

## REBOCOS DE TERRA: INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE ÓLEO DE LINHAÇA E COMPARAÇÃO COM REBOCOS CONVENCIONAIS



**J. LIMA**

Arquitecto, est. doutoramento  
FA – ULisboa  
Lisboa; Portugal  
jose.lima.ferreira@gmail.com



**S. SILVA**

Est. Mestrado  
DEC – NOVA  
Caparica; Portugal  
smv.silva@campus.fct.unl.pt



**P. FARIA**

Professora Associada  
DEC– NOVA e CERIS  
Caparica; Portugal  
paulina.faria@fct.unl.pt

### RESUMO

Este artigo pretende avaliar o efeito da adição de óleo de linhaça em argamassas formuladas com terra íltica, extraída da bacia sedimentar do Algarve. Especificamente pretende-se avaliar se a adição de quantidades reduzidas de óleo de linhaça pode melhorar o desempenho mecânico destas argamassas de terra. Procedeu-se à caracterização das argamassas no estado fresco e no estado endurecido, comparando-se os resultados obtidos com os resultados de argamassas realizadas com ligantes convencionais: gesso, cal aérea e cal hidráulica. Os resultados obtidos demonstram que a adição de quantidades reduzidas de óleo de linhaça melhora de forma significativa o desempenho das argamassas de terra, nomeadamente as resistências à tração por flexão, à compressão e à abrasão, assim como a aderência ao suporte e a coesão superficial, registando valores semelhantes, ou superiores, às argamassas de ligantes convencionais.

**Palavras-chave:** Reboco de terra, Ligante convencional, Óleo de linhaça, Caracterização de argamassa, Norma de ensaio.

### 1. INTRODUÇÃO

As argamassas são produtos vastamente utilizados na construção, tendo como principal objetivo a proteção das paredes, devendo resistir à ação da água da chuva, enquanto aplicadas como rebocos exteriores, podendo também contribuir para a qualidade do ar e conforto dos ocupantes dos edifícios, quando aplicadas como rebocos interiores.

Atualmente, as argamassas de terra são cada vez mais reconhecidas como um produto eco-eficiente, contribuindo para o ciclo de vida sustentável dos edifícios, principalmente devido à baixa energia incorporada e reciclabilidade, quando comparadas com outro tipo de argamassas. Este facto acontece porque, para além das argamassas genéricas de terra não conterem ligantes correntes que necessitem de processos de fabrico específicos (que envolvam extração da pedra, transporte, calcinação, moagem, com inerentes consumo de energia), existe também uma grande disponibilidade de recursos de terra argilosa, que muitas vezes é um resíduo de escavação, permitindo assim a diminuição de impactos ambientais [1][2].

As argamassas de terra, quando comparadas com outros tipos de argamassas usadas para a execução de rebocos interiores, apresentam grande capacidade de adsorção e desadsorção de vapor de água. Este fenómeno deve-se à alta higroscopicidade dos materiais argilosos [3][4], permitindo que as argamassas de terra atuem como reguladores de humidade, e desta forma, contribuam para o equilíbrio da humidade relativa (HR) no ambiente interior dos edifícios

[1][5][6]. Este fenómeno de regularização da HR promove a qualidade do ar e a percepção de conforto dos ocupantes, pois quanto maior é a HR, maior é a percepção de frio e calor por parte dos ocupantes dos edifícios [7]. Por outro lado, o equilíbrio da HR no interior das habitações atenua alguns problemas de saúde tais como asma e alergias, ou inflamações provocadas por ambientes interiores excessivamente secos[8].

No entanto, apesar do grande interesse científico pelas argamassas de terra, ainda não existem Normas europeias para este tipo de argamassas. A norma alemã DIN 18947 publicada em 2013 pelo Deutsches Institut für Normung (DIN) [9], é a primeira norma a nível europeu especificamente dedicada a argamassas de terra não estabilizadas com ligantes correntes, definindo alguns requisitos e métodos de ensaio. Esta norma tem vindo já a ser seguida por alguns investigadores para a avaliação física e mecânica deste tipo de argamassas [10][11][12][13].

Os procedimentos de ensaio utilizados para esta campanha experimental, que caracteriza argamassas de terra especificamente formuladas com uma terra argilosa da bacia sedimentar Algarvia, basearam-se na norma DIN, pretendendo-se avaliar o efeito da adição de óleo de linhaça nas argamassas de terra. Dado que as argamassas de terra apresentam resistência mecânica relativamente baixa, tenciona-se avaliar especificamente se a adição de óleo de linhaça melhora esse desempenho. Efetua-se ainda uma comparação entre as argamassas de terra caracterizadas e argamassas realizadas com ligantes convencionais, tais como gesso, cal aérea e cal hidráulica.

