

# Norma Portuguesa

prNP 4220  
2025

---

## Pozolanas para betão, argamassa e caldas Definições, requisitos e avaliação da conformidade

Pouzzolanes pour béton, mortiers et coulis  
Définitions, exigences et évaluation de la conformité

Pozzolans for concrete, mortars and grout  
Definitions, requirements and assessment of conformity

ICS  
91.100.10

CORRESPONDÊNCIA

CÓDIGO DE PREÇO  
X005

### INQUÉRITO PÚBLICO

Este projeto de documento normativo está sujeito a inquérito público durante o prazo de 30 dias conforme indicado na publicação do Instituto Português da Qualidade "Publicação Oficial do IPQ". Eventuais críticas ou sugestões devem ser enviadas ao Instituto Português da Qualidade, Departamento de Normalização

APROVAÇÃO  
2025-08-28

ELABORAÇÃO  
CT 104 (ATIC)

EDIÇÃO  
2025-09-15

© IPQ reprodução proibida

---

Instituto Português da  Qualidade

Rua António Gião, 2  
2829-513 CAPARICA PORTUGAL

Tel. + 351-212 948 100  
E-mail: [ipq@ipq.pt](mailto:ipq@ipq.pt) Internet: [www.ipq.pt](http://www.ipq.pt)

## Preâmbulo

O presente documento foi elaborado pela Comissão Técnica de Normalização CT 104 «Betões», cuja coordenação é assegurada pelo Organismo de Normalização Setorial, Associação Técnica da Indústria do Cimento (ONS/ATIC).

No presente documento podem ser encontradas as seguintes formas verbais:

- “deve” ou “devem”, para indicar um requisito;
- "deverá" ou "deverão", para indicar uma recomendação;
- "poderá" ou "poderão", para indicar uma permissão;
- “pode” ou “podem”, para indicar uma possibilidade ou capacidade;
- “tem” ou “têm”, para indicar um constrangimento externo, que pode ser proveniente de uma exigência legal ou lei da natureza.



### **Aviso: Documento com direitos de propriedade**

#### **© IPQ reprodução proibida**

As normas e os documentos normativos são documentos abrangidos por direitos de Propriedade Intelectual a qual inclui a Propriedade Industrial, Direitos de Autor e Direitos Conexos. É proibida e punida, nos termos da legislação aplicável, a sua reprodução, utilização, distribuição ou divulgação pública, de qualquer parte deste documento, em qualquer formato, eletrónico ou mecânico, incluindo fotocópia ou colocação na internet ou numa intranet, sem autorização prévia escrita. A autorização deve ser requerida ao Instituto Português da Qualidade enquanto Organismo Nacional de Normalização.

<b>Sumário</b>	<b>Página</b>
<b>Preâmbulo</b> .....	<b>2</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Objetivo e campo de aplicação</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Referências normativas</b> .....	<b>5</b>
<b>3 Termos e definições</b> .....	<b>6</b>
<b>4 Classes de pozolanicidade</b> .....	<b>7</b>
<b>5 Requisitos</b> .....	<b>8</b>
5.1 Generalidades.....	8
5.2 Requisitos químicos.....	8
5.3 Requisitos físicos .....	9
<b>6 Designação normalizada</b> .....	<b>10</b>
<b>7 Critérios de conformidade</b> .....	<b>10</b>
7.1 Generalidades.....	10
7.2 Colheita de amostras e frequência de ensaios.....	10
7.3 Critérios estatísticos de conformidade.....	12
7.4 Critérios de conformidade para resultados individuais.....	12
<b>8 Avaliação da conformidade</b> .....	<b>13</b>
8.1 Generalidades.....	13
8.2 Controlo interno da qualidade .....	15
8.3 Ensaio de autocontrolo de amostras .....	16
8.4 Declaração de conformidade .....	17
<b>9 Embalagem e etiquetagem</b> .....	<b>17</b>
9.1 Embalagem.....	17
9.2 Etiquetagem.....	17
<b>Anexo A (normativo) Declaração de conformidade</b> .....	<b>18</b>
<b>Bibliografia</b> .....	<b>19</b>

## **Introdução**

As pozolanas foram muito utilizadas até princípios do século XIX na preparação de argamassas hidráulicas, mas, com a descoberta do cimento Portland artificial, a sua utilização reduziu-se substancialmente até que o melhor conhecimento deste material veio demonstrar a utilidade da sua associação com o cimento Portland para o fabrico do betão, por influenciar as suas propriedades, nomeadamente o calor de hidratação e a resistência a agentes agressivos.

Além dos materiais pozolânicos constituintes do cimento referidos na NP EN 197-1, têm sido identificados outros materiais pozolânicos como as cinzas de fundo de centrais térmicas a carvão e as cinzas de casca de arroz.

Os materiais pozolânicos têm sido utilizados como constituintes do cimento e, principalmente desde a década de 90 do século passado, como constituintes do betão juntando-os ao cimento na betoneira, como adições tipo II. Tal conduziu a que, de entre todos aqueles produtos, 1 as cinzas volantes e a sílica de fumo estejam já cobertas pelas normas europeias harmonizadas EN 450-1 e EN 13263, respetivamente.

