

## Características dos blocos de cimento furados para alvenaria

XIMENES José<sup>1,a\*</sup>, JESUS Carlos de<sup>2,a</sup>, AGUIAR José<sup>2,b</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Ciências e Tecnologia,  
Universidade Nacional Timor Lorosa'e, Hera, Díli, Timor-Leste

<sup>2</sup>CTAC - Centro de Território, Meio Ambiente e Construção, Universidade do Minho, Campus de  
Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal

<sup>a\*</sup> lebenei@yahoo.com, <sup>a</sup>cjesus@civil.uminho.pt, <sup>b</sup>aguiar@civil.uminho.pt

**Palavras-chave:** Blocos de Cimento Furados, Construção, Alvenaria, Resistência, Mudanças Climáticas, Patologias.

**Resumo.** A utilização do bloco de cimento furado é uma das soluções construtivas em alvenaria e a sua adaptação de acordo com os benefícios económicos, construtivos, não é apenas uma necessidade atual, mas também nacional. A alvenaria é um sistema construtivo amplamente utilizado em todos os países que permite a utilização de paredes como envolvente vertical de edifícios. Os blocos de cimento são produzidos artificialmente, por isso é preciso analisar por meio dos ensaios laboratoriais as propriedades físicas e mecânicas dos materiais utilizados. As mudanças climáticas têm várias consequências em todo o mundo, inclusive nas construções de engenharia civil em geral. Os eventos de verão e inverno estão relacionados a danos à infraestrutura urbana e associados a riscos à sua segurança, tornando-se cada vez mais comuns no futuro. Os ensaios em relação com alvenarias são os ensaios de resistências à compressão, a porosidade, a densidade dos materiais. Há outros ensaios em relação com a durabilidade e a patologia da construção. Os resultados dos ensaios laboratoriais de caracterização e envelhecimento acelerado dos materiais são fundamentais para a obtenção da qualidade e durabilidade dos materiais da alvenaria de blocos de cimento. A resistência dos blocos de cimento está relacionada com a massa do provete. Quanto maior a massa do bloco de cimento, maior será a resistência, quanto menor a massa, menor será a resistência. As superfícies dos rebocos protegida por uma tinta de resina epóxi, resiste melhor ao ataque do sulfato de sódio.

### Introdução

O bloco-de-cimento para alvenaria, está cada vez mais presente em diversas construções, por isso foram incluídas no manual de tecnologias sugerido pela Proteção Ambiental [1].

Os materiais de blocos artificiais que agora vamos estudar justificam a sua utilização, pois numa determinada região não encontramos pedras naturais com as quais pretendemos fazer alvenaria, cantaria, etc. Pode acontecer que as pedras naturais de uma determinada região não temos as propriedades que queremos que a construção tenha. Assim, as pedras artificiais são fabricadas com propriedades análogas às naturais ou que elas não possuem, como isolamento térmico, dureza, leveza, etc. Às vezes, a pedra natural existe, mas devido ao trabalho necessário para extração, transporte, etc. vale mais a pena o uso de blocos de cimento furado.

Para a utilização deste tipo de materiais é imprescindível o conhecimento da sua característica diretamente relacionada com a constituição, bem como a resistência que se requer para a sua aplicação em questão, desta forma poderá evitar alargamentos à superfície e manter a sua funcionalidade para a qual foi projetado, tal fato só é possível com estudos científicos adicionais sobre suas propriedades e desempenho, tornando-o um grande potencial para sua utilização. A resistência desse tipo de bloco de cimento está relacionada à massa do provete. Quanto maior for a massa do bloco de cimento, maior será a resistência, quanto menor for a massa, menor será a resistência [2,3].

A história mostra por sua evidência natural a evolução da tecnologia, cavernas, calçadas, a consequente construção de prédios, palácios, catedrais, pontes e viadutos, muitos dos quais ainda hoje visíveis e com desempenho estrutural considerado satisfatório. Não existiam escolas de engenharia ou processos de disseminação interativa de inovações e novas técnicas construtivas que iam se desenvolvendo, se adaptando e surgindo [2].

Nos países desenvolvidos, recentemente começou a surgir a consciência pública da necessidade de proteger o património arquitetónico e urbano. A combinação do desinteresse da sociedade e do governo com as condições económicas das pessoas que permaneceram nos centros históricos levou a uma situação de profunda degradação de vários edifícios antigos. Neste contexto, o Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (ICOMOS) já havia redigido a Carta Internacional de Salvaguarda de Cidades Históricas em outubro de 1987, buscando promover políticas de preservação de centros e bairros históricos, ameaçados pela degradação da divisão e até mesmo destruição devido ao tipo de urbanização que surgiu na era industrial, com o objetivo de fazer frente a perdas irreversíveis de natureza cultural, social e até económica [1].

O fabricante tem como missão oferecer ao mercado soluções simples, rápidas, eficazes e eficientes no uso de artefactos de blocos de cimento. Sua visão é crescer no mercado como exemplo na produção de artefactos de blocos de cimento. Seus objetivos são promover sempre a satisfação da equipe para execução das atividades de forma produtiva, com qualidade, a fim de atender as necessidades dos requisitos e criar um ambiente de parceria com seus clientes, colaboradores e fornecedores, de modo a simplificar processos, reduzir custos e melhorar continuamente a eficácia de seu sistema de produto [4].

