels, CEN, 2007

[N.44] EN ISO 11925-2:2002 - Reaction to fire tests. Ignitability of building products subjected to direct impingement of flame. Part 2:Single-flame source test (ISO 11925-2:2002). Brussels, CEN, 2002

[N.45] ISO 12491:1997 - Statistical methods for quality control of building materials and components. Geneva, ISO, 1997

[N.46] EN 12664:2001 - Thermal performance of building materials and products. Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods. Dry and moist products of medium and low thermal resistance. Brussels, CEN, 2001

[N.47] NP EN 13501-1:2004 - Classificação do desempenho face ao fogo de produtos e de elementos de construção. Parte 1: Classificação utilizando resultados de ensaios de reacção ao fogo. Lisboa, IPQ, 2004

[N.48] EN 13501-1:2007 - Fire classification of construction products and building elements. Part 1: Classification using data from reaction to fire tests. Brussels, CEN, 2007 [A1:2009]

[N.49] EN 13501-5:2005 + A1:2009 - Fire classification of construction products and building elements. Part 5: Classification using data from external fire exposure to roofs tests. Brussels, CEN, 2005 [A1:2009]

[N.50] EN 13823:2002 - Reaction to fire tests for building products. Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item. Brussels, CEN, 2002

[N.51] NP EN ISO 13943:2008 - Segurança contra incêndio. Vocabulário (ISO 13943:1999). Lisboa, IPQ, 2008

[N.52] NP EN 45020:2009 - Normalização e actividades correlacionadas. Vocabulário geral (ISO/IEC Guia 2:2004). Lisboa, IPQ, 2009

[N.53] NF P 12-021-2:2004 - Spécifications pour Éléments de Maçonnerie. Partie 1: Briques de Terre Cuite. Complement National à la NF EN 771-1. Paris, Association Française de Normalisation (AFNOR), 2004

#### **4. “Project of EN” e “Final Projects of EN’s”**

[Pr.1] FprEN 771-1 - Specification for masonry. Part 1: Clay masonry units. Brussels, CEN, 2010

[Pr.2] FprEN 772-1 - Methods of test for masonry units. Part 1: Determination of compressive strength. Brussels, CEN, 2010

[Pr.3] FprEN 772-11 - Methods of test for masonry units. Part 11: Determination of water absorption of aggregate concrete, autoclaved aerated concrete, manufactured stone and natural stone masonry units due to capillary action and the initial rate of water absorption of clay masonry units. Brussels, CEN, 2010

[Pr.4] FprEN 772-16 - Methods of test for masonry units. Part 16: Determination of dimensions. Brussels, CEN, 2010

[Pr.5] FprEN 772-21 - Methods of test for masonry units. Part 21: Determination of water absorption of clay and calcium silicate masonry units by cold water absorption. Brussels, CEN, 2010

[Pr.6] prEN 1745:2010 - Masonry and masonry products - Methods for determining thermal properties. Brussels, CEN, 2010

## **5. Especificações técnicas**

[TS.1] CEN/TS 772-22:2006 - Methods of test for masonry units - Part 22: Determination of freeze/thaw resistance of clay masonry units. Brussels, CEN, 2006.

## **6. Endereços Electrónicos**

[I.1] Comissão Europeia - Portal das empresas e das indústrias - <http://ec.europa.eu/enterprise/>

[I.2] Comité Européen de Normalisation Electrotechnique - <http://www.cenelec.eu>

[I.3] CTCV - Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro - [www.ctcv.com](http://www.ctcv.com)

[I.4] EOTA - European Organisation of Technical Approvals - <http://www.eota.be/>

[I.5] Eur-Lex. Acesso ao direito da união europeia - <http://eur-lex.europa.eu/>

[I.6] EUROPA - Portal Oficial da União Europeia - <http://europa.eu>

[I.7] European Committee for Standardization - <http://www.cen.eu>

[1.8] European Committee for Standardization - Technical Committees and Workshops (Dados referentes a Setembro de 2010) -

<http://www.cen.eu/CEN/SECTORS/TECHNICALCOMMITTEESWORKSHOPS/Pages/default.aspx>

[1.9] Instituto Português da Qualidade (IPQ) - <http://www.ipq.pt>

[1.10] International Organization for Standardization - <http://www.iso.org>

[1.11] Laboratório Nacional de Eng.<sup>a</sup> Civil (LNEC), Sector de QPE - Qualidade de Produtos e Empreendimentos - <http://www.lnec.pt>

[1.12] Nando (New Approach Notified and Designated Organisations) Information System - <http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/>