Deve salientar-se que as pozolanas, quando utilizadas no fabrico de betão, argamassas e caldas, influenciam ainda outras propriedades destes materiais além das acima indicadas, como a trabalhabilidade, a quantidade de água de amassadura, o tempo de presa e a resistência nas primeiras idades, consideradas nas normas de cada um daqueles produtos da construção, bem como o tempo de cura, considerado nas respetivas normas de execução.

A presente norma resulta da revisão da NP 4220:2015, tendo-se destacado a classificação das pozolanas e procedido à revisão dos requisitos, bem como ao alinhamento do controlo de produção em fábrica pelo produtor com o articulado da NP EN 197-2.

## 1 Objetivo e campo de aplicação

A presente norma estabelece a aptidão geral das pozolanas como adição tipo II no fabrico do betão estrutural, de argamassas e de caldas, especificando:

- os requisitos físicos e químicos que as pozolanas devem satisfazer e os critérios de conformidade com estes requisitos;
- os procedimentos para a avaliação, pelo produtor, da conformidade com a presente norma.

Não fazem parte da presente norma:

- os procedimentos para atestação da conformidade das pozolanas com a presente norma por entidade independente, podendo ser seguidas as regras do sistema de atestação da conformidade 1+, indicadas na NP EN 450-2 para o organismo de certificação, com as adaptações adequadas;
- os critérios de aceitação das pozolanas pelo utilizador;
- as regras sobre a utilização das pozolanas no fabrico do betão, argamassas ou caldas, nomeadamente se, como é frequente, se pretende explorar o carácter pozolânico das misturas – ligantes obtidos pela junção na betoneira de cimentos e adições<sup>1)</sup>. Aquelas regras estão, nomeadamente, no caso do fabrico do betão, na NP EN 206 e nas Especificações LNEC E 464 e LNEC E 488, e, no que respeita à sua colocação e cura, na NP EN 13670.

## 2 Referências normativas

NP EN 196-1	<i>Métodos de ensaio de cimentos – Parte 1: Determinação das resistências mecânicas</i>
NP EN 196-2	<i>Métodos de ensaio de cimentos – Parte 2: Análise química dos cimentos</i>
NP EN 196-3	<i>Métodos de ensaio de cimentos – Parte 3: Determinação do tempo de presa e da expansibilidade</i>
NP EN 196-5	<i>Métodos de ensaio de cimentos – Parte 5: Ensaio de pozolanicidade dos cimentos pozolânicos</i>
NP EN 196-6	<i>Métodos de ensaio de cimentos – Parte 6: Determinação da finura</i>
NP EN 196-7	<i>Métodos de ensaio de cimentos – Parte 7: Métodos de colheita e de preparação de amostras de cimento</i>
NP EN 197-1:2012	<i>Cimento – Parte 1: Composição, especificações e critérios de conformidade para cimentos correntes</i>
NP EN 451-1	<i>Métodos de ensaio das cinzas volantes – Parte 1: Determinação do teor de óxido de cálcio livre</i>
NP EN 451-2	<i>Métodos de ensaio das cinzas volantes – Parte 2: Determinação da finura por peneiração húmida</i>
NP EN 1097-5	<i>Ensaio das propriedades mecânicas e físicas dos agregados – Parte 5: Determinação do teor de água por secagem em estufa ventilada</i>

<sup>1)</sup> O conceito de mistura está definido na Especificação LNEC E 464, citada no Anexo Nacional da NP EN 206.

ISO 101694	<i>Soil quality – Determination of organic and total carbon after dry combustion (elementary analysis)</i>
ISO 29581-2	<i>Cement – Test methods – Part 2: Chemical analysis by X-ray fluorescence</i>

### **3 Termos e definições**

Para os fins da presente norma aplicam-se os seguintes termos e definições:

#### **3.1 adições**

Materiais inorgânicos, finamente divididos, utilizados no betão, argamassas ou caldas com a finalidade de lhes melhorar certas propriedades ou adquirir propriedades especiais. Existem dois tipos de adições:

tipo I – adições quase inertes (p. ex. fíler calcário);

tipo II – adições que, em presença da água e à temperatura ambiente, podem formar, com o hidróxido de cálcio ou por si só, compostos semelhantes aos originados na hidratação dos constituintes do clínquer Portland. São adições deste tipo, as escórias granuladas de alto-forno moídas, as cinzas volantes, a sílica de fumo e as pozolanas conformes com a presente norma.

#### **3.2 pozolanas**

Materiais inorgânicos, finamente divididos, que, apesar de não terem por si só propriedades aglomerantes hidráulicas, são capazes de se combinar com o hidróxido de cálcio à temperatura ambiente e em presença de água, e formar compostos semelhantes aos originados na hidratação dos constituintes do cimento Portland. Consistem essencialmente em óxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ), óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), óxido de ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) e outros óxidos em pequena proporção, como o óxido de cálcio ( $\text{CaO}$ ). Podem ser fornecidos secos ou em suspensão aquosa.