## Materiais e metodologia

Em geral os materiais são obedecidos as normas. As normas europeias têm duas partes: uma parte voluntária com a indicação das características e testes e uma parte harmonizada com a diretiva denominada anexo ZA, obrigatória para efeitos de marcação CE, com indicação das características mínimas dos produtos [5].

A norma estabelece regras técnicas para o controlo da produção da fábrica efetuado pelo fabricante, incluindo o ensaio de autocontrolo de amostras, e para as tarefas do organismo de certificação. Estabelece também regras para as ações a seguir em caso de não conformidade, o procedimento para a certificação de conformidade e os requisitos para os centros de distribuição.

Os materiais de alvenaria podem ser classificados de acordo com os diferentes critérios da Tabela 1.

Tabela 1: Classificação de alguns materiais de alvenaria

Critério da classificação	Designação	Descrição	Exemplos
Sobre a aplicação	Materiais de enchimento	Materiais que ocupam o espaço entre os elementos estruturais.	Blocos de cimento
	Materiais de revestimento	Materiais de revestimento de materiais estruturais e enchimentos	Argamassa e tinta

## Provetes e materiais

**Provetes de blocos de cimento furado.** Os blocos artificiais que vamos agora estudar justificam a sua utilização, em consequência de em determinada região, não encontrarmos pedras naturais com que pretendemos fazer alvenarias, cantarias, etc.

Constituem um produto versátil, que possui aplicação na execução de muros divisórios, alvenaria estrutural e de execução de piscinas etc. São inúmeras dimensões de blocos de cimento existente no mercado, no entanto aquelas que mais se fabricam e que se revelam economicamente mais interessante uma vez que são vendidos com maior facilidade são os blocos que possuem as dimensões representadas na Tabela 2.

Os blocos de cimento (Fig. 1a), b), c)) são materiais de grande aceitação na atualidade. Estes são materiais pétreos obtidos artificialmente sendo o processo de endurecimento por reação química. São concorrentes dos tijolos de argila cozida, uma vez que surgiram com a intenção de alcançar uma maior rapidez na construção e durabilidade, um melhor preço e uma superior resistência mecânica.

Tabela 2: Blocos de cimento furados

Tipo	Dimensão (cm)			Peso (kg)		Quantidade/m <sup>2</sup> Peças
	Comprimento	Altura	Largura	B. Normal	B. Leve	
A	50	20	10	10,5	6	10
B	50	20	14,5	14	8	10
C	50	20	20	18	10	10



Figura 1: Blocos de cimento furados

**Provetes de argamassas.** A argamassa é um material artificial formado pela mistura de ligante, areia e água, com ou sem a incorporação de adjuvantes e adições, que desenvolve as suas propriedades por hidratação ou endurecimento ao ar duma pasta de ligante. Trata-se, portanto, de um material constituído por um ligante que aprisiona grãos de areia na sua massa.

A classificação das argamassas depende sobretudo da sua aplicação. Neste momento podemos considerar uma aplicação como a mais importante: argamassas para alvenarias.

As argamassas para o ensaio da resistência foram as dimensões de 160x40x40 mm e outras medidas de 50x50x50 mm para os ensaios de durabilidade.

#### 2.1.2 Materiais para a produção dos provetes

Dentro destes provetes temos os materiais que é o cimento, agregados finos e grossos e a água para a reagir quimicamente o cimento como ligante:

**Ligantes.** Além do cimento Portland (CEM I), NP EN 197-1 [6], existem outros cimentos que podem ser utilizados na construção civil. Os cimentos que foram usados para a produção do bloco de cimento e argamassas baseando o padrão europeu: NP EN 197-1 [6], padrão americano: ASTM C 150-04<sup>a</sup> [7]. É amplamente utilizado em geral para edificações que não possuem requisitos específicos, como casas, prédios altos, pontes, estradas e rodovias. Em geral, o cimento Portland (CEM I) é o mais importante. A NP EN 197-1 de [6] apresenta outros produtos, geralmente resíduos industriais [8].

**Agregados.** Os agregados podem ser designados como finos (tamanho de partícula superior menor ou igual a 4 mm) ou grosso (tamanho de partícula superior maior ou igual a 4 mm e tamanho de partícula inferior maior ou igual a 2 mm). Os agregados também podem ser naturais, artificiais ou reciclados. Os agregados naturais foram submetidos apenas ao processamento mecânico, mantendo a não rugosidade das superfícies. Os materiais artificiais incluem aqueles resultantes da fragmentação propositá-la de blocos, como cascalho, areia de esmagamento ou pó de pedra. Os agregados reciclados resultam do processamento de materiais inorgânicos anteriormente utilizados na construção [9].