# **ANEXOS**



## Anexo A - TIJOLOS CERÂMICOS PARA ALVENARIA (EXEMPLOS)

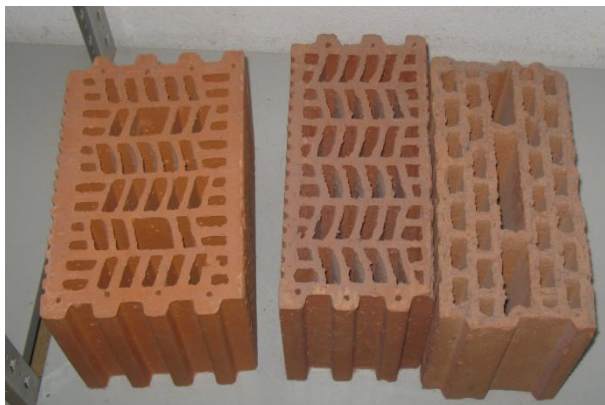


Figura A.1 - Tijolos de furação vertical com sistema de encaixe macho-fêmea e disposição desencontrada dos septos

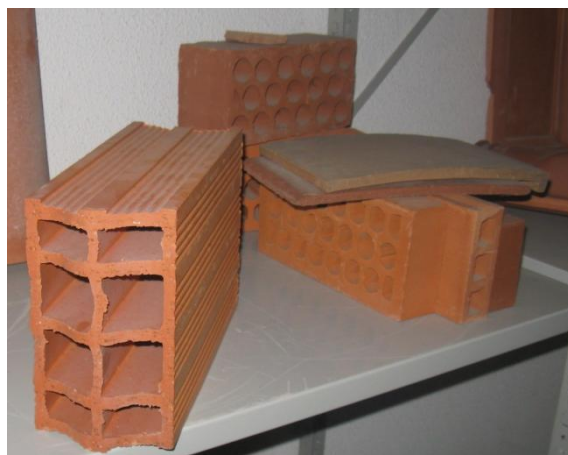


Figura A.2 - Tijolo de furação horizontal com sistema de encaixe macho-fêmea e tijolos perfurados - leitura da esquerda para a direita

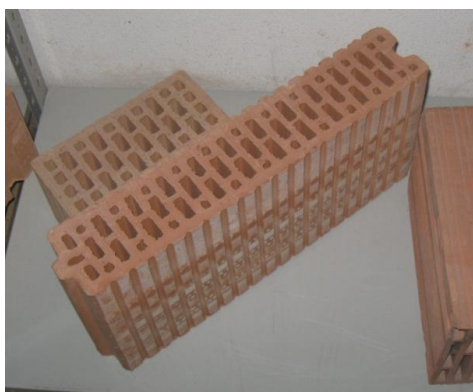


Figura A.3 - Tijolos de furação vertical (simples e com sistema de encaixe macho-fêmea)



Figura A.4 - Tijolo de furação vertical com sistema de encaixe macho-fêmea, bolsa de argamassa e orifícios de manuseamento



Figura A.5 - Tijolos de furação vertical (com bolsa para argamassa; para enchimento com betão ou argamassa; com encaixe macho-fêmea e orifícios de manuseamento) – leitura da esquerda para direita




Figura A.6 - Tijolos de furação horizontal (com bolsa para argamassa; formato regular) - leitura de baixo para cima



## Anexo B - TIJOLOS CERÂMICOS PARA ALVENARIA (DECLARAÇÃO DE COMPROVAÇÃO DA CONFORMIDADE)

### B.1 DECLARAÇÃO PARA O SISTEMA 2+



**A Cerâmica de Barro Cozido, Lda.**

declara que os tijolos cerâmicos “de baixa densidade (LD) / de alta densidade (HD)”, de designação comercial “referir designação comercial dos tijolos abrangidos pela Marcação CE” fabricados na sua unidade industrial localizada em “inserir morada”, cumprem os requisitos do anexo ZA da norma EN 771-1 para o Sistema 2+ de comprovação da conformidade, encontrando-se o seu sistema de controlo de produção certificado pelo “inserir nome do Organismo Notificado”, organismo de inspeção notificado com o número “inserir número do organismo notificado”, com o certificado nº “???-CPD-???”.

1 de Abril de 2006


a Gerência

---

(Gerente da empresa)

Figura B.1 - Exemplo de declaração para o sistema 2+ de comprovação da conformidade [B.9]

B.2 DECLARAÇÃO PARA O SISTEMA 4



A Cerâmica de Barro Cozido, Lda.

declara que os tijolos cerâmicos “de baixa densidade (LD) / de alta densidade (HD)”, de designação comercial “referir designação comercial dos tijolos abrangidos pela Marcação CE” fabricados na sua unidade industrial localizada em “inserir morada”, cumprem os requisitos do anexo ZA da norma EN 771-1 para o Sistema 4 de comprovação da conformidade.