#### **3.3 cimento de referência**

Cimento Portland NP EN 197-1 – CEM I 42,5R ou de classe de resistência superior e que satisfaça os três requisitos seguintes:

- superfície específica igual ou superior a  $300 \text{ m}^2/\text{kg}$ ;
- aluminato tricálcico ( $\text{C}_3\text{A}$ ) entre 6 % e 12 %;
- álcalis (expressos em  $\text{Na}_2\text{O}$  equivalente) entre 0,5 % e 1,2 %.

#### **3.4 classe de pozolanicidade**

Classe declarada pelo produtor informando o utilizador da reatividade da pozolana, identificada pela relação entre as percentagens, em massa, de cimento de referência e de pozolana que satisfazem o ensaio de pozolanicidade de entre as relações indicadas na presente norma.

**NOTA:** Por exemplo, uma pozolana da classe de pozolanicidade POZ 85/15, que corresponde a uma mistura de 85 % de cimento de referência com 15 % de pozolana, é mais reativa que uma da classe POZ 70/30 que, para ser reativa, tem de ter 30 % de pozolana.

#### **3.5 índice de atividade**

Indica a influência da pozolana na resistência à compressão e é quantificado pela razão, expressa em percentagem, entre as resistências à compressão aos 28 dias da argamassa normal, preparada com cimento de referência e pozolana nas proporções correspondentes à classe de pozolanicidade declarada pelo produtor, e da argamassa normal preparada apenas com o cimento de referência.

### **3.6 necessidade de água**

Razão, declarada pelo produtor em percentagem, entre as quantidades de água para a consistência normal, como determinadas na NP EN 196-3, de pastas preparadas (i) com ligante constituído por cimento de referência e pozolana nas proporções correspondentes às da classe de pozolanicidade declarada pelo produtor e (ii) com cimento de referência apenas.

### **3.7 produtor**

Pessoa física ou legal, singular ou coletiva, que explora uma instalação de produção de pozolanas, em seu próprio nome ou da sua própria marca.

### **3.8 ensaios de autocontrolo**

Ensaio contínuo de amostras pontuais de pozolana colhidas nos pontos de entrega da fábrica, feitos pelo produtor ou por um laboratório acreditado por ele expressamente contratado para os executar.

### **3.9 amostra pontual**

Amostra colhida de uma só vez e no mesmo local para a realização dos ensaios previstos. Pode ser obtida por uma ou mais tomas imediatamente seguidas.

### **3.10 valor característico especificado**

Valor característico de uma propriedade que não deve ser excedido no caso do limite superior e deve ser satisfeito no caso do limite inferior.

### **3.11 valor-limite para resultado individual**

Valor de uma propriedade que, para qualquer resultado individual de ensaio, não deve ser excedido no caso do limite superior e deve ser satisfeito no caso do limite inferior.

### **3.12 manual da qualidade da fábrica**

Documento que dá informação sobre o controlo da produção da(s) pozolana(s) que é feito pelo produtor numa dada instalação de produção de forma que esteja assegurada a conformidade com a presente norma.

### **3.13 declaração de conformidade**

Declaração, feita pelo produtor, descrevendo o desempenho de uma pozolana e que o responsabiliza pela conformidade dessa pozolana com a presente norma.

## **4 Classes de pozolanicidade**

As classes de pozolanicidade abrangidas por esta norma estão estabelecidas no [Quadro 1](#). A composição da mistura de cada classe deve ser utilizada nos ensaios de avaliação da pozolanicidade, índice de atividade, expansibilidade, tempo de início de presa e necessidade de água, conforme especificado nas [Secções 5.2](#) e [5.3](#).

**Quadro 1 – Classes de pozolanicidade e respetivas proporções do cimento de referência e da pozolana**

Classes de pozolanicidade	Cimento de referência (% em massa)	Pozolana (% em massa)
POZ 90/10	90	10
POZ 85/15	85	15
POZ 80/20	80	20
POZ 75/25	75	25
POZ 70/30	70	30
POZ 65/35	65	35
POZ 60/40	60	40

## 5 Requisitos

### 5.1 Generalidades

Os requisitos químicos e físicos indicados em [5.2](#) e [5.3](#) são especificados como valores característicos. A avaliação da conformidade com estes valores deve ser efetuada pelo produtor seguindo o estabelecido na [Secção 6](#). Os métodos de ensaio indicados na presente norma são métodos de referência. Podem ser usados outros métodos, se for estabelecida a relação entre os resultados obtidos pelo método de referência e pelo método alternativo.

### 5.2 Requisitos químicos

Os requisitos químicos, expressos em percentagem da massa seca, que as pozolanas devem satisfazer estão estabelecidos no [Quadro 2](#).