## **2. MATERIAIS**

Este trabalho apresenta a caracterização de três argamassas de terra, tendo como base a mesma terra argilosa, proveniente de um "barreiro" localizado no sector Este da sub-região do "Barrocal" Algarvio. Este "barreiro" insere-se num grupo de zonas de exploração de terras argilosas que pertencem a pequenas unidades de produção de cerâmica tradicional [12]. Esta zona apresenta uma grande concentração de terras argilosas, que se caracterizam pela presença de argilas com elevado teor de ilite devido à sua formação associar-se a um processo geológico de sedimentogenises em ambiente marítimo [14].

Uma vez que, quando combinada com uma expansão reduzida quando humedecida, a ilite promove uma elevada adsorção de vapor de água, a grande concentração de argila ilítica foi o fator mais importante na escolha desta terra para o desenvolvimento deste estudo. Estas propriedades resultam da estrutura cristalina de alumino-silicato da ilite, que se organiza numa sucessão de camadas de tetraedros/octaedros/tetraedros, em que os espaços intercalados entre si são ocupados por cátions de potássio, e que provocam a baixa expansibilidade [3][4].

Estas características tornam-se muito importantes na realização de rebocos interiores, pois melhoram a capacidade dos rebocos se comportarem como reguladores de humidade nos ambientes interiores e, ao mesmo tempo, limitam a ocorrência de fissuras devido à reduzida retração da argamassa durante a fase de secagem, permitindo uma melhor aplicação em obra e melhorando o potencial da argamassa enquanto solução de revestimento interior.

Após a extração da terra, esta foi seca, desagregada e passada pelo peneiro de malha de 2 mm, eliminando-se assim as partículas de dimensões superiores. A distribuição da dimensão das partículas de terra argilosa (designada neste estudo como E) analisou-se através de peneiração seca, de acordo com o procedimento de ensaio indicado na norma EN 1015-1 [15], apresentando-se a curva de distribuição granulométrica na Figura 1.

De forma a ser possível enquadrar os resultados obtidos com as argamassas de terra, foram também caracterizadas mais três argamassas, tendo como ligantes o gesso, a cal aérea e a cal hidráulica natural, geralmente consideradas como apropriadas para rebocos interiores, particularmente em reabilitação. Na formulação da argamassa de gesso, foi utilizado um gesso hemihidratado não aditivado, composto por sulfato de cálcio natural, de cor branca, produzido e comercializado pela empresa SIVAL (designado neste estudo como G). Este gesso é de aplicação manual, pelo que é recomendado para a execução de estuques em paredes e tetos pelo método tradicional. É comercializado na forma de pó micronizado (resíduos nos peneiros:  $500\mu\text{m} \leq 0,10\%$ ;  $300\mu\text{m} \leq 0,65\%$ ), e está pronto a ser utilizado por amassadura mecânica com água na proporção de um litro de água para 1,45 kg de gesso [16]. Na formulação da argamassa de cal aérea, foi utilizada uma cal cálcica de construção, produzida e comercializada pela empresa Lusical como H100 (designada neste estudo como CL). Este ligante apresenta um elevado teor de hidróxido de cálcio ( $> 93\%$ ) e é comercializado em forma de pó micronizado (retido no peneiro de  $125\mu\text{m}$ ) [17], após calcinação de rocha calcária e hidratação por aspersão com água. Na formulação da argamassa de cal hidráulica natural, utilizou-se uma NHL3.5 (designada como NHL), de cor bege, constituída por silicatos e aluminatos de cálcio e hidróxido de cálcio, produzida

pela empresa SECIL Argamassas. Obtém-se por cozedura de calcário margoso, seguida de moagem e, para além de presa hidráulica apresenta também presa aérea, obtida por carbonatação com o  $\text{CO}_2$  atmosférico. É comercializado na forma de pó micronizado (resíduos nos peneiros:  $90\mu\text{m} \leq 0,15\%$ ;  $200\mu\text{m} \leq 5,0\%$ ) e está pronto a ser utilizado por amassadura mecânica, juntamente com areia e água [18].

Para a formulação de todas estas argamassas utilizou-se uma areia de granulometria fina, designada por SF (Sand Fine), extraída de um areeiro localizado em Mesquita, na região de Sesimbra. Esta areia foi previamente passada pelo peneiro com malha de 4,75mm, eliminando-se assim todas as partículas de maiores dimensões. A distribuição granulométrica da areia referida também foi analisada através de peneiração seca, de acordo com o procedimento de ensaio indicado na norma EN 1015-1 [15], apresentando-se a curva de distribuição granulométrica na Figura 1.