1 de Abril de 2006

a Gerência

---

(Gerente da empresa)

Figura B.2 - Exemplo de declaração para o sistema 4 de comprovação da conformidade [B.9]

## Anexo C - TIJOLOS CERÂMICOS PARA ALVENARIA (FICHA TÉCNICA)



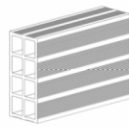
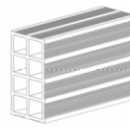
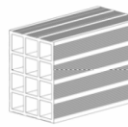
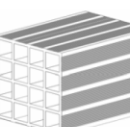
| <br>PRECERAM – INDÚSTRIAS DE CONSTRUÇÃO, SA<br>TRAVASSO 3101-901 POMBAL<br>06<br>EN 771-1:2003 e EN 771-1:2003/A1:2005 (NP EN 771-1:2006)<br>Tijolos cerâmicos de enchimento de furação horizontal com estrias de reboco, categoria II, tipo LD, para paredes de alvenaria protegida não resistentes, sujeitas a exposição passiva, com requisitos acústicos e de resistência ao fogo |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|
| Designação:  | 30x20X7   | 30x20X9   | 30x20X11  | 30x20X15  | 30x20X22  |
| <b>Dimensões:</b>  |   |   |   |   |   |
| Comprimento (mm)   | 290   | 290   | 290   | 290   | 290   |
| Largura (mm)   | 70  | 88  | 106   | 146   | 220   |
| Altura (mm)  | 189   | 189   | 189   | 189   | 189   |
| <b>Tolerâncias dimensionais:</b>   |   |   |   |   |   |
| Categoria de tolerância  | T1 ( $\pm 0.4\sqrt{d}$ )  | T1 ( $\pm 0.4\sqrt{d}$ )  | T1 ( $\pm 0.4\sqrt{d}$ )  | T1 ( $\pm 0.4\sqrt{d}$ )  | T1 ( $\pm 0.4\sqrt{d}$ )  |
| <b>Configuração:</b>   |   |   |   |   |   |
|  |  |  |  |  |  |
| Classificação segundo EN 1996-1-1  | Grupo 3 (uso não estrutural)  | Grupo 3 (uso não estrutural)  | Grupo 3 (uso não estrutural)  | Grupo 3 (uso não estrutural)  | Grupo 3 (uso não estrutural)  |
| <b>Resistência à Compressão:</b>   |   |   |   |   |   |
| Média  | $\geq 1.9 \text{ N/mm}^2$   | $\geq 1.7 \text{ N/mm}^2$   | $\geq 1.5 \text{ N/mm}^2$   | $\geq 1.5 \text{ N/mm}^2$   | $\geq 1.5 \text{ N/mm}^2$   |
| Categoria  | II  | II  | II  | II  | II  |
| Orient. esforço compressão   | $\perp$ ao leito  | $\perp$ ao leito  | $\perp$ ao leito  | $\perp$ ao leito  | $\perp$ ao leito  |
| Regularização da superfície  | Rectificação  | Rectificação  | Rectificação  | Rectificação  | Rectificação  |
| Reentrâncias destinadas a preenchimento c/ argamassa   | Sim   | Sim   | Sim   | Sim   | Sim   |
| <b>Teor em sais activos solúveis:</b>  |   |   |   |   |   |
| Categoria de tolerância  | NPD<br>S0   | NPD<br>S0   | NPD<br>S0   | NPD<br>S0   | NPD<br>S0   |
| <b>Reacção ao fogo:</b>  | Euroclasse A1   | Euroclasse A1   | Euroclasse A1   | Euroclasse A1   | Euroclasse A1   |
| <b>Absorção de água:</b>   | "Não destinado a ser exposto"   | "Não destinado a ser exposto"   | "Não destinado a ser exposto"   | "Não destinado a ser exposto"   | "Não destinado a ser exposto"   |
| <b>Isolamento som aéreo directo:</b>   |   |   |   |   |   |
| Massa volúmica bruta   | 818 kg/m <sup>3</sup>   | 746 kg/m <sup>3</sup>   | 630 kg/m <sup>3</sup>   | 620 kg/m <sup>3</sup>   | 633 kg/m <sup>3</sup>   |
| Categoria de tolerância  | D1  | D1  | D1  | D1  | D1  |
| Configuração   | Conforme desenho acima  | Conforme desenho acima  | Conforme desenho acima  | Conforme desenho acima  | Conforme desenho acima  |
| <b>Resistência térmica:</b>  | 0.25 m <sup>2</sup> K/W   | 0.27 m <sup>2</sup> K/W   | 0.29 m <sup>2</sup> K/W   | 0.42 m <sup>2</sup> K/W   | 0.58 m <sup>2</sup> K/W   |
| <b>Durabilidade contra o gelo/degelo:</b>  |   |   |   |   |   |
| Categoria de tolerância  | "Não destinado a ser exposto"<br>F0   | "Não destinado a ser exposto"<br>F0   | "Não destinado a ser exposto"<br>F0   | "Não destinado a ser exposto"<br>F0   | "Não destinado a ser exposto"<br>F0   |

