

NOVOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO À BASE DE GESSO E DESPERDÍCIOS INDUSTRIAIS

R. Eires, S. Jalali e A. Camões

Dept. de Engenharia Civil, Universidade do Minho, Campus de Azurém, 4800-058, Guimarães, Portugal
rute@civil.uminho.pt, said@civil.uminho.pt, aires@civil.uminho.pt

Resumo

Nos últimos anos, a economia sustentável a nível mundial tem prosperado significativamente e, cada vez mais, a qualidade de vida das populações pode ser considerada como intimamente relacionada com o uso de produtos alternativos na arquitectura e na construção, como por exemplo, os desperdícios industriais, convencionalmente designados como “materiais verdes”.

Este trabalho de investigação refere-se ao desenvolvimento de novos materiais compósitos à base de gesso incorporando granulado de cortiça, um subproduto da indústria da cortiça, fibras de celulose de desperdícios de papel e fibras têxteis provenientes da reciclagem de pneus usados. Estes compósitos poderão ser utilizados no fabrico de placas ou blocos para elementos de construção não estruturais, como por exemplo, paredes divisórias, revestimento de tectos ou paredes.

Como metodologia foram estudadas, inicialmente, as características físicas e mecânicas dos materiais componentes, nomeadamente o gesso seleccionado, disponível comercialmente, e designado como gesso estuque. Seguindo-se o desenvolvimento e caracterização dos compósitos com diferentes percentagens de cada material para se otimizar a incorporação de resíduos em função das resistências mecânicas pretendidas. A fim de melhorar a resistência à água e as propriedades mecânicas dos compósitos foi testada a incorporação, em quantidades reduzidas, de determinadas adições minerais ou poliméricas. Foram ainda estudados dois processos diferentes de produção dos compósitos, por moldagem simples ou por prensagem.

Os novos compósitos desenvolvidos têm a particularidade de serem sustentáveis, devido aos seus componentes reciclados, e permitem obter produtos com diferentes densidades segundo o processo de fabrico utilizado conforme as características pretendidas relativamente ao comportamento térmico e acústico.

Palavras-chave: recuperação de resíduos, materiais verdes, cânhamo industrial, cortiça, desperdícios de papel.

1 Introdução

O gesso é um material amplamente conhecido na área da construção pelas suas diversas aplicações, todavia é um material sobre o qual existe relativamente pouco conhecimento técnico, sobretudo ao nível da investigação. A produção europeia de gesso extraído atingiu cerca de 21 milhões de toneladas em 1996. A indústria europeia é constituída por 220 fábricas que fabricam produtos do gesso e empregam directa e indirectamente mais de 400000 pessoas [2]. Em Portugal, tem-se produzido desde o ano 2000 cerca de 500000 toneladas de gesso por ano [3]. O sector da construção consome aproximadamente 95% da produção total de gesso. Calcula-se que aproximadamente 80 a 90% de todos os acabamentos interiores e divisórias nos edifícios europeus são feitos a partir de produtos do gesso, tais como o estuque e o gesso cartonado. Devido às suas propriedades térmicas e acústicas, estes produtos contribuem de forma significativa para o conforto de milhões de pessoas. Em outros sectores (comerciais, industriais, etc), o gesso está também presente em 50 a 60% dos acabamentos interiores. Possuindo uma resistência extraordinária ao fogo, os produtos de gesso contribuem para a segurança de todos os edifícios, em particular os de acesso público como, por exemplo, os cinemas [2].

Uma das maiores deficiências do gesso como material de construção é a sua falta de resistência na presença de água ainda que, actualmente, este aspecto seja melhorado mediante a incorporação de aditivos à base de silicones ou poliméricos, como nas actuais placas de gesso cartonado, e com a incorporação de fibra de vidro. No entanto, os materiais de gesso existentes, apesar de poderem ser utilizados em zonas húmidas, ainda não possibilitam a sua utilização no exterior devido à carência de resistência ao contacto directo e de maior duração com a água.