**Água.** As funções da água na produção do bloco de cimento furado ou nas misturas das argamassas são para reagir quimicamente com o cimento, hidratando-o, para que endureça por aglomeração dos agregados, e garantir a trabalhabilidade das misturas de produção e argamassas, ou

seja, garantir que a mistura seja facilmente amassada e aplicada, trabalho sem eminência de segregação.

### **Metodologia da caracterização dos blocos de cimento e argamassas**

Todos os ensaios de determinação das características com base na metodologia da norma dos ensaios de blocos de cimento furados e argamassas seguintes;

resistência à compressão de blocos de cimento furados e resistência à flexão de argamassas, O método de ensaio da resistência à flexão e à compressão da argamassa endurecida para alvenaria efetuou-se segundo a EN 1015-11 [10]. Seu objetivo é estabelecer um processo para determinar a absorção do provete de cálculo por imersão em água potável.

análise das partículas de areia e granulométrica. As areias, principalmente as de origem natural, podem conter impurezas em quantidades que não devem ser utilizadas como agregado para argamassas. A NP EN 13139 [11] estabelece os limites aceitáveis para essas impurezas, que podem ser teor de finos ou teor de enxofre total. A classificação das argamassas depende principalmente da sua aplicação. Dentro deste grupo temos as argamassas para revestimento e as argamassas para montagem. A norma EN 998-1 [12] apresenta as especificações das argamassas de revestimento em alvenaria. Por outro lado, a norma EN 998-2 [13] apresenta as especificações das argamassas para montagem [9].

ensaios de absorção de água por capilaridade e imersão para os blocos de cimento furados e argamassas. O ensaio de absorção por imersão do bloco de cimento foi realizado pelo método mencionado na norma NP EN 1097 -6 [14].

Os blocos de cimento são fabricados com argamassa de cimento. Trata-se de um bloco artificial formado pela mistura de ligante, areia e água, com ou sem a incorporação de adjuvantes e adições, que desenvolve as suas propriedades por hidratação ou endurecimento ao ar duma pasta do ligante [9].

Os blocos de cimento furados são produzidos por compactação vibratória e posteriormente curados em câmara húmida. Demora cerca de um mês para obter a resistência total. Devido a problemas de encolhimento, só podem ser utilizados na construção após os 14 dias de idade. São unidades vazias usuais, com dois ou três orifícios de formato cônico para facilitar a retirada da forma após a compactação [15].

Como consequência do caminho percorrido na procura do material ideal, a evolução das técnicas de desenho e execução de obras, problemas e falhas em edifícios e alvenarias começam a aparecer em quase todos os tipos de obras como uma das principais partes integrantes em particular Talvez decorrente da intensificação dessas falhas, o homem passou a analisá-las com maior cuidado, utilizando cada vez mais os princípios da Ciência dos Materiais na construção, principalmente as propriedades dos materiais [16].

Os provetes de argamassa é uma pedra artificial formada pela mistura de ligante, areia e água, com ou sem adição de adjuvantes e aditivos, que desenvolve suas propriedades hidratando ou endurecendo ao ar uma pasta ligante. É, portanto, um material constituído por um ligante que prende os grãos de areia em sua massa.

**Porosidade.** As descontinuidades representam defeitos ou vazios no meio contínuo formado pelos minerais que constituem a matriz rochosa. A presença e o desenvolvimento desses vazios estão intimamente relacionados à deformação e rotura dos blocos. O número de vazios é avaliado pela porosidade ( $n$ ) que é a razão entre o volume de vazios ( $V_v$ ) de uma amostra de bloco de cimento e seu volume total ( $V_t$ ).

$$n = \frac{V_v}{V_t} (X 100) \quad (1)$$

A porosidade é geralmente expressa em percentagem, considerando bloco de cimento 10% como valor médio, 5% como valor baixo e 15% como valor alto.

Densidade

A gravidade específica ou peso específico ( $\gamma$ ) é o peso da unidade de volume da rocha. Levando em consideração a variabilidade da quantidade de água presente no bloco de cimento, a densidade seca ( $\gamma_d$ ) do bloco de cimento é considerada como um parâmetro mais representativo.

$$\gamma = \frac{W_s}{V} \text{ or } \gamma_d = \frac{W_s}{V} \quad (2)$$

$W_s$  - Peso total da amostra de bloco seca no forno

$V$  - Volume total da amostra de bloco

A quantidade de água no bloco pode ser quantificada pelo teor de água ( $w$ ) que é a razão entre o peso da água presente em uma dada amostra e seu peso seco. A densidade do bloco é, portanto, muito variável.

$$W = \frac{W_w}{V_s} (X 100) \quad (3)$$

A classificação da resistência à compressão simples dos blocos também pode ser correlacionada com sua dureza. A dureza do bloco é um conceito diferente que pode ser considerado nos minerais. Geralmente está associada à chamada dureza Schmidt ( $R$ ), que é determinada por meio de testes com o martelo Schmidt. Este valor é então correlacionado com a resistência à compressão simples do bloco que constitui a superfície testada de acordo com o valor de sua densidade.