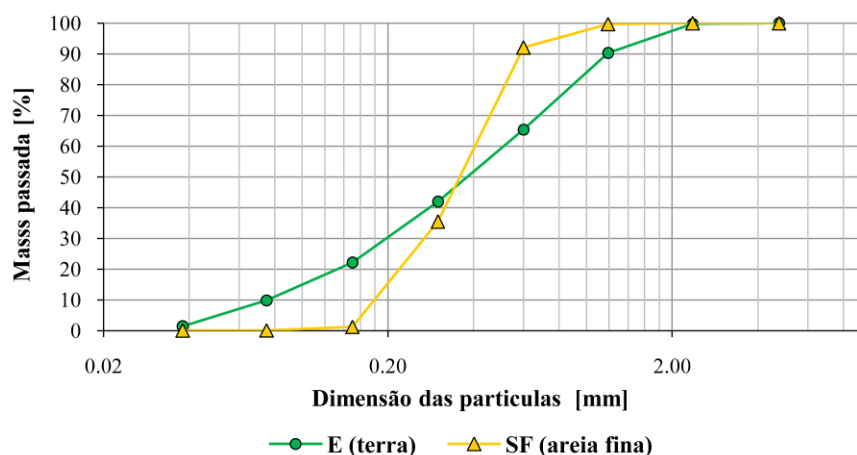


Figura 1: Curva granulométrica a seco da terra argilosa e da areia utilizada nas argamassas

Foi utilizado um óleo de linhaça comercializado pela empresa TINTINHAS (designado por LO) sendo caracterizado por um líquido castanho e de odor característico com uma densidade de  $0,93 \pm 0,02$ , que para além da sua aplicação em madeiras naturais, é também utilizado como constituinte de diversos tipos de massas de enchimento (como a massa de vidraceiro). Segundo o fabricante, este produto quando aplicado em tintas à base de óleo, aumenta a fluidez e retarda a sua secagem [19].

### 3. FORMULAÇÃO DE ARGAMASSAS E CARATERIZAÇÃO NO ESTADO FRESCO

Três das argamassas foram formuladas com a mesma proporção de terra e areia, ao traço volumétrico 1:3. A argamassa designada de E1SF3, foi formulada sem adição de óleo de linhaça, sendo considerada a argamassa de terra de referência. As argamassas E1SF3\_L02 e E1SF3\_L05 incluíram a adição de diferentes percentagens de óleo de linhaça, respetivamente 2% e 5%, calculadas em relação ao volume total de terra e areia. As argamassas G1SF3, CL1SF3 e NHL1SF3 foram formuladas também ao traço volumétrico 1:3, considerando-se estas as argamassas como referência dos respetivos ligantes convencionais. A Tabela 1 apresenta as formulações das argamassas de acordo com os rácios volumétricos e mássicos dos materiais constituintes, assim como os resultados obtidos em termos de massa volúmica no estado fresco, avaliada com base na norma EN 1015-6 [20], e consistência por espalhamento, avaliada com base na norma EN 1015-3 [21].

Na preparação e mistura das argamassas de terra e das argamassas realizada com cais, assim como na sua caracterização no estado fresco, foi seguida a norma DIN 18497 [9], que prevê um procedimento de preparação das argamassas de terra compreendendo um primeiro período de 60 s de amassadura mecânica, incluindo o tempo inicial de colocação de água na cuba da amassadora em funcionamento, seguindo-se um período de 5 min de repouso da argamassa, e por fim um novo período de 30 s de amassadura mecânica. Para as argamassas de gesso, foi necessário adaptar este ensaio às propriedades deste material, uma vez que este ligante apresenta um tempo de presa muito reduzido (entre 5 a 10 minutos), pelo que se optou por um período de amassadura de 90 s, não se realizando o tempo de repouso intermédio. As argamassas foram preparadas tendo em conta a quantidade mínima de água necessária de forma apresentarem uma boa trabalhabilidade e valores de consistência por espalhamento compreendidos entre os limites estabelecidos pela norma DIN 18497 [9] ( $175 \pm 5\text{mm}$ ), aferidos pela norma EN 1015-3 [21].