O objectivo principal deste estudo é o desenvolvimento de placas à base de gesso com maior resistência às acções mecânicas e à água. A estas placas são ainda incorporados resíduos a fim de as tornar mais leves e mais sustentáveis. O estudo visa a elaboração de placas para elementos de construção não estruturais, por exemplo, revestimentos interiores e exteriores, paredes divisórias ou tectos falsos, podendo ainda existir a possibilidade de realizar outros elementos pré-fabricados mais resistentes e passíveis de utilização no exterior. Para tal, procedeu-se à caracterização e aperfeiçoamento do gesso como material de construção mais resistente à água para aplicações no exterior. Neste contexto, realizou-se um trabalho experimental com o objectivo de avaliar as características físicas deste material, os métodos de preparação e de moldagem mais adequados e a sua beneficiação por intermédio da incorporação de aditivos minerais, nomeadamente para retardar o tempo de presa e melhorar a resistência à água, mantendo a permeabilidade ao vapor de água, necessária para a respiração do edifício. A melhoria do comportamento em relação à água poderá ser conseguida, sobretudo, mediante a redução da quantidade de água na pasta de gesso e a utilização de prensagem em vez da tradicional moldagem com pasta húmida. Com a incorporação de resíduos ou subprodutos industriais ou agro-industriais pretende-se melhorar as características físicas do gesso, quer em termos de resistência à flexão, quer relativamente às suas propriedades térmicas e acústicas.

Para este estudo avaliou-se a incorporação de granulado de cortiça na pasta de gesso com o reforço de fibras de celulose e/ou fibras têxteis de pneu. Estes materiais foram seleccionados devido ao facto de serem materiais excedentes na indústria portuguesa e, principalmente, pelas suas propriedades inerentes.

A cortiça (casca da planta *Quercus Suber L*, conhecida por sobreiro), largamente existente em Portugal, é um material cujas características têm um considerável interesse para a indústria da construção. É considerado um material estratégico com enorme potencial devido à sua reduzida densidade, elasticidade, compressibilidade, resistência à água, absorção de vibrações e eficiência térmica e acústica [1].

Actualmente, o consumo anual de papel é da ordem dos 370 milhões de toneladas [6]. Reciclar o papel é, geralmente, encarado como a melhor opção ambiental. A celulose é um material auto-aglutinante,

que quando saturado e prensado liga as suas próprias partículas. Este material pode, assim, ser considerado como um ligante para os materiais seleccionados neste estudo.

A produção de pneus na Europa atinge cerca de 250 milhões de unidades por ano [5] e nos dias de hoje existem empresas de reciclagem que separam por novos processos tecnológicos, como a moagem criogénica, os componentes dos pneus usados: partículas de borracha, fibras de aço e fibras têxteis. As fibras têxteis têm aplicação no isolamento de materiais ou no reforço de produtos de betão [7]. Neste estudo, as fibras têxteis de pneus foram utilizadas com o objectivo de incrementar o reforço dos compósitos à base de gesso.

2 Materiais e Métodos

2.1 Caracterização dos materiais utilizados

2.1.1 Gesso

Para este estudo foram utilizados quatro tipos de gessos disponíveis comercialmente, no mercado português: gesso estuque de aplicação manual e de projectar, massa de acabamento (Sival, Portugal) e gesso escaiola (Iberplaco, Espanha).

De acordo com a análise química efectuada a estes gessos verificou-se que o gesso estuque e o gesso escaiola são dotados de uma pureza mais elevada do que o gesso de acabamento pelo elevado teor em sulfato (CaSO_4).

Em termos de dimensão de partículas observou-se em testes laboratoriais (EN 13279-2, 2004) que o gesso escaiola tem maior finura.

Em termos de humidade contida os testes (NP 319, 1963) mostraram que o gesso estuque tem uma humidade de 1,05% e o escaiola de 1,32%.

Foi também determinada por intermédio de ensaios (NP 318, 1963) a razão água/gesso necessária para a aplicação de gesso estuque convencional e a razão essencial para a hidratação do gesso. A razão obtida para o gesso estuque convencional foi de 0,52 e para a hidratação mínima cerca de 0,20.