Figura C.1 - Ficha técnica de tijolos de furação vertical LD (exemplo)



## Anexo D - TELHAS CERÂMICAS (CONFIGURAÇÃO)

### D.1 TELHA LUSA (DE ABA E CANUDO)

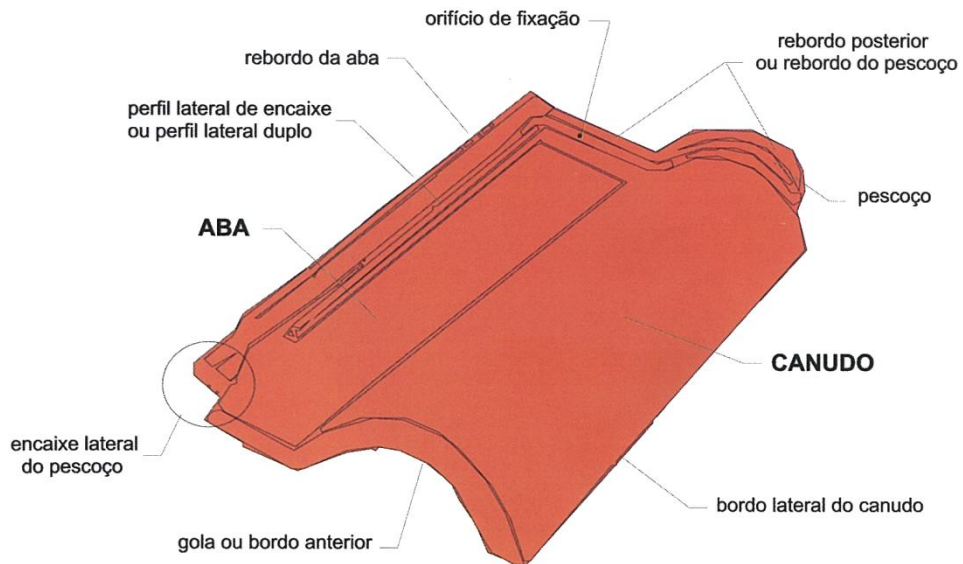


Figura D.1 - Telha Lusa (vista de topo)

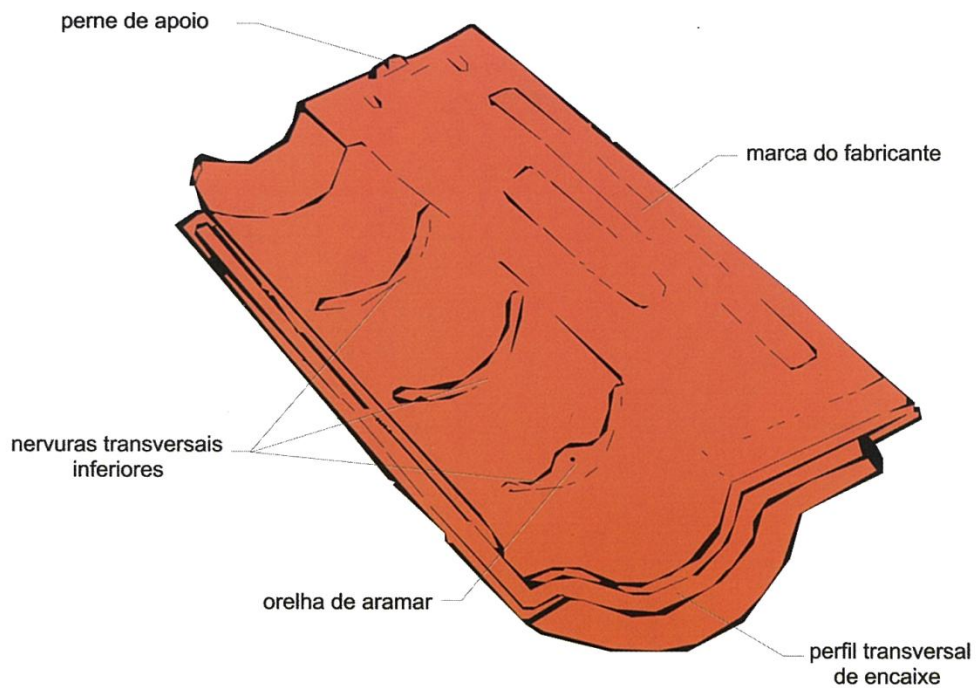


Figura D.2 - Telha lusa (vista de baixo)