A constituição e fabricação de blocos de cimento são pedras artificiais formadas pela mistura de ligante, areia e água, com ou sem incorporação de adjuvantes e aditivos, que desenvolvem suas propriedades por hidratação ou endurecimento ao ar [9]. O ideal de armazenamento é manter os blocos em ambiente húmido e sem ventilação pelo maior tempo possível [4].

A construção de alvenaria deve procurar garantir requisitos de comportamento mecânico adequado quando sujeita a ações, bem como garantir as condições de habitabilidade no que diz respeito aos requisitos térmicos e acústicos. Tendo presente a necessidade de minimizar o efeito das pontes térmicas, de garantir massa suficiente para o isolamento acústico e ao mesmo tempo permitir a execução de pormenores construtivos que permitam a correta adaptação do sistema estrutural que se escolhe para um edifício, o inicial sistema construtivo e não apenas a escolha do tipo de bloco que será utilizado na fase de construção. Um sistema construtivo assenta numa família de blocos de diferentes tipos e dimensões que, no seu conjunto, permitem a execução dos vários pormenores necessários a uma boa execução no local e, assim, permitem a concretização de todos os pormenores necessários a uma construção correta.

Relativamente ao processo construtivo, verifica-se que os blocos de duas ou três células permitem a colocação de armaduras verticais embutidas em juntas contínuas de argamassa ou colocadas numa das células verticais e posteriormente preenchidas com argamassa. A solução com blocos de três células permite a utilização de um dispositivo padrão com a célula central sendo perfurada pelos reforços verticais, ou então, a utilização de um dispositivo alterado de forma a criar uma junta vertical contínua para a passagem desses reforços. Em ambas as soluções, a vantagem do sistema com junta vertical reforçada contínua consiste na possibilidade de posicionamento prévio das armaduras verticais, mantendo praticamente a técnica construtiva tradicional de assentamento de alvenarias não estruturais, conduzindo assim a alterações mínimas na tecnologia construtiva.

A reabilitação de patologias não estruturais tem sido tradicionalmente baseada em uma ou mais de seis estratégias, para lembrar: i) - Eliminação de anomalias, ii) - Substituição de elementos e materiais, iii) - Ocultação de anomalias, iv) - Proteção contra agentes agressivos, v) - Eliminação das causas das anomalias, vi) - Reforço das características funcionais.

A adoção de uma destas estratégias ou da sua combinação entre si, depende do tipo de patologia, da facilidade de diagnóstico e das condições técnicas, económicas e sociais de realização das obras de reabilitação. Ao contrário do que seria teoricamente descrito, eliminar as causas das anomalias não é uma das opções mais frequentes, devido aos elevados constrangimentos que a envolvem e que foram elencados acima.

## Trabalho experimental em laboratório

No trabalho experimental de laboratório, a limitação do tempo foi um fator na realização dos ensaios de caracterização e envelhecimento acelerado dos materiais de alvenaria, daí a decisão do plano para a realização dos provetes do ensaio são os seguintes:

Preparação para o ensaio cada provetes são marcados, dimensionados, retificados, cortados e pesados, conforma a especificação da norma com os tipos de ensaio apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Amostras de teste para a realização dos testes

Material	Tipo de Ensaio	Provetes	Dimensões (cm)		
			Comprimento x Larg. x Alt.		
Blocos de Cimento Furados	Absorção de Água por Capilaridade e Resistência à Compressão	Furado, normal	15	15	5,7
		Cortes	10	10	5,7
Argamassas	Resistência à Compressão	A	5	5	5
	Absorção de água e Resistência à Compressão	A	10	10	10
		B	4	4	16

## Determinação das características dos blocos de cimento

**Resistência à compressão de blocos de cimento.** Antes da determinação da resistência à compressão, foi necessário preparar a superfície dos provetes regularizando os blocos de alvenaria, sem orifícios ou com orifícios, para preencher o recalque (Figuras 2a e 2b).

Os blocos de cimento que foram submetidos ao ensaio de resistência à compressão são 4 provetes conforme Tabela 4. Os quatro blocos de cimento perfurados foram dois de bloco normal e os outros dois de argamassa retificada.



Figura 2: Peças de teste para resistência à compressão de blocos de cimento

Tabela 4: Resultado dos testes de resistência à compressão

Nº dos provetes	Tempo	Força1 (kN)	Área bruta do provete (mm)	Tensão da rotura (N/mm <sup>2</sup> )	Média (N/mm <sup>2</sup> )
Blocos de cimento furado (50 x 10 x 20 cm)					
BFN1	0:5:18.10	257,4	50000	5,1	4,9
BFN2	0:5:13.09	209,9	50000	4,2	
BFR3	0:6:56.63	275,3	50000	5,5	
BFR4	0:6:28.12	243,3	50000	4,9	

Os resultados gráficos do módulo de elasticidade e resistência à tração têm a aparência mostrada na Figura 3.