Tabela 1: Composição e caracterização das argamassas no estado fresco

Argamassas	Rácios Volumétricos				Rácios Mássicos				Massa Volúmica [kg/m <sup>3</sup> ]	Consistência Espalhamento [mm]
	Terra [%]	Areia [%]	Óleo [%] <sup>(a)</sup>	Água [%] <sup>(a)</sup>	Terra [%]	Areia [%]	Óleo [%]	Água [%] <sup>(b)</sup>		
E1SF3	25,0	75,0	-	24,6	22,6	77,4	-	16,9	2018,8	173,2
E1SF3_LO2			2,0	22,1	22,4	76,4	1,2	15,0	1946,7	170,3
E1SF3_LO5			5,0	20,8	21,9	75,0	3,1	13,9	1925,6	171,2
G1SF3			-	24,0	12,7	87,3	-	18,6	1936,3	175,9
CL1SF3			-	25,4	7,2	92,8	-	20,9	1958,4	169,6
NHL1SF3			-	25,6	13,5	86,5	-	19,6	1980,5	178,4

(a) – Percentagem de volume adicionado em relação ao volume total de terra e areia

(b) – Percentagem de massa adicionada em relação à massa total dos restantes materiais constituintes

#### 4. CARATERIZAÇÃO NO ESTADO ENDURECIDO

A caracterização no estado endurecido das argamassas analisadas seguiu a norma DIN 18947 [9] e a serie de normas EN 1015, nas respetivas partes aplicáveis [22][23][24], assim como, procedimentos proposto por outros investigadores [11][25][26]. Para cada formulação de argamassa foram executados provetes prismáticos em moldes metálicos, de dimensões 40 mm x 40 mm x 160 mm, e provetes circulares em anéis de plástico com diâmetro de 90 mm e espessura de 20 mm. Foram também realizados provetes através da aplicação de uma camada de argamassa, com 20 mm de espessura, sobre uma face de tijolos furados com dimensão aproximada de 30 cm x 20 cm.

A argamassa de terra de referência (E1SF3) e as duas argamassas de terra com adição de óleo de linhaça (E1SF3\_LO2 e E1SF3\_LO5), assim como a argamassas realizada com gesso (G1SF3), foram caracterizadas à idade mínima de 41 dias. As argamassas realizadas com cal área (CL1SF3) e com cal hidráulica (NHL1SF3) foram caracterizadas aos 56 dias de idade, compreendendo 30 dias de carbonatação acelerada em caixa com CO<sub>2</sub>, sendo a carbonatação dos provetes confirmada através de ensaio de fenolftaleína [25] (realizado na superfície de rotura dos provetes, imediatamente após o ensaio de resistência à flexão).

As seis argamassas foram caracterizadas em termos de retração linear avaliando a variação dimensional do comprimento dos provetes prismáticos, desde a sua moldagem [9], massa volúmica aparente por aferição geométrica de dimensões e avaliação da massa, com base na norma EN 1015-10/A1 [22], condutibilidade térmica através de um equipamento Heat Transfer Analyser ISOMET 2014 (com sonda de contacto API 210412 com diâmetro de 60mm), resistência à tração por flexão e à compressão com base na norma EN 1015-11 [23], aderência ao suporte com base na norma EN 1015-12 [24]. Para o ensaio de resistência à abrasão a seco foi seguido o procedimento definido na norma DIN 18947 [9] e escova de polietileno de dureza média, com 65 mm de diâmetro, como descrito por Faria et al. [11], avaliando-se a massa perdida ao fim de 20 rotações com uma carga constante sobre a escova. O ensaio de coesão superficial foi realizado segundo o procedimento proposto por Drdácý et al. [26] e Faria et al. [11], sendo a coesão superficial determinada através da aferição do incremento de massa de uma fita adesiva com 50 mm x 50 mm, após esta ser aplicada sobre a superfície dos provetes realizados sobre tijolos furados, e submetida a uma pressão com intensidade constante durante um determinado período de tempo. O aumento de massa da fita adesiva é determinado pela quantidade de partículas de argamassa que se encontram aderidas à fita após esta ser removida da superfície da argamassa.

#### 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta os resultados do ensaio de retração linear, sendo possível observar que as três argamassas de terra analisadas têm retração linear muito reduzida (< 0,2%), o que claramente respeita o limite de 2% estabelecido pela DIN 18947 [9], estando também em concordância com a baixa expansibilidade da ilite, prevalente na terra argilosa utilizada. O incremento da adição de óleo de linhaça tem influência pouco expressiva na retração linear das argamassas para as quantidades de adição consideradas. De entre as três argamassas realizadas com ligantes convencionais apenas a

argamassa G1SF3, realizada com gesso, apresenta retração linear superior às argamassas de terra analisadas, enquanto as argamassas de cais apresentam retrações comparáveis.