**Quadro 2 – Requisitos químicos das pozolanas**

Propriedades	Métodos de ensaio	Crítérios de aceitação
Perda ao fogo <sup>(2)</sup>	NP EN 196-2 <sup>1)</sup>	≤ 9 %
Cloretos	NP EN 196-2	≤ 0,10 %
Trióxido de enxofre (SO <sub>3</sub> )		≤ 3,0 %
Álcalis (expressos em Na <sub>2</sub> O equivalente)		≤ 5,0 %
Óxido de magnésio (MgO) <sup>(3)</sup>		≤ 4,0 %
Fosfatos solúveis (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) <sup>(3)</sup>	NP EN 450-1	≤ 100 mg/kg
Fosfatos totais	ISO 29581-2	≤ 5,0 %
Óxido de cálcio reativo <sup>(4)</sup>	Nota da Secção 3.1 da NP EN 197-1	≤ 10,0 %
Óxido de cálcio livre <sup>(5)</sup>	NP EN 451-1	≤ 2,5 %

(continua)

**Quadro 2 – Requisitos químicos das pozolanas**

Propriedades	Métodos de ensaio	Critérios de aceitação
Pozolanicidade	NP EN 196-5 <sup>(6)</sup>	Satisfaz o ensaio
<p>1) Com tempo de calcinação que deve ser de 1 h. O objetivo deste requisito é limitar o resíduo de carbono não queimado na cinza volante. É suficiente demonstrar, através da medição direta do resíduo de carbono não queimado, que o teor de carbono não queimado satisfaz o limite indicado. O teor de carbono não queimado deve ser determinado de acordo com a norma ISO 10694.</p> <p>2) Só exigido a pozolanas obtidas a partir de cinzas.</p> <p>3) Só exigido a pozolanas obtidas a partir de cinzas, a determinar em ensaios de tipo inicial.</p> <p>4) Em alternativa, considera-se satisfeito o teor de óxido de cálcio reativo se, determinado o teor de óxido de cálcio total (segundo a NP EN 196-2), este for inferior a 10 %.</p> <p>5) Se o teor de óxido de cálcio livre for &gt; 1,5 %, deve verificar-se se a expansibilidade satisfaz o fixado no <a href="#">Quadro 3</a>.</p> <p>6) As proporções do cimento de referência e da pozolana devem ser as da classe de pozolanicidade declarada pelo produtor, de entre as estabelecidas no <a href="#">Quadro 1</a>.</p>		

### 5.3 Requisitos físicos

Os requisitos físicos que as pozolanas devem satisfazer estão estabelecidos no [Quadro 3](#).

Quando a pozolana for fornecida em suspensão aquosa, o teor de massa seca da suspensão não deve desviar-se em mais de  $\pm 2$  % do valor declarado pelo fornecedor, quando determinado por secagem de uma amostra representativa de, pelo menos, 5 g de suspensão numa estufa bem ventilada a  $(105 \pm 5)$  °C até massa constante. Considera-se que a massa constante é atingida quando as pesagens sucessivas com um intervalo de pelo menos 1 hora durante a secagem a  $(105 \pm 5)$  °C não diferem em mais de 0,2 %.

O líquido usado na suspensão aquosa não deve conter substâncias nocivas que possam ser prejudiciais para o desempenho pretendido para o betão, argamassas ou caldas.

**NOTA:** Na Especificação LNEC E 488 encontram-se definidos os requisitos para a água da suspensão, nela se incluindo eventuais agentes estabilizadores ou tensoativos.

**Quadro 3 – Requisitos físicos das pozolanas**

Propriedades	Métodos de ensaio	Critérios de aceitação
Finura	NP EN 451-2	$\leq 40,0$ %
Massa volúmica	NP EN 196-6	valor declarado pelo produtor $\pm 0,20$ g/cm <sup>3</sup>
Teor de água	NP EN 1097-5	$\leq 1,0$ %
Índice de atividade aos 28 d	NP EN 196-1 <sup>1)</sup>	$\geq$ percentagem do cimento de referência correspondente à classe de pozolanicidade declarada pelo produtor
Índice de atividade aos 90 d		$\geq$ percentagem do cimento de referência correspondente à classe de pozolanicidade declarada pelo produtor + 10 %
Expansibilidade	NP EN 196-3 <sup>1)</sup>	$\leq 10$ mm
Tempo de início de presa		< (120 min + o tempo de início de presa (min) de provetes com 100 % de cimento de referência)
Necessidade de água		valor declarado pelo produtor $\pm 20$ %
<p><sup>1)</sup> Os provetes com pozolana devem ser executados com um ligante em que as proporções cimento de referência/pozolana correspondem às da classe de pozolanicidade declarada pelo produtor (ver <a href="#">Quadro 1</a>).</p>		

## **6 Designação normalizada**

As pozolanas abrangidas por esta norma devem ser designadas pela sua classe de pozolanicidade, conforme especificado no [Quadro 1](#) e, quando aplicável, pelo teor da massa seca da suspensão.