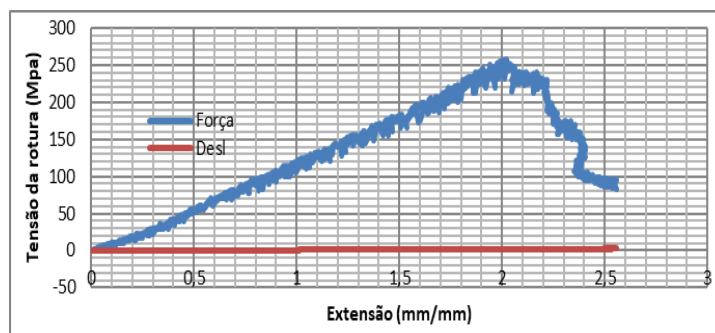


Figura 3: Tensão da rotura do BFN 1

**Resultado da absorção de água por capilaridade.** O produtor deve declarar o coeficiente de absorção de água por capilaridade, quando pertinente ao uso de alvenaria ( $\leq 5 \text{ g} / (\text{m}^2 \text{ s}^{0,5})$ ). A absorção média de água por capilaridade do bloco de cimento não deve ser superior à absorção de água declarada.

O cálculo do coeficiente de absorção de água por capilaridade foi afetado pela seguinte fórmula:

$$c_{wls} = \frac{m_{s0s} - m_{dry,s}}{A_s \sqrt{t_{s0}}} \times 10^6 \text{ (g/(m}^2 \times \text{s}^{0,5})) \quad (4)$$

Onde:  $C_{ws}$  – coeficiente de absorção de água por capilaridade face à vista ( $\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{s}^{0,5})$ )

$m_{dry,s}$  – massa do provete cheia (g)

$m_{s0s}$  – massa do provete após imersão durante um tempo t (g)

$A_s$  – área bruta da face do provete imersa em água ( $\text{mm}^2$ )

$T_{s0}$  – Tempo de imersão (s)

Os resultados do coeficiente de absorção de água por capilaridade dos blocos de cimento perfurados são apresentados na Tabela 5 e na Figura 4.

Tabela 5: Resultado da absorção de água por capilaridade dos blocos de cimento perfurados (BCP)

Referência	BCP1	BCP2	BCP3	$\bar{O}_{t_{s0}}$	$(m_{s0,s} - m_{dry,s}) / A_s$ Média (1,2,3)	$C_{ws}$
Massa constante (g)	9750,0	9900,0	9750,0			
Tempo de imersão (min) - $t_{s0}$	Peso após o tempo de imersão (g)					
1	9850,0	10000,0	9850,0	7,7	2000,0	89,352
3	9900,0	10050,0	9900,0	13,4	3000,0	
5	9920,0	10070,0	9915,0	17,3	3366,7	
10	9948,5	10087,0	9934,5	24,5	3800,0	
15	9968,7	10102,9	9945,3	30,0	4112,7	
30	9983,6	10117,3	9963,2	42,4	4427,3	-
60	10004,0	10135,0	9978,7	60,0	4784,7	-
180	10031,7	10165,2	10006,3	103,9	5354,7	-
480	10058,0	10191,3	10034,6	169,7	5892,7	-
1440	10123,1	10246,0	10079,0	293,9	6987,3	-
2880	10200,0	10300,0	10150,0	415,7	8333,3	-
4320	10200,0	10300,0	10150,0	509,1	8333,3	-



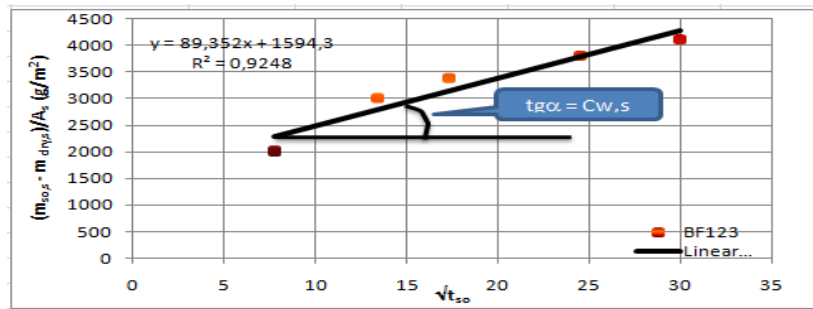


Figura 4: Resultado da absorção de água por capilaridade dos blocos perfurados com determinação do gradiente da parte linear

**Determinação da absorção de água por imersão.** A determinação da absorção de água por imersão foi realizada de acordo com a norma NP EN 1097-6 [14]. Os provetes introduzidos foram blocos de cimento perfurados de 50 x 10 x 20 cm. Os resultados são calculados quantitativa e qualitativamente pela regra da equação (5) na (Tabela 6). O resultado da absorção de água por imersão é (A), calculado como uma percentagem usando a seguinte expressão:

$$A = \frac{m_1 - m_3}{m_1 - m_2} \times 100 \quad (5)$$

Onde: A - Absorção de água por imersão (%)  
 $m_1$  – massa constante (g)  
 $m_2$  – massa imerso (g)  
 $m_3$  – massa seco constante (g)

Tabela 6: Resultados de absorção por imersão dos blocos furados

Nº dos provetes	Tipo dos provetes	Massa seco constante $m_1$ (g)	Massa imerso $m_2$ (g)	Massa seco constante $m_3$ (g)	A (%)	Média (%)
Blocos de cimento furados (50 x 10 x 20 cm)						
1N	Furado	1916,8	1065,7	1777,5	16,4	15,8
2N	Furado	2078,2	1157,4	1926,7	16,5	
3R	Furado retificado	2263	1152,4	2095,5	15,1	
4R	Furado retificado	2032,3	1123,3	1893,4	15,3	

**Determinação das características das argamassas.** A determinação das características das argamassas e sua classificação depende principalmente da sua aplicação. Nesta dissertação podemos considerar a argamassa para alvenaria como a aplicação mais importante.