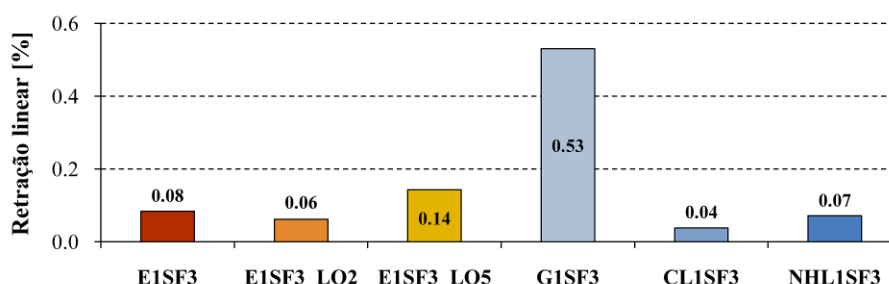


Figura 2: Retração linear

Relativamente à massa volúmica aparente no estado endurecido (Figura 3) verifica-se que todas as argamassas apresentam valores semelhantes, enquadrando-se as argamassas de terra na classe de massa volúmica 1.8 (de 1,61 kg/dm<sup>3</sup> a 1,80 kg/dm<sup>3</sup>) definida na norma DIN 18947 [9].

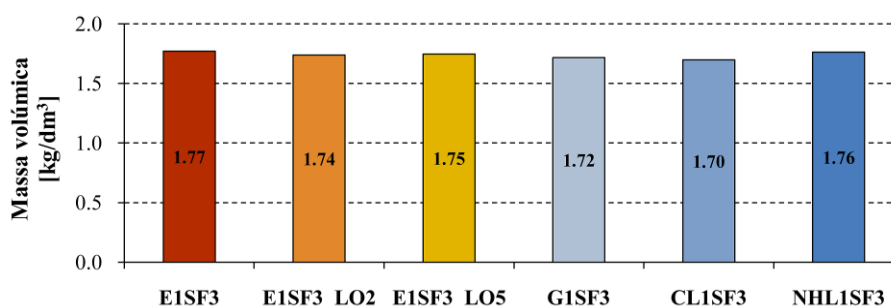


Figura 3: Massa volúmica aparente

Os resultados do ensaio de condutibilidade térmica (Figura 4) demonstram que as três argamassas de terra analisadas têm condutibilidade térmica ligeiramente superior às argamassas realizadas com ligantes convencionais, observando-se que o incremento da adição de óleo de linhaça, apenas de 2% para 5%, aumenta a condutibilidade térmica da argamassa de terra em cerca de 15%. No entanto, face às espessuras correntes de rebocos interiores, a variação entre rebocos não será muito significativa em termos de resistência térmica total da parede.

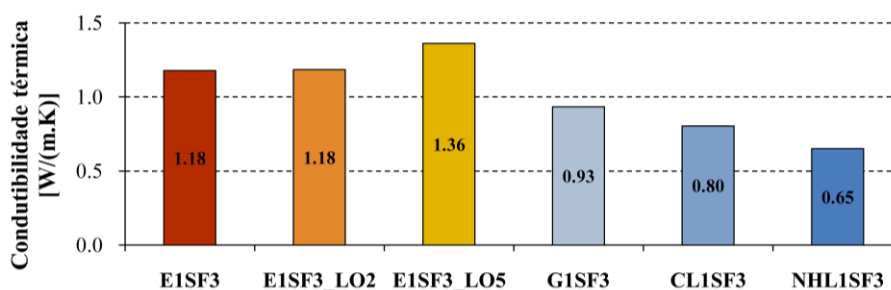


Figura 4: Condutibilidade térmica

O ensaio de resistência mecânica (Figura 5) revelou que nestas argamassas de terra a adição de óleo de linhaça, e o seu incremento, promovem o aumento significativo da resistência à compressão e da resistência à tração por flexão, assim como da sua aderência ao suporte. Este aumento de resistência pode ser considerado particularmente expressivo, uma vez que, as adições de apenas 2% e 5% de óleo de linhaça (E1SF3\_LO2 e E1SF3\_LO5) apresentam incrementos da resistência à compressão, respectivamente, de 58% e 170%. A tendência é também observada nos incrementos correspondentes de resistência à tração por flexão e aderência ao suporte para estas argamassas (Figura 5). De acordo com as classes de resistência definidas na norma DIN 18947 [9] a argamassa de terra de referência (E1SF3) não atinge os requisitos definidos para a classe S-I, a classe inferior de resistência mecânica definida na norma (compressão  $\geq 1,0$

N/mm<sup>2</sup>; tração  $\geq 0,3$  N/mm<sup>2</sup>; aderência  $\geq 0,05$  N/mm<sup>2</sup>). A adição de 2% de óleo de linhaça permite que a argamassa E1SF3\_LO2 passe a cumprir os limites desta classe, enquanto que a adição de 5% de faz com que a argamassa E1SF3\_LO5 supere os limites da classe S-II, a classe superior de resistência definida na norma (compressão  $\geq 1,5$  N/mm<sup>2</sup>; tração  $\geq 0,7$  N/mm<sup>2</sup>; aderência  $\geq 0,1$  N/mm<sup>2</sup>).