2.1.2 Granulado de cortiça

O granulado utilizado é considerado um subproduto da indústria portuguesa de cortiça, contendo diversas partes da cortiça e com diferente tamanho de partículas. Neste estudo foi utilizada uma granulometria de 0 a 3mm. A densidade do granulado é de $384,5 \text{ kg/m}^3$ e a densidade absoluta de $160,0 \text{ kg/m}^3$.

2.1.3 Pasta de papel (fibras de celulose)

A pasta de papel, fibras de celulose, foi produzida em laboratório, triturando desperdícios de papel de escritório, pré-triturado, com água. A quantidade de água utilizada foi determinada consoante a quantidade de água necessária para a posterior mistura com gesso.

2.1.4 Fibras têxteis

As fibras têxteis utilizadas provêm de uma empresa de reciclagem de pneus usados no nosso país. Estas fibras são compostas por fios e cordões (70% de poliéster, 15% de nylon e 15% de fibra de vidro) e alguns resíduos de borracha.

2.2 Incorporação de celulose, granulado de cortiça e fibras têxteis em pastas de gesso

Foram produzidas quatro pastas diferentes com gesso estuque de acabamento e com uma relação água/gesso constante de 0,7. Uma foi preparada sem qualquer adição (mistura G), uma com adição de fibras de celulose (mistura G/Papel), uma com adição de granulado de cortiça (mistura G/Cortiça) e outra com fibras têxteis (mistura G/Têxteis).

As amostras foram conservadas à temperatura ambiente até aos 7 dias e, posteriormente, mantidas a 40°C, com o intuito de estabilizar a humidade contida.

A resistência à compressão destas amostras foi avaliada por intermédio de ensaios em provetes secos e saturados (após imersão), correspondendo à designação (Comp Sec e Com Sat). Estes ensaios foram realizados com o objectivo de avaliar a perda de resistência durante o contacto directo com a água. As composições referidas foram, também, submetidas a ensaios de flexão e de absorção de água por imersão até duas horas à temperatura ambiente.

2.3 Redução da absorção de água mediante moldagem por prensagem

Um método testado para reduzir a absorção de água consistiu em moldar os provetes das misturas à base de gesso recorrendo a prensagem. Com este procedimento foi possível minimizar a quantidade de vazios e reduzir a quantidade de água necessária para a mistura. Deste modo, produziu-se uma mistura muito mais compacta e, conseqüentemente, foi possível melhorar significativamente o seu desempenho.

Assim, foi preparada uma mistura de gesso com apenas 20% de água (em massa de gesso), o que corresponde ao teor mínimo de água para hidratação. Foi, também, adicionada uma pequena quantidade de retardador de presa para aumentar o tempo de início de cura.

Utilizando uma prensa hidráulica manual, foram produzidas amostras cilíndricas sob uma pressão de aproximadamente 275,8 kPa. Foram feitas amostras com duas temperaturas diferentes (temperatura ambiente de cerca de 25°C, e 50°C) e ambas foram mantidas após a moldagem à temperatura ambiente até aos 7 dias de idade dos provetes.

Para serem testadas, as amostras foram conservadas numa câmara a 40°C para estabilizar a humidade contida. Após este período, as amostras foram submetidas a ensaios de compressão e absorção de água por imersão até 2 horas. Os testes de imersão foram realizados de acordo com a norma portuguesa NP 762, 1969. As amostras saturadas em água também foram submetidas a ensaios de compressão.

2.4 Incorporação de celulose, granulado de cortiça e fibras têxteis em placas de gesso

Uma vez que a moldagem por prensagem se revelou prometedora, adoptou-se para a produção de placas de gesso. Para desenvolver estas placas foi necessário, numa primeira fase, realizá-las sem qualquer adição a fim obter o melhor processo de manufactura e encontrar a coesão e o acabamento adequados. Estas placas foram preparadas com um molde metálico de 200x200 mm², preenchido com a mistura fresca preparada com a relação água/gesso óptima de 0,20 e incorporando 0,3% (da massa de gesso) de um mineral retardador, borato de sódio.