**EXEMPLO 1:** Pozolana da classe de pozolanicidade POZ 80/20 é designada por:

Pozolana NP 4420 – POZ 80/20

**EXEMPLO 2:** Pozolana da classe de pozolanicidade POZ 75/25 em suspensão, com um teor de massa seca de 40 %, é designada por:

Pozolana NP 4420 – POZ 75/25 – Teor de massa seca 40 %

## **7 Critérios de conformidade**

### **7.1 Generalidades**

O produtor, para avaliação da conformidade das pozolanas com os requisitos especificados na [Secção 5](#), deve efetuar um controlo (designado por autocontrolo) baseado:

- no conjunto de amostras pontuais colhidas durante um período de produção não superior a 12 meses nem inferior a 6 meses, podendo ser de 3 meses no início da produção ou nas situações descritas em [7.2](#);
- na aplicação de dois critérios de conformidade aos resultados dos ensaios destas amostras, um baseado em princípios estatísticos (ver [7.3](#)) e outro baseado em valores limites para resultados individuais (ver [7.4](#)).

A quantidade de pozolana correspondente a este conjunto de amostras é considerada conforme com os requisitos se estes dois critérios de conformidade forem satisfeitos.

### **7.2 Colheita de amostras e frequência de ensaios**

Devem ser colhidas amostras pontuais, regularmente distribuídas no período da produção, durante as descargas das pozolanas, por exemplo de silos de armazenamento, nos pontos de entrega ao utilizador, usando o equipamento e princípios descritos na NP EN 196-7.

Para efetuar os ensaios de verificação da conformidade com os requisitos estabelecidos em [5.2](#) e [5.3](#), as amostras para ensaio devem ser previamente secas numa estufa bem ventilada a  $(105 \pm 5)$  °C até massa constante e depois arrefecidas em ambiente seco.

As frequências mínimas de ensaio durante a produção das pozolanas são indicadas no [Quadro 4](#).

**Quadro 4 – Frequências mínimas de ensaio**

<b>Propriedades</b>	<b>Frequência mínima</b>
<b>Propriedades químicas</b>	
Perda ao fogo	diária <sup>1)</sup>
Pozolanicidade	quinzenal
Cloretos	mensal
Trióxido de enxofre	
Álcalis	
Fosfatos totais	
Óxido de cálcio reativo	
Óxido de cálcio livre <sup>2)</sup>	
<b>Propriedades físicas</b>	
Finura	diária
Teor de humidade	semanal
Expansibilidade (se requerido)	
Índice de atividade	quinzenal
Tempo de início de presa	
Necessidade de água	
Massa volúmica	mensal
<sup>1)</sup> Esta frequência é aplicável a pozolanas obtidas a partir de cinzas; para pozolanas de outras origens a frequência mínima é mensal.	
<sup>2)</sup> Só requerido para pozolanas obtidas a partir.	

No início da produção (ou num reinício caso a produção esteja parada durante mais de 4 meses ou ainda se houver alteração da origem da matéria-prima ou dos constituintes duma pozolana), as propriedades com frequência quinzenal e mensal devem passar a ter frequência semanal e quinzenal, respetivamente, durante 3 meses.

Relativamente à perda ao fogo e após este período inicial (ou de reinício da produção), quando o valor característico é  $\leq 5\%$  e enquanto tal se verificar, a frequência pode reduzir-se a 2 vezes por semana.

Nos ensaios de autocontrolo, quando uma propriedade não estiver conforme com os requisitos da [Secção 5](#) (ver [7.3](#) e [7.4](#)), a frequência mínima deve ser duplicada durante um período:

- de dois meses, se a frequência mínima dessa(s) propriedade(s) for igual ou inferior à quinzenal;
- de quatro meses, se a frequência mínima for mensal,

devendo durante estes períodos restabelecer-se a conformidade.

### 7.3 Critérios estatísticos de conformidade

O controlo estatístico da conformidade com os requisitos da [Secção 5](#) deve ser baseado na inspeção contínua por amostragem, usando amostras pontuais.

Os princípios estatísticos para esta verificação da conformidade devem basear-se nos seguintes parâmetros:

- valor característico de uma propriedade, indicado nos [Quadros 2 e 3](#);
- percentagem aceitável de defeitos, ou seja, quantil da distribuição normal correspondente ao valor característico, com o valor de 10 %;
- probabilidade de aceitação de um lote de pozolana que não esteja conforme, com o valor de 5 %.

Deve ainda utilizar-se a inspeção por atributos dos resultados de ensaio de cada uma das propriedades indicadas na [Secção 5](#).

O controlo estatístico da conformidade com os requisitos químicos e físicos das [Secções 5.2 e 5.3](#) deve seguir o procedimento seguinte:

- Contar, em cada propriedade ensaiada, o número,  $C_D$ , de resultados de ensaio que não satisfazem os critérios de aceitação, e compará-lo com o correspondente valor aceitável,  $C_A$ , indicado no [Quadro 5](#) em função do número de resultados de ensaio.