Quadro D.1 - Telha Lusa - características geométricas médias [B.1]

| Características geométricas médias |              |
|------------------------------------|--------------|
| Peso                               | 2,9 a 4,5 kg |
| Comprimento                        | 40 a 48 cm   |
| Largura                            | 23 a 30 cm   |
| Altura                             | 5 a 9 cm     |
| Recobrimento longitudinal          | 4 a 8 cm     |
| Recobrimento transversal           | 4 a 8 cm     |
| Espaçamento do ripado              | 33 a 45 cm   |
| Unidades por m <sup>2</sup>        | 10 a 15      |

## D.2 TELHA MARSELHA (PLANA COM ENCAIXE)

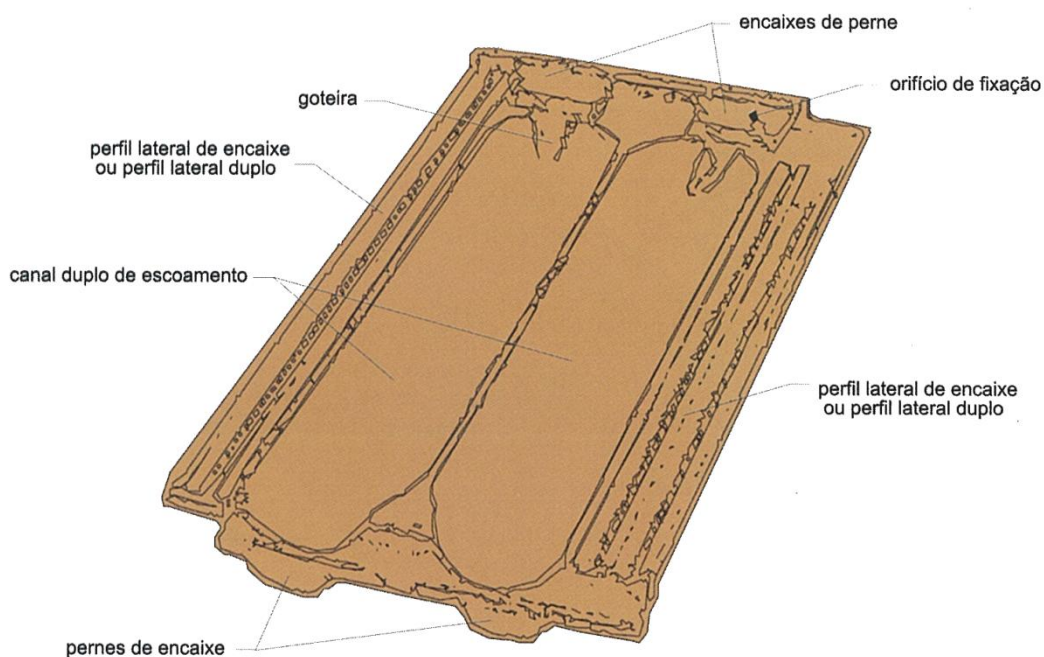


Figura D.3 - Telha Marselha (vista de topo)