As placas foram submetidas a uma pressão de 600,0 kPa durante 10 minutos. As placas foram removidas do molde no dia seguinte e conservadas a 40°C para cura acelerada e estabilização da humidade durante 7 dias. Estas placas foram designadas P0 na tabela 1 e na figura 6.

Do mesmo modo, as placas com granulado de cortiça e/ou fibras de celulose ou têxteis foram preparadas seguindo a mesma metodologias de mistura, moldagem e condições de cura (P1a até P4b na tabela 1). Seis misturas foram preparadas: duas com incorporação de granulado de cortiça, duas com pasta de papel e granulado de cortiça, duas com fibras têxteis e granulado de cortiça e outras duas com pasta de papel, granulado de cortiça e fibras têxteis (ver tabela 1).

Estas placas foram submetidas a ensaios de flexão aos 7 dias de cura para avaliar o seu comportamento mecânico.

Tabela 1 – Placas de gesso com adições (% em massa de gesso).

Placa	Cortiça %	Papel %	Têxteis %	γ (kg/m ³)
P0	–	–	–	1531,9
P1a	2,5	–	–	1460,4
P1b	5,0	–	–	1269,4
P2a	2,5	3,0	–	1168,9
P2b	5,0	3,0	–	1321,1
P3a	2,5	–	2,5	1281,4
P3b	5,0	–	2,5	996,0
P4a	2,5	3,0	2,5	1311,2
P4b	5,0	3,0	2,5	1198,9

3 Resultados e Discussão

3.1 Incorporação de celulose, granulado de cortiça e fibras têxteis em pastas de gesso



Figura 1 – Pastas de gesso com fibras de celulose, granulado de cortiça e fibras têxteis.

Analisado os resultados obtidos, e apresentados na figura 2, pode observar-se que a adição de fibras de celulose melhorou ligeiramente a resistência à flexão e manteve a resistência à compressão, sobretudo no estado saturado (Comp Sat). Contudo, as adições de cortiça e fibras têxteis diminuíram as resistências, sobretudo à compressão. Na resistência à flexão as fibras têxteis tiveram um comportamento similar às fibras de celuloses. Para ambas as adições foi possível constatar um comportamento mais dúctil durante a realização dos ensaios.

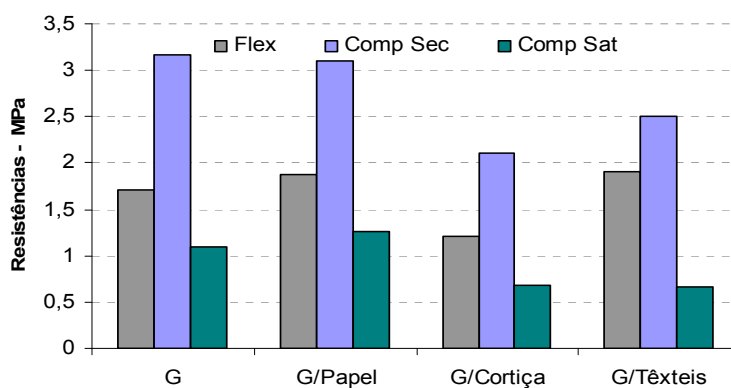


Figura 2 – Resistências mecânicas obtidas em pastas de gesso simples e com adição de papel, cortiça ou fibras têxteis.

A figura 3 mostra a redução de 15% de absorção de água nas misturas reforçadas com granulado de cortiça ou pasta de papel (G/Papel e G/Cortiça). Por outro lado, com a adição de fibras têxteis (G/Têxteis) verificou-se um pequeno aumento de absorção nos primeiros 30 minutos, estabilizando até às duas horas de absorção num valor inferior ao da pasta de gesso padrão (G).