**Quadro 5 - Número aceitável de defeitos  $C_A$**

Número de resultados de ensaio (n)	$C_A$
0 a 39	0
40 a 54	1
55 a 69	2
70 a 84	3
85 a 99	4
100 a 109	5
$\geq 110$	0,075 (n-30)

- Considerar a quantidade de pozolana correspondente ao conjunto de amostras ensaiadas conforme com aqueles requisitos se, para cada uma das propriedades,  $C_D \leq C_A$ .

### 7.4 Critérios de conformidade para resultados individuais

Os valores limite para resultados individuais do ensaio das propriedades da [Secção 5](#) são indicados no [Quadro 6](#).

Quadro 6 - Valores limite para resultados individuais

Propriedades	Valores limite
<b>Propriedades químicas</b>	
Perda ao fogo	11,0 %
Teor de cloretos	0,10 %
Teor de trióxido de enxofre	3,5 %
Teor de álcalis	5,5 %
Teor de fosfatos totais	5,5 %
Teor de óxido de cálcio reativo	11,0 %
Teor de óxido de cálcio livre	2,5 %
Pozolanicidade	Satisfaz o ensaio aos 15 dias
<b>Propriedades físicas</b>	
Finura	45,0 %
Teor de humidade	1,1 %
Índice de atividade aos 28 d	percentagem do cimento de referência correspondente à classe de pozolanicidade declarada pelo produtor - 5 %
Índice de atividade aos 90 d	percentagem do cimento de referência correspondente à classe de pozolanicidade declarada pelo produtor + 5 %
Expansibilidade	11 mm
Tempo de início de presa	150 min + início de presa (min) com 100 % de cimento de referência

O controlo da conformidade com valores limite para resultados individuais deve seguir o procedimento seguinte:

- a) Verificar se não há um único resultado individual de ensaio:
- igual ou maior que o valor limite especificado no [Quadro 6](#) para as propriedades químicas e para as 3 primeiras propriedades físicas deste Quadro;
  - igual ou menor que o valor indicado no [Quadro 6](#) para o índice de atividade;
  - fora do intervalo indicado no [Quadro 6](#) para a massa volúmica e a necessidade de água.
- b) Considerar a quantidade de pozolana correspondente ao conjunto de amostras ensaiadas conforme com este requisito dos valores limite caso se confirme a verificação feita na alínea a).

## 8 Avaliação da conformidade

### 8.1 Generalidades

Antes de iniciar a produção duma pozolana, o produtor deve satisfazer o estabelecido na legislação aplicável, nacional e comunitária, no que respeita a libertação, pela pozolana, de substâncias perigosas para a saúde e o ambiente, nomeadamente metais pesados. Esta precaução é especialmente exigida quando forem utilizados resíduos (por exemplo, de processos industriais).

Para estabelecer a conformidade das pozolanas produzidas com a presente norma, o produtor deve executar o controlo da produção em fábrica que consiste no controlo interno da qualidade (ver [8.2](#)), complementado com os ensaios de autocontrolo de amostras de pozolana colhidas no ponto de expedição (ver [8.3](#)).

Verificada a conformidade com a presente norma, o produtor deve depois emitir uma declaração de conformidade segundo a [Secção 8.4](#) que acompanhará as entregas da pozolana ao utilizador, devendo respeitar-se a [Secção 9](#) para feitos de embalagem e etiquetagem.

### **8.1.2 Documentação da Qualidade da fábrica**

A documentação e os procedimentos do produtor para o controlo da produção em fábrica devem ser descritos na documentação da qualidade da fábrica, a qual deve descrever de forma adequada, entre outros aspetos:

- a) os objetivos da qualidade e a estrutura organizacional, as responsabilidades e os poderes da direção no que respeita à qualidade do produto e aos meios para monitorizar a obtenção da qualidade do produto requerida e o funcionamento efetivo do controlo interno da qualidade (ver [8.1.3](#) e [8.2](#));
- b) as técnicas de fabricação e de controlo da qualidade, os processos e as ações sistemáticas que serão utilizadas (ver [8.2.1](#), [8.2.3](#) e [8.3.2](#));
- c) as inspeções e os ensaios que serão efetuados antes, durante e depois da fabricação e a frequência com que eles serão realizados (ver [8.2.2](#), [8.3.1](#) e [8.3.3](#)).

A documentação da qualidade da fábrica deve incluir um sistema adequado de documentação (ver [8.1.4](#) e [8.3.4](#)).

A documentação da qualidade da fábrica deve tratar e documentar os procedimentos adotados para assegurar que a pozolana fabricada está em conformidade com o desempenho declarado (ver [8.4](#)). A documentação poderá reportar para documentos associados que forneçam pormenores adicionais sobre os ensaios de autocontrolo de amostras e sobre o controlo interno da qualidade. Para a finalidade deste sistema, deve considerar-se que o termo “documentação da qualidade da fábrica” inclui esses documentos associados.

No caso de existir um sistema de gestão da qualidade de acordo com a EN ISO 9001, a documentação da qualidade correspondente poderá também ser incluída, se satisfizer todos os requisitos da presente norma, aplicáveis ao controlo da produção em fábrica da pozolana.