Eles testaram dois morteiros. Um para assentamento com traço de volume 1: 4 e outro para moagem com traço de peso 1: 3: 0,5.

**Análise de tamanho de partícula de areia.** A análise granulométrica foi realizada de acordo com a norma NP EN 933-1 [17] e os resultados apresentados na Tabela 7 e Figura 5 foram obtidos.



Tabela 7: Resultados da análise granulométrica

Amostra Meia Areia de Rio			
Massa seca total $M_1$ (kg)		1223,10	
Massa seca após lavagem $M_2$ (kg)		1223,10	
Massa seca dos finos removidos por lavagem $M_2$ (kg)		0,000	
Dimensões (mm)	Massa (kg)	% Retido	% Cumulativa passado
63	0,000	0	100
31,5	0,000	0	100
16	0,000	0	100
8	0,000	0	100
4	19,800	2	98
2	280,200	23	75
1	368,600	30	45
0,5	268,000	22	23
0,25	175,000	14	9
0,125	75,900	6	3
0,063	20,200	2	1
P	12,500	-	-
% Finos	-	1,0	-
Total	1220,200	100	-
$\frac{M_2 - (\sum R_i + P)}{M_2} =$			0,2 %

Observações: ensaio válido (< 1%)

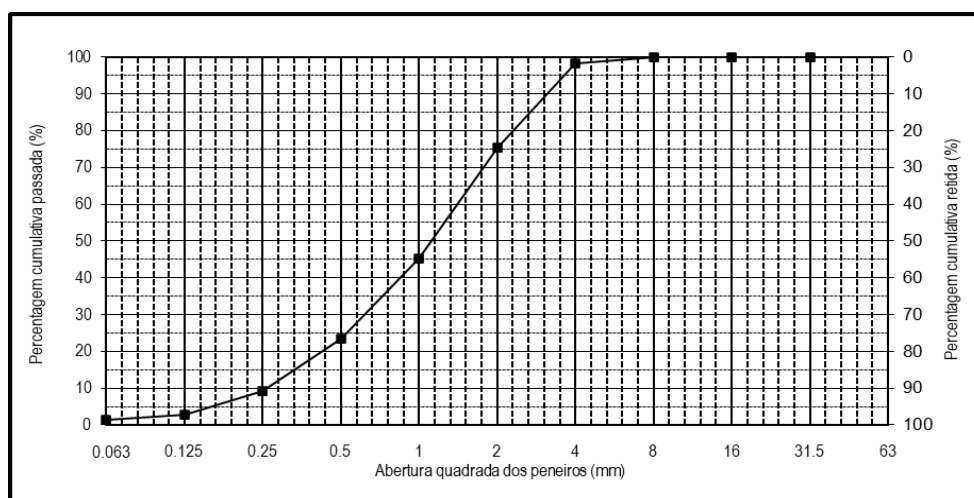


Figura 5: Curva granulométrica

**Determinação da densidade de partículas e absorção de água.** A determinação da densidade das partículas na absorção de água, as propriedades físicas e mecânicas dos agregados, são especificadas de acordo com a norma EN 1097 -6 [14].

Os resultados dos testes sobre as propriedades físicas e mecânicas das argamassas são mostrados na Tabela 8.

Tabela 8: Resultados dos testes de propriedades físicas e mecânicas dos agregados

Cálculos	Agregados passados no peneiro 3/8" (Método Frasco)	Areia ribeira	Areia artificial
M1	Peso da amostra saturada com a 84 superfície seca (g)	500,00	500,00
M3	Peso do frasco cheio de água (g)	1239,98	1239,98
M2	Peso do frasco cheio com a amostra saturada e água (g)	1542,30	1543,84
M4	Peso da amostra seca (g)	494,10	489,03
$\rho_w$	Peso específico da água à temperatura do Ensaio (g)	1000,00	1000,00
$M4 / M1 + M3 - M2 * \rho_w$	Peso específico das partículas secas (Mg/m <sup>3</sup> )	2499,49	2493,27
$M4 / M4 + M3 - M2 * \rho_w$	Peso específico do material impermeável das partículas (Mg/m <sup>3</sup> )	2576,39	2640,98
$M1 / M1 + M3 - M2 * \rho_w$	Peso específico das partículas saturadas com a superfície seca (Mg/m <sup>3</sup> )	2529,34	2549,20
$100 * M1 - M4 / m4$	Absorção de Água (%)	1,19	2,24

**Determinação da resistência à flexão e compressão da argamassa.** O princípio da resistência à flexão da argamassa é determinado por três pontos de carregamento de um prisma de argamassa endurecida até a ruptura. A resistência à compressão da argamassa é determinada em duas partes resultantes do ensaio de resistência à flexão.