Em termos comparativos com as argamassas realizadas com ligantes convencionais, as argamassas com adição de óleo de linhaça apenas encontram paralelo, em termos de resistência mecânica, com a argamassa realizada com gesso, que apresenta valores de resistência intermédios em relação às duas quantidade de adição de óleo analisadas. As argamassas realizadas com CL e com NHL apresentam valores de resistência mecânica próximos da argamassa de terra de referência, registando-se no entanto, entre as argamassas realizadas com cais, maior resistência mecânica na argamassa realizada com NHL.

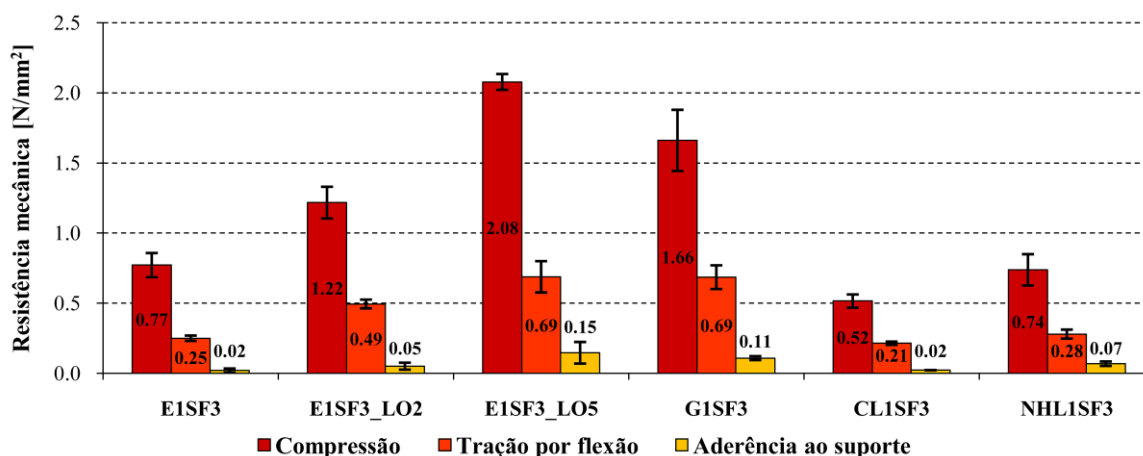


Figura 5: Resistência à tração por flexão, resistência à compressão e aderência ao suporte

A Figura 6 apresenta os resultados do ensaio de resistência à abrasão a seco e do ensaio de coesão superficial, sendo possível observar que as argamassas com adição de óleo de linhaça (E1SF3\_LO2 e E1SF3\_LO5) apresentam valores de perda de massa, referentes a ambos os ensaios, significativamente inferiores aos registados pela argamassa de terra de referência (E1SF3). No entanto, o efeito positivo do incremento de óleo, nas adições analisadas (2% e 5%), não é expressivo, observando-se apenas uma ligeira redução da perda de massa, em ambos os ensaios, possivelmente em virtude dos valores de perda de massa obtidos pela argamassa com adição de 2% de óleo (E1SF3\_LO2) serem já muito reduzidos. Considerando as duas classes de resistência à abrasão definidas na norma DIN 18947 [9] observa-se que a argamassa de terra de referência (E1SF3) não atinge os requisitos definidos para a classe S-I (classe inferior definida na norma, com perda de massa  $\leq 1,5$  g), enquanto ambas as argamassas com adição de óleo superam claramente os requisitos definidos para a classe S-II (classe superior definida na norma, com perda de massa  $\leq 0,7$  g).

Este contributo, da adição de óleo de linhaça para o incremento da resistência à abrasão e coesão superficial, assume ainda maior relevância em comparação com os resultados obtidos pelas argamassas realizadas com ligantes convencionais, as quais apresentam valores de perda de massa, para ambos os ensaios, sempre superiores às duas argamassas de terra aditivadas, com excepção do resultado de abrasão da argamassa NHL1FS3 que apenas é superado pela argamassa de terra E1SF3\_LO5, com maior adição de óleo de linhaça.