### **8.1.3 Sistema de gestão da qualidade**

#### **8.1.3.1 Declaração da política da qualidade**

A documentação da qualidade da fábrica deve incluir uma declaração da direção a definir a sua política da qualidade, os objetivos e os compromissos para a consecução da qualidade do produto.

#### **8.1.3.2 Gestor da qualidade**

Deve ser designado um Gestor da Qualidade que, independentemente de outras responsabilidades, deve ter definidas a autoridade e a responsabilidade adequadas para assegurar que os requisitos da presente norma para a avaliação da conformidade são implementados e mantidos.

### **8.1.3.3 Auditorias internas e revisão pela direção**

Com vista a assegurar a permanente adequação e eficácia da documentação da qualidade da fábrica para satisfazer os requisitos da presente norma, devem efetuar-se pelo menos uma vez por ano:

- a) auditorias internas abrangendo o âmbito de aplicação da presente [Secção 8](#);
- b) uma revisão pela direção do funcionamento e dos resultados do controlo de produção em fábrica, tendo em conta os registos das auditorias internas.

### **8.1.3.4 Formação**

A documentação da qualidade da fábrica deve descrever as medidas tomadas para assegurar que todo o pessoal envolvido em atividades que possam afetar o controlo interno da qualidade e a qualidade do produto tenha a experiência ou a formação adequada. Devem ser mantidos registos adequados.

## **8.1.4 Sistema de documentação**

### **8.1.4.1 Controlo de documentos**

Todos os documentos e dados relacionados com o controlo da produção em fábrica e com este sistema de avaliação da conformidade devem ser controlados.

Este controlo deve assegurar que as edições atualizadas de todos os documentos estão disponíveis nos locais essenciais, que os documentos obsoletos são retirados e que as alterações ou modificações de qualquer documento são efetivamente introduzidas.

Deve ser estabelecido um sistema de identificação da versão em vigor dos documentos, de forma a evitar a utilização de documentos não aplicáveis.

### **8.1.4.2 Registos da qualidade**

Devem ser conservados registos que demonstrem o controlo da produção em fábrica durante, pelo menos, o período requerido.

## **8.2 Controlo interno da qualidade**

### **8.2.1 Controlo do processo**

#### **8.2.1.1 Generalidades**

A documentação da qualidade da fábrica deve descrever os parâmetros para o planeamento do processo, o controlo e os ensaios do processo, a inspeção, a ação corretiva, a verificação, a expedição e os registos associados.

#### **8.2.1.2 Constituintes e composição da pozolana**

Quando aplicável, devem ser estabelecidos procedimentos documentados e métodos de ensaio adequados para garantir que os constituintes são adequados para permitir que a pozolana a ser produzida satisfaça os objetivos e os limites de controlo.

A documentação da qualidade da fábrica deve descrever os métodos utilizados pelo produtor para garantir que a composição da pozolana produzida está em conformidade com o desempenho declarado (ver [8.4](#)), incluindo os métodos de ensaio adequados.

### **8.2.1.3 Controlo da produção fora de especificação ou não-conformidade**

A documentação da qualidade da fábrica deve incluir procedimentos para a revisão e o ajuste do controlo da produção em fábrica no caso de produção fora de especificação ou em não-conformidade.

As ações tomadas em caso de não-conformidade devem ser registadas num relatório sujeito a inspeção durante a revisão pela direção.

## **8.2.2 Medição e ensaio**

### **8.2.2.1 Equipamento de inspeção, medição e ensaio**

O equipamento para a inspeção em processo e para os ensaios deve ser regularmente verificado e calibrado de acordo com os procedimentos e as frequências estabelecidos na documentação da qualidade da fábrica.

### **8.2.2.2 Estado de inspeção e de ensaio**

Os procedimentos para identificar o estado de inspeção e ensaio em cada fase da fabricação devem ser pormenorizados na documentação da qualidade da fábrica. Estes devem incluir os procedimentos para o controlo de materiais intermédios fora de especificação.

## **8.2.3 Manuseamento, armazenamento, embalagem e expedição**

A documentação da qualidade da fábrica deve descrever as precauções tomadas para a proteção da qualidade da pozolana enquanto estiver sob a responsabilidade do fabricante. A documentação da expedição deve permitir a rastreabilidade até à fábrica de produção.

## **8.3 Ensaio de autocontrolo de amostras**

### **8.3.1 Amostragem e ensaio**

Deve ser implementado um sistema de ensaios de autocontrolo para demonstrar a conformidade da pozolana, de acordo com [Secção 7](#). As características a ensaiar, os métodos de ensaio, a frequência mínima dos ensaios de autocontrolo, bem como os critérios de avaliação estatística dos resultados dos ensaios de autocontrolo, incluindo os limites para resultados individuais, devem estar de acordo com a [Secção 7](#).

Para as pozolanas não expedidos continuamente, a frequência de ensaio e o local de amostragem devem ser os especificados na documentação da qualidade da fábrica.