Os corpos de prova devem ser prismas de 160 mm x 40 mm x 40 mm; composto por três amostras testadas para flexão que darão duas metades a cada corpo de prova, somadas darão seis amostras que serão testadas para compressão.

Cálculo e expressão dos resultados, resistência à flexão ( $f_f$ ), em N / mm<sup>2</sup>, utilizando a seguinte equação 6:

$$f_f = 1,5 \frac{Fl}{bd^2} \quad (N/mm^2) \quad (6)$$

Onde: F é a carga máxima aplicada ao corpo de prova em Newton (N).

L é a distância entre os eixos dos rolos de apoio em milímetros (mm).

b é a largura da amostra em milímetros (mm).

d é a profundidade da amostra em milímetros (mm).

O cálculo dos resultados de resistência à compressão F / A em (N / mm<sup>2</sup>)

Os resultados da resistência à flexão e à compressão das argamassas de mistura em volume (1: 4) são mostrados na Tabela 9.

Tabela 9: Resultados de resistência à flexão e compressão da argamassa

No dos provetes	Resultado da flexão (N)	Tensão (MPa)	Média (MPa)	No dos provetes	Resultado à compressão (N)	Tensão (MPa)	Média (MPa)
1	1103,2	2,6	2,6	a	13900,0	8,7	8,5
				b	14210,0	8,9	
2	1242,8	2,9		a	14580,0	9,1	
				b	14190,0	8,9	
3	1014,0	2,4		a	13910,0	8,7	
				b	11050,0	6,9	
Os provetes de argamassas de 1600x40x40 mm							

**Resistência à compressão de argamassas para retificação.** Use uma argamassa de cimento e areia com resistência à compressão mínima para a retificação da superfície do bloco a ensaiar e na prática real para os rebocos. Quando ensaiados de acordo com EN 1015-11 [10], os provetes têm a resistência esperada para o bloco de cimento furado, fabricado ( $\geq 4-10$  N/mm<sup>2</sup>). O peso é de 450 g de cimento, 1350 g de areia e 225 g de água (1: 3: 2).

Os resultados das resistências à compressão das argamassas são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10: Resultados das resistências à compressão das argamassas do traço, por peso, para retificação e assentamento

Referência	3 Provetes I	3 Provetes II	3 Provetes III
Idade do provete (dias)	28	28	28
Condições de conservação	Húmido	Húmido	Húmido
Dimensões (mm)	50X50X50	50X50X50	50X50X50
Secção recta (mm <sup>2</sup> )	2500	2500	2500
Massa do provete (g)	0,2677	0,266	0,2654
Tipo de rotura	Normal	Normal	Normal
Carga de rotura (kN)	36,09	40,47	43,99
Tensão de rotura (MPa)	14,44	16,19	17,60
Media (MPa)	16,07		

### Análise dos resultados

Para facilitar a análise dos resultados obtidos, a Tabela 11 mostra a comparação dos materiais ensaiadas da resistência e envelhecimento.

Tabela 11: Comparação de materiais

Materiais	Resistência à compressão (MPa)	Sulfato Sódio por imersão Pi (%)	Nevoeiro Salino M (%)	Sulfato sódio por Capilaridade Pi (%)
Bloco de cimento furado	4,9	78,5	1,1	6,0
Argamassa assentamento	8,5	19,5	5,9	86,3

Estudo das paredes de construção do Estatal em Díli construção dos blocos de cimento.

Ensaio visual e fotos de paredes do edifício de blocos de cimento, patrimônio histórico da Indonésia (State Building).

As patologias encontradas nas alvenarias de blocos de cimento dos edifícios são amostradas nas paredes da construção de estatal de Dili Timor-Leste, na Figura 6a) e b) são ações humanas mal projetadas com análises e modelos de dimensionamento incorretos. Na Figura 6c), mostram as ações químicas naturais devido à presença de umidade e ações das humanas devido às características e consciências e na Figura 6d) por falta de civilidade.