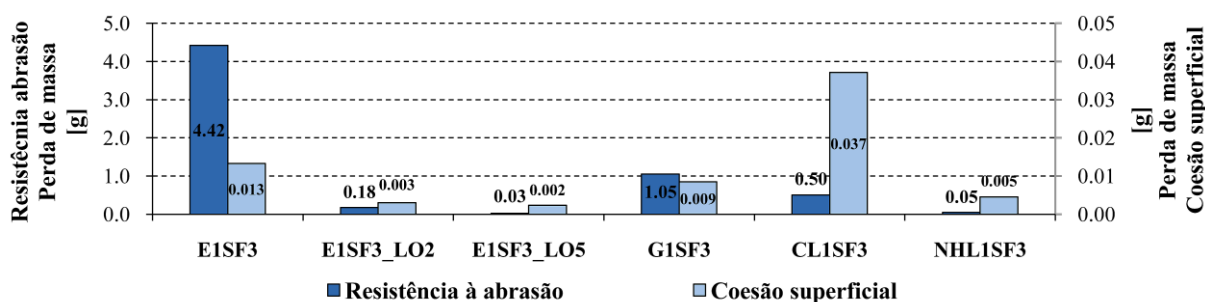


Figura 6: Resistência à abrasão e coesão superficial

## 5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesta investigação permitiram concluir que a adição de quantidades reduzidas de óleo de linhaça promoveu um efeito muito positivo no desempenho das argamassas de terra analisadas, nomeadamente em termos de resistência à tração por flexão, resistência à compressão, aderência ao suporte, assim como resistência à abrasão a seco e coesão superficial. Verificou-se que nas argamassas analisadas a adição de apenas 2% de óleo de linhaça promoveu o incremento da resistência à compressão em 58%, enquanto que a adição de 5% do mesmo óleo registou um incremento da resistência à compressão de 170%. Tendência semelhante foi também observada em termos de resistência à tração por flexão e aderência ao suporte. Estas quantidades de adição de óleo de linhaça, 2% e 5%, permitiram que as argamassas analisadas alcançassem, respetivamente, os requisitos das classes de resistência S-I e S-II, definidas na norma DIN 18947 [9]. Os ensaios de resistência à abrasão a seco e coesão superficial revelaram também que a adição de óleo de linhaça, nas quantidades analisadas, promoveu a melhoria significativa do desempenho das argamassas de terra em ambos os ensaios, possibilitando a estas superar os requisitos da classe superior de resistência à abrasão definida na norma DIN 18947 [9]. Este contributo, da adição de óleo de linhaça, para a melhoria da resistência mecânica, da resistência à abrasão a seco e para a coesão superficial, das argamassas de terra, assume ainda maior relevância em comparação com os resultados obtidos pelas argamassas realizadas com ligantes convencionais, das quais apenas a argamassa realizada com gesso registou valores de resistência mecânica comparáveis às argamassas de terra aditivadas. As argamassas realizadas com cais CL e NHL registaram valores de resistência mecânica próximos da argamassa de terra de referência. Cumulativamente, verificou-se também que a adição de óleo de linhaça não prejudicou de forma significativa outras propriedades das argamassas analisadas, tais como a retracção linear e a condutibilidade térmica.

A procura de soluções para a melhoria do desempenho mecânico das argamassas de terras é um aspecto importante para a sua viabilidade construtiva, que tem sido investigado por diversos autores [12][13], afigurando-se agora a adição de óleo de linhaça como uma solução promissora. Sugere-se contudo o desenvolvimento de mais investigação no sentido de avaliar qual o efeito da adição de maiores quantidades de óleo e qual o seu limite máximo útil, assim como se a sua presença nas argamassas de terra promove outras vantagens, ou desvantagens, como seja o eventual aumento da resistência destas argamassas face à presença de água ou a libertação de odores ou compostos orgânicos voláteis. Será também importante avaliar se a adição deste tipo de óleo prejudica a capacidade de adsorção e desadsorção de vapor de água, uma das características mais importante das argamassas de terra, uma vez que possibilita que estas contribuam para a regulação da humidade relativa do ambiente interior dos edifícios, e consequentemente para a melhoria da percepção de conforto térmico e da qualidade do ar interior.

## 6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem toda a ajuda prestada pelo Eng.º Vítor Silva nos Laboratórios de Construção do Departamento de Engenharia Civil, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa, assim como ao projecto DB-Heritage – Database of building materials with historical and heritage interest (PTDC/EPH-PAT/4684/2014).