Todos os dados de ensaio devem ser documentados.

### **8.3.2 Ação corretiva**

No caso de uma pozolana apresentar um resultado de ensaio não conforme com qualquer um dos critérios para resultados individuais indicados na [Secção 7](#), deve ser imediatamente determinada a quantidade afetada, devem ser tomadas ações apropriadas para evitar a expedição desta quantidade e, caso tal pozolana tenha sido entregue, deve ser informado o cliente afetado. Adicionalmente, devem ser imediatamente determinadas as causas da não-conformidade, devem ser tomadas ações corretivas e deve ser realizada uma revisão de todos os procedimentos relevantes do controlo de produção em fábrica. Todas essas ações e constatações devem ser adequadamente registadas num relatório sujeito a inspeção durante a revisão pela direção.

No caso de ocorrer uma não-conformidade, a frequência mínima dos ensaios de autocontrolo das características não-conformes deve ser duplicada até que estejam em conformidade com a norma, exceto se for possível demonstrar que foram tomadas medidas adequadas desde a ocorrência inicial da não conformidade até à sua resolução.

### **8.3.3 Equipamento de medição e ensaio para o ensaio de autocontrolo**

O equipamento utilizado nos ensaios de autocontrolo deve ser regularmente verificado e calibrado segundo procedimentos e frequências estabelecidos na documentação da qualidade da fábrica. Estes procedimentos podem incluir a comparação de resultados de ensaio através de ensaios de aptidão.

### **8.3.4 Registos da qualidade**

Os registos dos resultados dos ensaios de autocontrolo e os registos adequados do equipamento de ensaio devem ser conservados durante, pelo menos, 5 anos.

## **8.4 Declaração de conformidade**

O produtor, depois de verificar a conformidade da pozolana com a presente norma, deve emitir uma declaração de conformidade, seguindo o formato estabelecido no Anexo A.

# **9 Embalagem e etiquetagem**

## **9.1 Embalagem**

As pozolanas conformes com a presente norma podem ser fornecidas em embalagens, tais como sacos ou tambores, e a granel, em veículos ou barcos.

## **9.2 Etiquetagem**

As embalagens de pozolanas, ao serem marcadas e etiquetadas, e as guias de remessa ou faturas que acompanham o fornecimento devem ter as seguintes indicações:

- a) nome do material e classe de pozolanicidade;
- b) teor da massa seca da suspensão (se aplicável);
- c) nome, marca ou outras indicações respeitantes ao fornecedor;
- d) nome e local da produção,

e ser acompanhadas da declaração de conformidade ([8.4](#)), feita pelo produtor, respeitante à pozolana entregue ao utilizador.

**Anexo A**  
(normativo)

**Declaração de conformidade**

**DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE DA POZOLANA “nome comercial”**

*“Nome do produtor”, “endereço” declara que a pozolana “nome comercial” produzida na fábrica “nome”, localizada em “local” é produzida a partir de (breve descrição da sua origem ou da sua natureza ou constituição).*

A pozolana é da classe de pozolanicidade POZ *xx/yy*, tem *zzz* g/cm<sup>3</sup> de massa volúmica e *xyz* de necessidade de água e está conforme com a norma portuguesa NP 4220:2025 – “Pozolanas para betão, argamassa e caldas. Definições, requisitos e avaliação da conformidade”.

*Dia/mês/ano*

*“Assinatura autorizada”,  
“título ou cargo”*

## Bibliografia

- [1] NP EN 206 *Betão – Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade*
- [2] NP EN 447 *Caldas de injeção para armaduras de pré-esforço – Requisitos básicos*
- [3] NP EN 450-1+A1 *Cinzas volantes para betão – Parte 1: Definição, especificações e critérios de conformidade*
- [4] NP EN 450-2 *Cinzas volantes para betão – Parte 2: Avaliação da conformidade*
- [5] NP EN 13263-1 *Sílica de fumo para betão – Parte 1: Definições, requisitos e critérios de conformidade*
- [6] NP EN 13263-2 *Sílica de fumo para betão – Parte 2: Avaliação da conformidade*
- [7] NP ENV 13670-1 *Execução de estruturas em betão – Parte 1: Regras gerais*
- [8] NP EN 14487-1 *Betão projetado – Parte 1: Definições, especificações e conformidade*
- [9] NP EN 14487-2 *Betão projetado – Parte 2: Execução*
- [10] NP EN 15167-1 *Escória granulada de alto-forno moída para betão, argamassa e caldas de injeção – Parte 1: Definições, especificações e critérios de conformidade*
- [11] NP EN 15167-2 *Escória granulada de alto-forno moída para betão, argamassa e caldas de injeção – Parte 2: Avaliação da conformidade*
- [12] LNEC E 464 *Betões – Metodologia prescritiva para uma vida útil de projeto de 50 e de 100 anos face às ações ambientais*
- [13] LNEC E 488 *Betões – Pozolanas – Especificações para uso no betão*