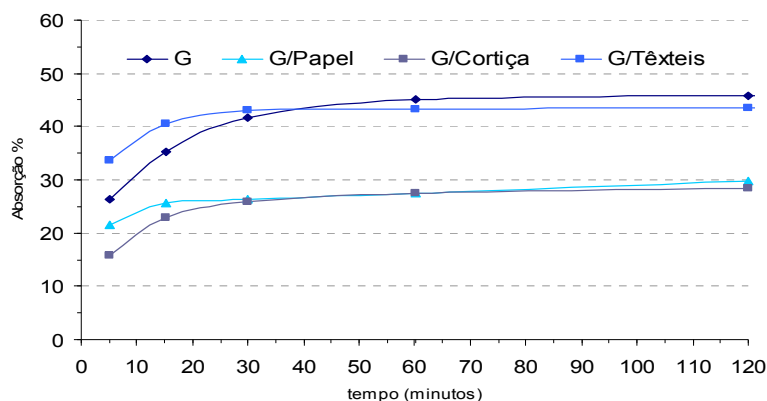


Figura 3 – Absorção de água das pastas de gesso.

3.2 Redução da absorção de água mediante moldagem por prensagem

Observando a figura 4 podem-se comparar os resultados de resistência à compressão obtidos com as amostras de gesso prensado com os gessos comerciais seleccionados, existentes no mercado português. Observa-se uma considerável melhoria da resistência nas amostras de gesso prensado, seja com moldagem à temperatura ambiente (G press 25), seja a 50°C (G press 50). No estado saturado, as amostras de gesso prensado a 50°C revelaram uma maior resistência face às moldadas a 25°C.

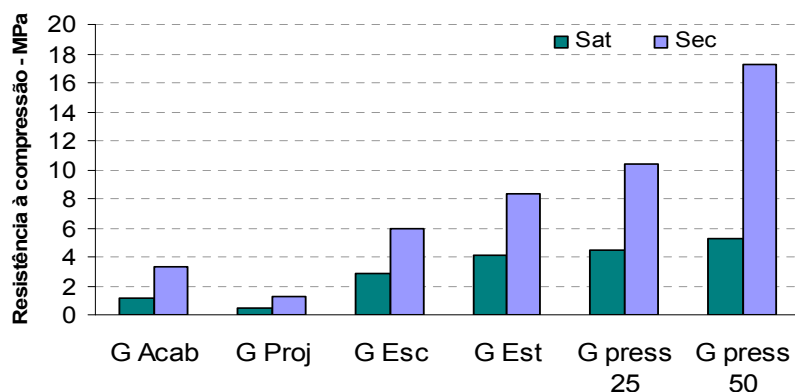


Figure 4 – Comparação de pastas de gesso e gesso prensado.

Na figura 5 é possível observar os níveis de absorção de água por imersão do gesso em pasta simples e do gesso prensado. Foi, também, determinada a absorção de água em placas de gesso cartonado hidrófugo, comercialmente designado como gesso resistente à água.

Estes resultados demonstraram um efeito favorável do gesso prensado, responsável por uma redução da absorção de água de aproximadamente 40%. Comparando o gesso prensado com o gesso cartonado testado, observa-se que o gesso prensado mantém os valores de absorção a partir de duas horas de imersão até aos 2 dias, enquanto o gesso cartonado tem um aumento considerável da percentagem de absorção.

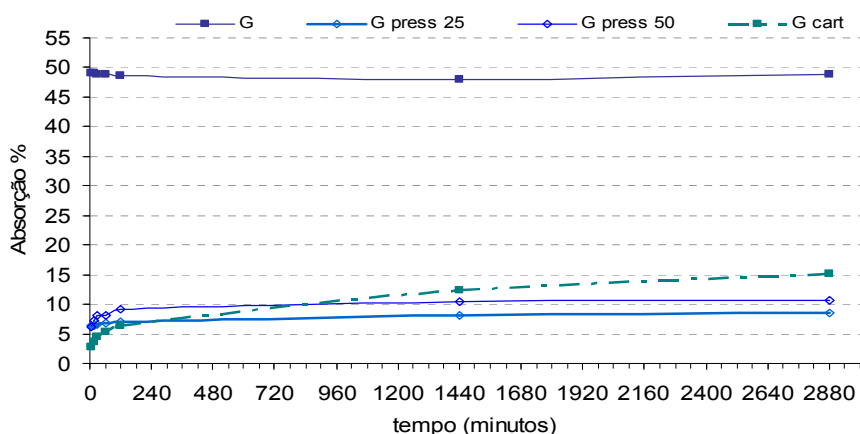


Figura 5 – Absorção de água por imersão de gesso em pasta, gesso prensado e gesso cartonado hidrófugo.