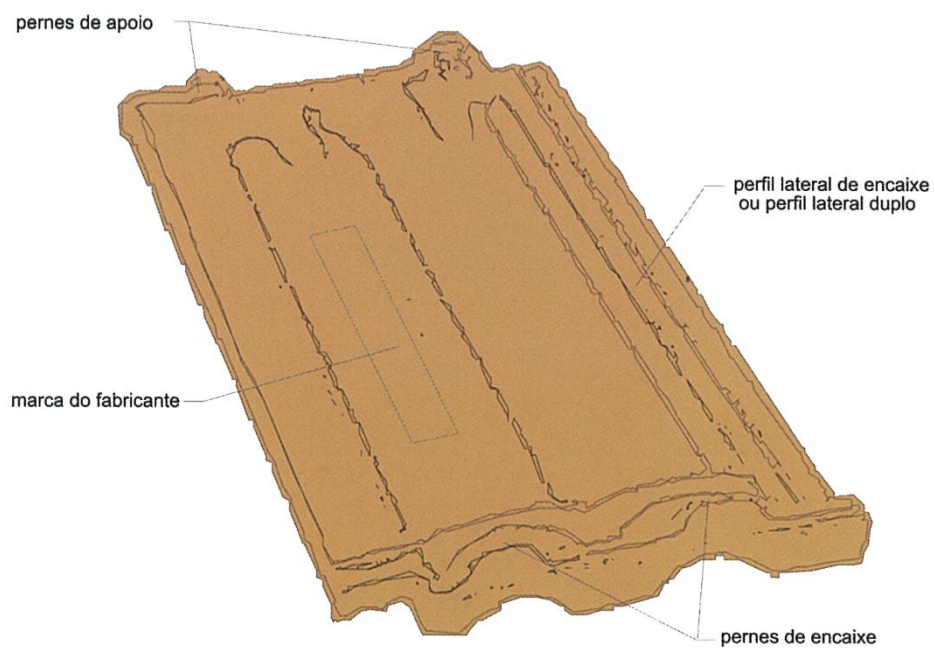


Figura D.4 - Telha Marselha (vista de baixo)

Quadro D.2 - Telha Marselha - características geométricas médias [B.1]

| Características geométricas médias |              |
|------------------------------------|--------------|
| Peso                               | 3,0 a 3,5 kg |
| Comprimento                        | 40 a 44 cm   |
| Largura                            | 26 cm        |
| Altura                             | 3 cm         |
| Recobrimento longitudinal          | 4 a 6 cm     |
| Recobrimento transversal           | 3 a 4 cm     |
| Espaçamento do ripado              | 37 a 39 cm   |
| Unidades por m <sup>2</sup>        | 11 a 12      |

D.3 TELHA CANUDO

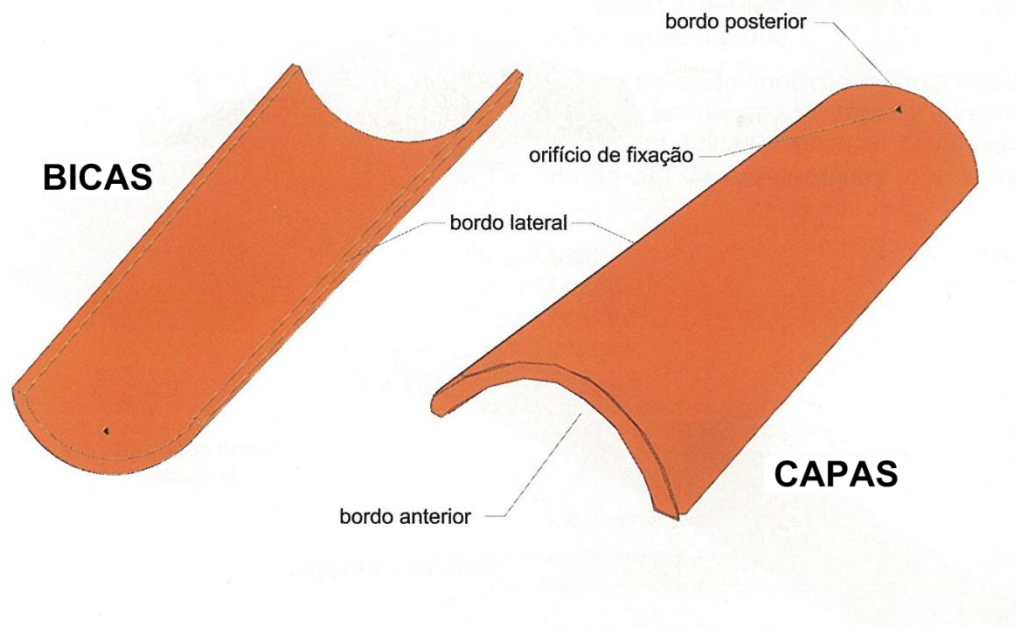


Figura D.5 - Telhas Canudo

Quadro D.3 - Telha Canudo - características geométricas médias [B.1]

| Características geométricas médias |              |
|------------------------------------|--------------|
| Peso                               | 1,8 a 2,0 kg |
| Comprimento                        | 40 a 45 cm   |
| Largura                            | 12 a 16 cm   |
| Altura                             | 5 a 7 cm     |
| Recobrimento longitudinal          | 9 a 15 cm    |
| Recobrimento transversal           | 5 a 9 cm     |
| Espaçamento do ripado              | 25 a 36 cm   |
| Unidades por m <sup>2</sup>        | 27 a 35      |

