

Argamassas de revestimento com baixa energia incorporada através da reutilização de resíduos

M. do Rosário Veiga ¹, Jorge de Brito ² e Nádia Lampreia ³

¹ Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, rveiga@lnec.pt

² Instituto Superior Técnico, Lisboa, jb@civil.ist.utl.pt

³ Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, nlampreia@lnec.pt



Figura 1



Figura 2



Figura 3



Figura 4



Figura 5

1. INTRODUÇÃO

As argamassas de revestimento com baixa energia incorporada, através da **reutilização de resíduos** considerados “inúteis” para a indústria, surgem como área de **oportunidade** para o ramo da construção. A indústria da **construção** consome grandes quantidades de recursos naturais não-renováveis e é também um dos **maiores produtores de resíduos (RCD)**. No LNEC tem sido investigado o **reaproveitamento de resíduos** com possibilidade de **inclusão em materiais de construção**.

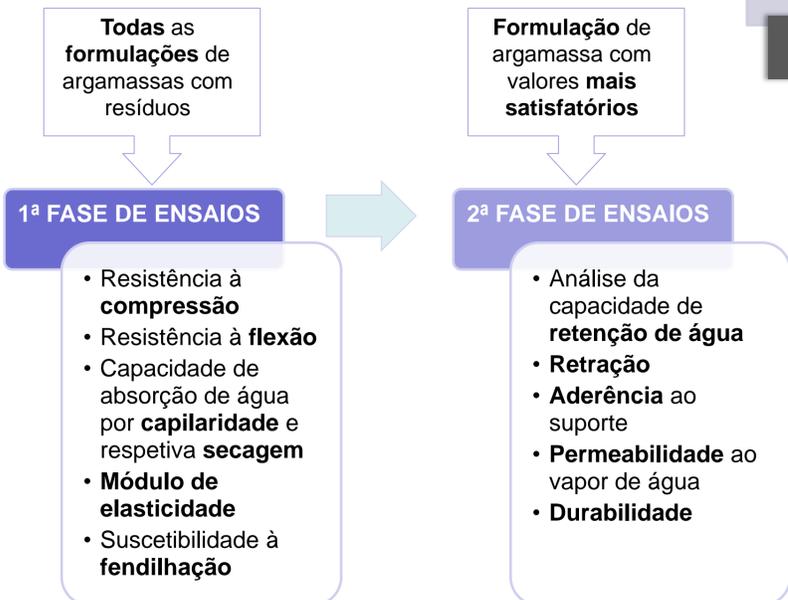
2. ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO COM RESÍDUOS INCORPORADOS

No NRI, em conjunto com o IST, têm sido desenvolvidos estudos sobre a temática, nomeadamente relacionados com a utilização de resíduos de trituração de **betão (RCD)** (Figura 1), resíduos de **barro vermelho** (Figura 2), resíduos de **pneus de borracha** (Figura 3), resíduos de **vidro** (Figura 4), resíduos de **lamas de pedreiras** (Figura 5). entre outros, em argamassas com ligante de cimento. Investigou-se o **desempenho** e a **durabilidade**, procurou-se identificar **características melhoradas** com cada tipo de resíduos e avaliou-se a viabilidade de reduzir o teor de cimento.



Figura 6

3. CAMPANHA EXPERIMENTAL



4. ANÁLISE DE RESULTADOS

ENSAIO	INCORPORAÇÃO DE RCD DE BETÃO EM ARGAMASSA DE CIMENTO (1:4)	
	Percentagem de substituição (em volume) da areia	
	0%	20%
Massa volúmica (estado fresco) (kg/m³)	1923,35	1909,85 (-1%)
Massa volúmica (estado endurecido) (kg/m³)	1725,84	1746,82 (+1%)
Resistência à flexão (MPa)	1,36	1,86 (+37%)
Resistência à compressão (MPa)	3,91	5,34 (+37%)
Coefficiente de capilaridade (kg/m²min ^{0,5})	1,27	1,24 (-2%)
Retenção de água (%)	63,81	89,26 (+40%)
Varição dimensional (retração) (%)	-0,0073	-0,0134 (+84%)
Aderência ao suporte (MPa)	0,33	0,27 (-18%)
Módulo de elasticidade (GPa)	7,07	8,25 (+17%)
Permeabilidade ao vapor de água (ng/(m.s.Pa))	23,9	25,2 (+5%)
Retração restringida e resistência à tração	Fraca suscetibilidade	Média suscetibilidade