3.3 Incorporação de celulose, granulado de cortiça e fibras têxteis em placas de gesso

As figuras seguintes mostram a aparência final das placas desenvolvidas e a sua textura perto da escala real. A figura 6 mostra duas placas desenvolvidas, uma placa de gesso prensado sem incorporação de adições e uma placa de gesso prensado com granulado de cortiça e fibras têxteis. A figura 7 mostra uma placa de gesso com adição de granulado de cortiça, pasta de papel e fibras têxteis.



Figura 6 – Placas de gesso prensado (P0) e gesso com adição de cortiça e fibras têxteis (P4a) e a sua textura.



Figura 7 – Placa de gesso prensado com adição de pasta de papel e cortiça e a sua textura (P2a).

Pela observação da figura 8 é possível concluir que a resistência à flexão das misturas desenvolvidas diminuem com o aumento da quantidade incorporada de desperdícios, seja cortiça, papel ou fibras têxteis. Contudo, o reforço com pasta de papel da mistura com granulado de cortiça (P2b) revelou-se eficiente, reduzindo significativamente a diferença de resistências. As fibras de celulose mostraram o mesmo comportamento no reforço das placas com fibras têxteis (P4a e P4b). Este aspecto justifica-se devido às fibras curtas de celulose da pasta de papel formarem uma melhor ligação entre o gesso e os grânulos de cortiça ou as fibras têxteis longas, tornando as placas mais compactas. Além disso, os materiais trabalham juntos, tornando as placas mais dúcteis à flexão do que o gesso simples (P0), conforme se pode constatar observando a figura 9.

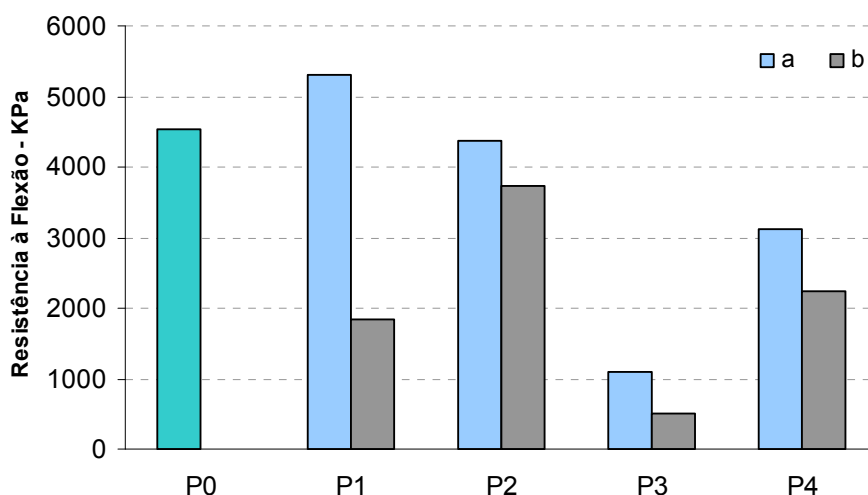


Figura 8 – Comparação de resistências das placas de gesso prensado simples P0 e com adições (Composições da tabela 1).