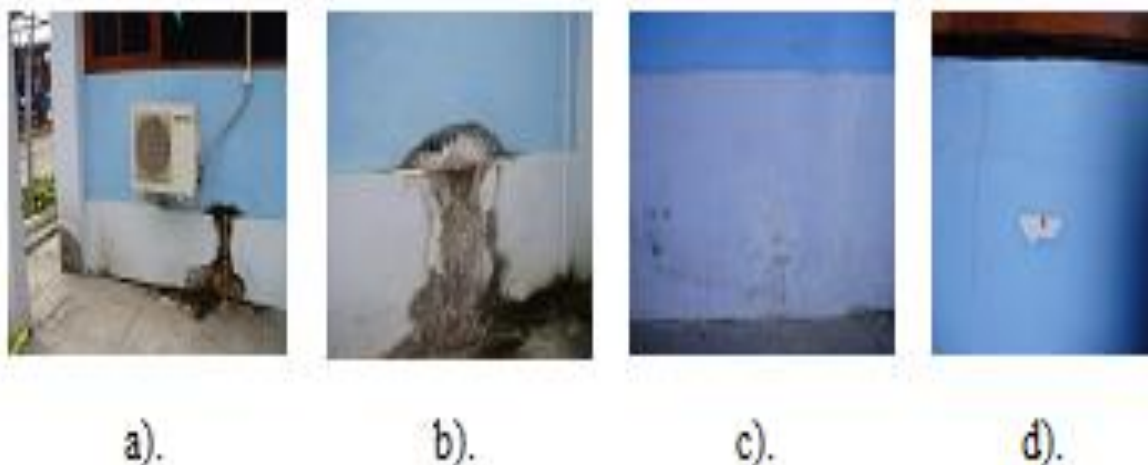


Figura 6: Patologias da superfície da alvenaria de blocos de cimento

### Conclusões

Do passado existe uma história que marca uma evolução na utilização das paredes de alvenaria e atualmente existem motivações económicas para a promoção de uma tecnologia mais racional e assente na simplicidade construtiva, justificando o investimento da comunidade técnica e científica em geral.

A construção de blocos de cimento nos últimos anos tem maior utilização, principalmente nas construções de alvenaria em edifícios modernos. Nos países desenvolvidos da Ásia por exemplo Timor-Leste, Indonésia, 95% - 98% das populações usam este produto.

Na empresa Cimenteira do Louro concluiu-se que a marcação CE está muito implementada e que existe uma grande quantidade de materiais já devidamente certificados.

Os resultados dos ensaios em materiais de alvenaria como blocos de cimento furados e argamassas obtidos mostram que, quando protegida por uma tinta de resina epóxi, resiste melhor ao ataque do sulfato de sódio.

Em grande parte das falhas a água, o clima e o ambiente representa um papel importante: como meio de transporte para colorantes originando manchas, sais ou simplesmente como responsável de danos.

A utilização de materiais de qualidade para alvenaria mais duráveis significa uma vida útil maior e um menor consumo de recursos.

## **Agradecimentos**

Este trabalho foi financiado pela Adenda nº 20 ao Protocolo de Cooperação Cultural, Científica, Pedagógica e Institucional entre a Universidade do Minho e a Universidade Nacional de Timor Lorosa'e. O primeiro autor agradece o apoio da Universidade Nacional de Timor Lorosa'e esta investigação foi concluída com sucesso.

## **Referências**

- [1] M. A. Eduardo luso, Paulo B. Lourenço, *Caracterização de edificado, Centro Histórico de Bragança*.
- [2] P. B. Lourenço, F. Pagaimo, and E. Júlio, *Caracterização das paredes de alvenaria da vila de Tentúgal*, Rev. Portugal Eng. Estruturas, vol. 54, (2005) 35–42, 2005.
- [3] J. Gouveia, P. Lourenço, e G. Vasconcelos, *Soluções construtivas em alvenaria*, Congresso Construção 2007, (2007) 1–12.
- [4] Sobrinho, Carlos Wellington de Azevedo Pires, *et al.*, *Blocos de Concreto: Característica do Processo de Produção na Região Metropolitana do Recife*. Rio de Janeiro RJ. Brasil: s.n., 2008.
- [5] Reis Miguel, *A Marcação CE nos Produtos da Construção*, 2009.
- [6] BS-EN197-1: Cement Part 1: Composition, Specifications and Conformity Criteria for Common Cements, Br. Stand., no. November, p. 50, 2011.
- [7] C.-04a A. S. ASTM, America Standard for cement.
- [8] NP EN 206-1, A Especificação do Betão. Guia para a utilização da norma, Instituto Português da Qualidade, 19, Lisboa, Portugal, 2008.
- [9] J. L. B. de Aguiar, *Materiais de construção I, sobre Pedras, Ligantes, argamassas, madeiras e Metais*. Universidade do Minho, Guimarães Portugal, 2007.
- [10] EN 1015-11, Determination of flexural and compressive strength, 1999.
- [11] NP EN 13139/AC, Agregados para Argamassas, Instituto Português da Qualidade, Caparica, Lisboa, 2010.
- [12] NP EN 998-1\_2003, Standard, Specification for masonry units- Natural stone masonry, 2000.
- [13] EN 998-2 Standard, Specification for mortar for masonry - Part 2: Masonry mortar, European Committee for Standardization, Caparica, 2001.

- [14] NP EN 1097-6 Standard, Norma Europeia - Tests for mechanical and physical properties of aggregates, CEN - Comité Européu de Normalização, 2000.
- [15] M. F. P. Pereira, *Anomalias Em Paredes De Alvenaria Sem Função Estrutural*, (2005) 489.
- [16] M. G., *Mecanismo de ruptura de alvenaria de blocos à compressão*, 2007.
- [17] NP-EN-933-1, Agregados - Análise granulometria, 2002.