ENSAIO	INCORPORAÇÃO DE RESÍDUOS DE PNEUS DE BORRACHA EM ARGAMASSA DE CIMENTO (1:4)	
	Percentagem de substituição (em volume) da areia	
	0%	15%
Massa volúmica (estado fresco) (kg/m³)	1942	1748 (-10%)
Massa volúmica aos 28 dias (estado endurecido) (kg/m³)	1758,49	1584,22 (-10%)
Massa volúmica aos 90 dias (estado endurecido) (kg/m³)	1781,98	1584,44 (-11%)
Resistência à flexão aos 28 dias (MPa)	1,26	0,99 (-21%)
Resistência à flexão aos 90 dias (MPa)	1,68	1,04 (-38%)
Resistência à compressão aos 28 dias (MPa)	4,22	2,52 (-40%)
Resistência à compressão aos 90 dias (MPa)	4,94	2,67 (-46%)
Coefficiente de capilaridade (kg/m²min ^{0,5})	1,07	1,03 (-4%)
Módulo de elasticidade aos 28 dias (GPa)	7,97	5,44 (-32%)
Módulo de elasticidade aos 90 dias (GPa)	8,48	4,79 (-44%)
Varição dimensional (retração) (%)	-0,0429	-0,0679 (+58%)
Aderência ao suporte (MPa)	0,51	0,34 (-33%)
Permeabilidade ao vapor de água (ng/(m.s.Pa))	7,46	11,01 (+44%)
Retração restringida e resistência à tração	Forte	Forte
Aderência ao suporte (após envelhecimento) (MPa)	0,66	0,66 (=)
Permeabilidade à água líquida (após envelhecimento) (kg/m².vh)	0,53	0,32 (-40%)

ENSAIO	INCORPORAÇÃO DE RESÍDUOS CERÁMICOS EM ARGAMASSA DE CIMENTO	
	Redução do teor de cimento através do traço volumétrico	
	Argamassa de referência (1:4)	Argamassa com resíduos (1:6)
Módulo de elasticidade (após 2 meses) (GPa)	14,6	11,9 (-18%)
Módulo de elasticidade (após 5 meses) (GPa)	13,9	11,5 (-17%)
Permeabilidade ao vapor de água (ng/(m.s.Pa))	23,10	30,26 (+31%)
Espessura da camada de ar de difusão equivalente a 20 mm de argamassa (m)	0,16	0,12 (-25%)
Permeabilidade - água absorvida (ml)	620	260 (-58%)
Aderência ao suporte (MPa)	0,34	0,38 (+12%)
Aderência ao suporte (após envelhecimento) (MPa)	0,68	0,68 (=)

ARGAMASSAS DE CIMENTO E AREIA		
+ RESÍDUOS DE CERÂMICA DE BARRO VERMELHO <ul style="list-style-type: none"> Todas as vertentes de modificação (Figura 6) podem resultar em argamassas de igual ou melhor desempenho em relação às convencionais (sem resíduos). <p><i>Tese Mestrado João Silva (IST, 2006)</i></p>	+ RESÍDUOS DE TRITURAÇÃO DE BETÃO <ul style="list-style-type: none"> Agregados finos de betão são viáveis enquanto material com enorme potencial de utilização na indústria da construção. Resultados superiores aos de argamassa convencional (sem resíduos) quer no comportamento mecânico, quer na capacidade de impermeabilização. <p><i>Tese Mestrado Catarina Neno (IST, 2010)</i></p>	+ RESÍDUOS DE PNEUS DE BORRACHA <ul style="list-style-type: none"> Piores desempenhos que as argamassas convencionais relativamente à resistência à compressão e à flexão por tração. Melhorias: descida do módulo de elasticidade e a alteração das características de resistência ao choque. <p><i>Tese Mestrado Diogo Pedro (IST, 2011)</i></p>

5. ESTUDOS DE INVESTIGAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO NO NRI SOBRE O TEMA

Argamassas de revestimento com a **incorporação de lamas de pedreiras** (por substituição de percentagem de areia) e com a **incorporação de resíduos do fabrico de papel** (como aditivo).

6. CONCLUSÕES

Os trabalhos de investigação realizados permitem um aprofundamento do conhecimento científico na temática da **reutilização de resíduos** reciclados com o **objetivo** de promover a **aplicação** desta tecnologia no **ramo da construção**. Os estudos pretendem garantir o **bom desempenho destas argamassas** de forma a cativar a comunidade técnica a investir e desenvolver a tecnologia necessária para a aplicação prática destes novos materiais de revestimento, nomeadamente em **argamassas pré-doseadas**. Pretende-se continuar a desenvolver esta linha de investigação, procurando os **resíduos** produzidos em maior quantidade, com menos aplicações conhecidas e com capacidade de introduzir **melhorias de desempenho em revestimentos**, através de vários **efeitos possíveis**, tais como: **filler**, **pozolânico**, **fibra**, **introdução de ar**, **plastificante**, aumento de **deformabilidade**, ou outro.