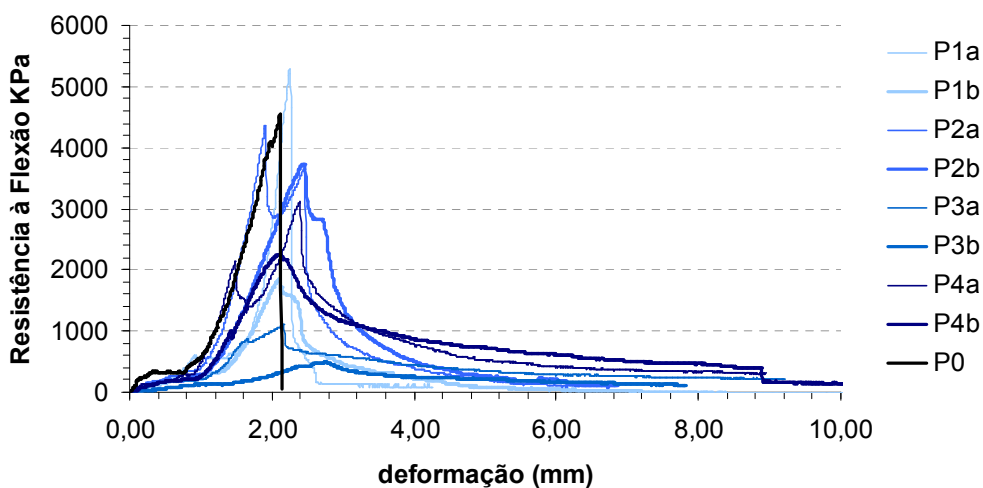


Figura 9 – Comportamento à flexão das placas de gesso prensado.

4 Conclusões

- De acordo com os resultados obtidos nas amostras testadas pode-se concluir que a incorporação de granulado de cortiça ou fibras têxteis de pneu usado nas pastas e nas placas de gesso prensado é possível mas reduz o seu desempenho mecânico. Contudo, esta limitação pode ser compensada quando comparada com o seu cariz sustentável, considerando a redução da densidade e a melhoria do gesso convencional em termos de comportamento térmico e acústico (propriedades a serem testadas com a continuidade deste estudo).
- Este estudo mostra que é possível reduzir significativamente a absorção de água por imersão, permitindo a aplicação destas placas em zonas húmidas.
- A adição de fibras de celulose melhora o comportamento à flexão das misturas com maior quantidade de granulado de cortiça ou fibras têxteis, provocando uma menor redução de resistências face ao gesso sem adições. Além disso, permite obter uma melhor coesão e acabamento das placas de gesso.
- Perante os resultados obtidos, é possível a aplicação das placas desenvolvidas como elementos não estruturais para revestimentos de tectos ou paredes e paredes divisórias.
- Os compósitos desenvolvidos têm a particularidade de serem sustentáveis, devido aos seus componentes reciclados. Além disso, permitem obter produtos com diferentes densidades, conforme o processo de fabrico utilizado, e segundo as características pretendidas relativamente ao comportamento térmico e acústico e ao tipo de acabamento.

Agradecimentos

Os autores gostariam de expressar o seu agradecimento à Escola de Engenharia da Universidade do Minho à Fundação Portuguesa da Ciência e Tecnologia (FCT) através do projecto POCI/ECM/55889/2004 pelo financiamento deste trabalho de investigação.

Referências

- [1] Gil, L. “*Cortiça: da Produção à Aplicação*”, Ed. Câmara Municipal do Seixal – Ecomuseu Municipal do Seixal, 2005.
- [2] E-Geo – Sistema Nacional de informação Geocientífica, “*As Boas Práticas Ambientais na Indústria Extractiva: Um Guia de Referência*” (2000), e-geo.ineti.pt.
- [3] Founie, Alan, “*Gypsum*”, Gypsum Statistics and Information, USGS - United States Geological Survey (2004), minerals.usgs.gov.
- [4] Hernández-Olivares, F., M.R. Bollati, M. del Rio, B. Parga-Landa. *Development of cork/gypsum composites for building applications*, Ed. *Construction and Building Materials* 13_179-186. www.elsevier.com, 1999.
- [5] www.specialchem4polymers.com, Tyre recycling, 2004.
- [6] www.walesenvtrust.org.uk, Tyres – Technologies; Paper and Card 2007.
- [7] www.wastebook.org, Rubber and tyres, 2007.