## 7. REFERÊNCIAS

- [1] Minke, G., “Building with earth: design and technology of a sustainable architecture”, Basel: Birkhauser - Publishers for Architecture, 2006, 199 p.
- [2] Melià, P. et al., “Environmental impacts of natural and conventional building materials: a case study on earth plasters”, *Journal of Cleaner Production*, 2014, vol. 80, pp. 179-86.
- [3] Botelho-da-Costa, J., “Caracterização e constituição do solo”, 1ª edição, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1973, (7ª edição, 2004), 527 p.
- [4] Gomes, C., “Argilas: o que são e para que servem”, 1ª edição, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1988, 457p.
- [5] Maddison, M. et al., “The humidity buffer capacity of clay-sand plaster filled with phytomass from treatment wetlands”, *Building and Environment*, 2009, vol. 44, pp. 1864-1868.
- [6] Liuzzi, S., et al., “Hygrothermal behaviour and relative humidity buffering of unfired and hydrated lime-stabilised clay composites in a Mediterranean climate,” *Building and Environment*, 2013, vol. 61, pp. 82-92.
- [7] Moret-Rodrigues, A. et al., “Térmica de edifícios”, 1ª edição, Alfragide, Edições Orion, 2009, 673 p.
- [8] WHO “Guidelines for indoor air quality: dampness and mould”, Copenhagen, World Health Organization - Regional Office for Europe, 2009, 228 p.



- [9] DIN 18947: 2013: "Earth plasters – Terms and definitions, requirements, test methods (em alemão)." Berlin, DIN – Deutsches Institut für Normung.
- [10] Delinière, R. et al., "Physical, mineralogical and mechanical characterization of ready-mixed clay plaster", *Building and Environment*, 2014, vol. 80, pp. 11-17.
- [11] Faria, P. et al., "Experimental characterization of an earth eco-efficient plastering mortar", *Journal of Materials in Civil Engineering*, 2015, vol. 28 (1), pp. 04015085-1-9.
- [12] Lima, J. et al., "Earthen Plasters Based on Illitic Soils from Barrocal Region of Algarve: Contributions for Building Performance and Sustainability", *Key Engineering Materials*, 2016, Vol. 678, pp. 64-77.
- [13] Lima, J.; Faria, P., "Eco-efficient earthen plasters . The influence of the addition of natural fibers", *Natural Fibres: Advances in Science and Technology Towards Industrial Applications. From Science to Markets*, RILEM Book Series, Figueiro & Rana, 2016. vol. 12, pp. 315-327.
- [14] Manuppella, G. et al., "Contribuição para o conhecimento das características das argilas do Algarve", Porto, *Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro e Laboratório da DGGM*, 1985, Tomo 27, pp.59-75.
- [15] EN 1015-1:1998– "Methods of test for mortar for masonry - Part 1: Determination of particle size distribution (by sieve analysis)", Brussels, CEN.
- [16] SIVAL "Ficha técnica de produto: Gesso estuque", ficheiro PDF, Consultado em 2016-05-07, Disponível em: <http://sival.pt/pt/content/6-catalogos>
- [17] LUSICAL "Ficha técnica de produto: Cal aérea H100", ficheiro PDF, Consultado em 2016-05-07, Disponível em: [http://www.lhoist.com.pt/fichas\\_tecnicas/FP\\_LUSICAL\\_H100.pdf](http://www.lhoist.com.pt/fichas_tecnicas/FP_LUSICAL_H100.pdf).
- [18] SECIL "Ficha técnica de produto: Cal hidráulica NHL3.5", ficheiro PDF, Consultado em 2016-05-07, Disponível em: <http://www.secilargamassas.pt/en/natural-hydraulic-lime/range-of-products/secil-nhl-35>
- [19] TINTINHAS "Ficha técnica de produto: óleo de linhaça", ficheiro PDF, Consultado em 2016-05-07, Disponível em: [http://divercol.pt/tintinhas/produtos/produtos.php?categoria=madeiras&prd=oleo\\_de\\_Linhaca#horizontalTab3](http://divercol.pt/tintinhas/produtos/produtos.php?categoria=madeiras&prd=oleo_de_Linhaca#horizontalTab3)
- [20] EN 1015-6: 1999 "Methods of test for mortar for masonry. Part 6: Determination of bulk density of fresh mortar", Brussels, CEN.
- [21] EN 1015-3: 1999 "Methods of test for mortar for masonry; Part 3: Determination of consistence of fresh mortar (by flow table)", Brussels, CEN.
- [22] EN 1015-10: 1999 "Methods of test for masonry; Part 10: Determination of dry bulk density of hardened mortar", Brussels, CEN.
- [23] EN 1015-11: 1999 "Methods of test for masonry; Part 11: Determination of flexural and compressive strength of hardened mortar", Brussels, CEN.
- [24] EN 1015-12: 2000 "Methods of test for mortar for masonry; Part 12: Determination of adhesive strength of hardened rendering and plastering mortars on substrates", Brussels, CEN.
- [25] Teutonico, J., "A Laboratory Manual for Architectural Conservators", Rome, ICCROM, 1988, 168 p.
- [26] Drdácý, J. et al., "Peeling tests for assessing the cohesion and consolidation characteristics of mortar and render surfaces", *Materials and Structures*, 2014, vol. 48(6), pp. 1947-1963.