## D.4 TELHA PLANA

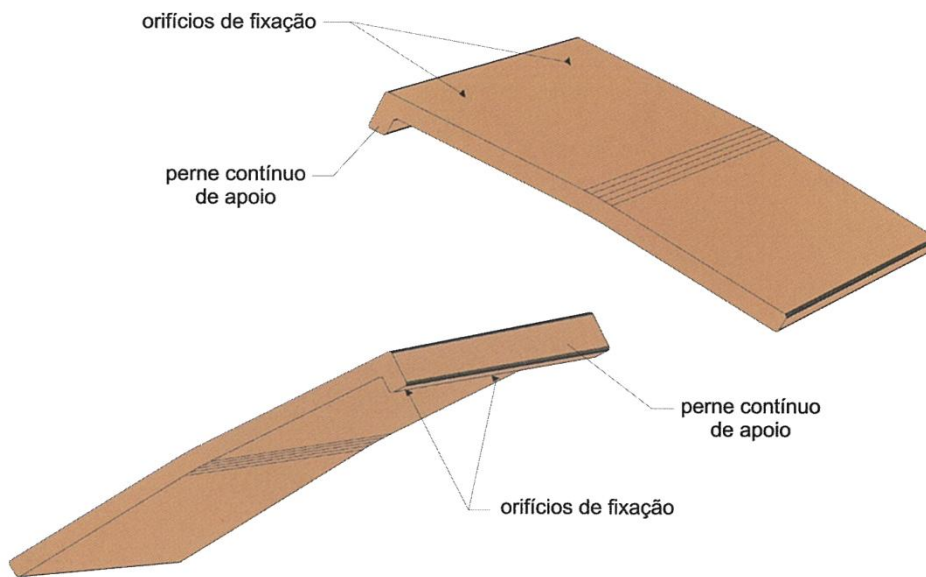


Figura D.6 - Telha Plana


Quadro D.4 - Telha Plana - características geométricas médias [B.1]

| Características geométricas médias |            |
|------------------------------------|------------|
| Peso                               | 1,2 kg     |
| Comprimento                        | 25 a 27 cm |
| Largura                            | 15 a 17 cm |
| Altura                             | 2 cm       |
| Recobrimento longitudinal          | 7 a 9 cm   |
| Recobrimento transversal           | -          |
| Espaçamento do ripado              | 15 a 18 cm |
| Unidades por m <sup>2</sup>        | 30 a 35    |



## Anexo E - TELHAS CERÂMICAS E ACESSÓRIOS (DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE)

### E.1 DECLARAÇÃO PARA O SISTEMA 3



**A Cerâmica de Barro Cozido, Lda.**

declara que as suas “telhas cerâmicas para cobertura de telhados, revestimento exterior de fachadas ou revestimento de paredes interiores, acessórios cerâmicos coordenados e não coordenados para cobertura de telhados”, de designação comercial “referir designação comercial dos tijolos abrangidos pela Marcação CE” fabricados na sua unidade industrial localizada em “inserir morada”, cumprem os requisitos do anexo ZA da norma EN 1304 para o Sistema 3 de comprovação da conformidade, tendo os ensaios iniciais de tipo sido realizados no organismo notificado nº “inserir nº do organismo – designação do organismo”.

1 de Abril de 2007

a Gerência

---

(Gerente da empresa)

Figura E.1 - Exemplo de declaração para o sistema 3 de comprovação da conformidade [B.9]



## Anexo F - TELHAS CERÂMICAS E ACESSÓRIOS (FICHAS TÉCNICAS)

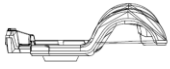
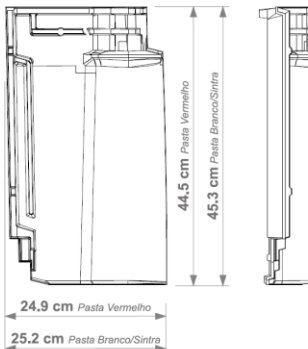

| VALORES EXIGIDOS PELA NORMA NP EN 1304 : 2007 |                                  |                                  |             |             | ESQUEMA DO MODELO  |  |
|---|----------------------------------|----------------------------------|-------------|-------------|--|--|
| INFORMAÇÃO TÉCNICA                            | Pasta Vermelha                   | Pastas Branco /Sintra            | Valor Norma | Norma       |  |  |
| Planaridade (regularidade na forma)           | Conforme                         | Conforme                         | 1,5%        | NP EN 1024  |   |  |
| Rectilinearidade                              | Conforme                         | Conforme                         | 1,5%        | NP EN 1024  |  |  |
| Resistência ao gelo (Metodo C)                | Conforme                         | Conforme                         | 50 Ciclos   | NP EN 539-2 |  |  |
| Resistência à flexão                          | Conforme                         | Conforme                         | > 1200 N    | NP EN 538   |  |  |
| Permeabilidade                                | 100% Estanque<br>0,0 cm3 nivel 1 | 100% Estanque<br>0,0 cm3 nivel 1 | Nivel 1<0,8 | NP EN 539-1 |  |  |
| Rastreabilidade                               | Conforme                         | Conforme                         | -           | NP EN 1304  |  |  |
| Reacção ao fogo (Classe A)                    | Resistente                       | Resistente                       | -           | -           |  |  |
| Peso  | 3,500 Kg                         | 3,300 Kg                         | -           | -           |  |  |
| Rendimento / m <sup>2</sup>                   | 12,0 un                          | 12,0 un                          | -           | -           |  |  |
| Espaçamento do ripado                         | 38,0 cm                          | 38,5 cm                          | ± 2%        | NP EN 1024  |   |  |
| Absorção da água                              | 3% / ± 1%                        | 6% / ± 1% CT                     | -           | -           |  |  |
| Garantia                                      | 35 anos                          | 35 anos                          | -           | -           |  |  |

Figura F.1 - Ficha técnica – Telha Lusa (exemplo)


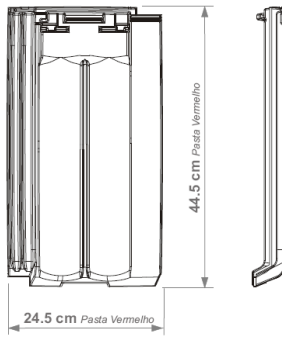

| VALORES EXIGIDOS PELA NORMA NP EN 1304 : 2007 |                                  |             |             | ESQUEMA DO MODELO   |  |
|---|----------------------------------|-------------|-------------|---|--|
| INFORMAÇÃO TÉCNICA                            | Pasta Vermelha                   | Valor Norma | Norma       |   |  |
| Planaridade (regularidade na forma)           | Conforme                         | 1,5%        | NP EN 1024  |  |  |
| Rectilinearidade                              | Conforme                         | 1,5%        | NP EN 1024  |   |  |
| Resistência ao gelo (Metodo C)                | Conforme                         | 50 Ciclos   | NP EN 539-2 |   |  |
| Resistência à flexão                          | Conforme                         | > 1200 N    | NP EN 538   |   |  |
| Permeabilidade                                | 100% Estanque<br>0,0 cm3 nivel 1 | Nivel 1<0,8 | NP EN 539-1 |   |  |
| Rastreabilidade                               | Conforme                         | -           | NP EN 1304  |   |  |
| Reacção ao fogo (Classe A)                    | Resistente                       | -           | -           |   |  |
| Peso  | 3,050 Kg                         | -           | -           |   |  |
| Rendimento / m <sup>2</sup>                   | 13,0 un                          | -           | -           |   |  |
| Espaçamento do ripado                         | 38,0 cm                          | ± 2%        | NP EN 1024  |  |  |
| Absorção da água                              | 3% / ± 1%                        | -           | -           |   |  |
| Garantia                                      | 35 anos                          | -           | -           |  |  |

Figura F.2 - Ficha técnica - Telha Marselha (exemplo)



## Anexo G - FOTOS DE LABORATÓRIO



Figura G.1 - Medição da massa submersa (Laboratório do CTCV)



Figura G.2 - Aparelho para a determinação da resistência à compressão de tijolos cerâmicos [B.12]



Figura G.3 - Medição da planaridade. Calibração com um plano rectificadado (Laboratório da Umbelino Monteiro S.A.)



Figura G.4 - Medição da planaridade da telha (Laboratório da Umbelino Monteiro S.A.)



Figura G.5 - Medição da rectilinearidade num bordo longitudinal da telha (Laboratório da Umbelino Monteiro S.A.)



Figura G.6 - Medição da rectilinearidade no bordo longitudinal oposto da telha (Laboratório da Umbelino Monteiro S.A.)



Figura G.7 - Moldura usada para o ensaio de impermeabilidade numa Telha Marselha - método de ensaio 2 (Laboratório da Umbelino Monteiro S.A.)



Figura G.8 - Moldura usada para o ensaio de impermeabilidade numa Telha Canudo - método de ensaio 2 (Laboratório da Umbelino Monteiro S.A.)



Figura G.9 - Aparelho de ensaio para a resistência à flexão em telhas cerâmicas (Laboratório da Umbelino Monteiro S.A.)



Figura G.10 - Exemplo de um calço perfilado em madeira dura e uma tira de borracha com dureza DIDC 50 + 5, para o ensaio da resistência à flexão em telhas de encaixe, de deslizamento e de recobrimento (Laboratório do CTCV)



Figura G.11 - Máquina programável para o ensaio da resistência ao gelo (Laboratório do CTCV)



Figura G.12 - Telha ensaiada com má resistência ao gelo (Laboratório do CTCV)