

Formulations for Gypsum Production

David Silva

Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

Resumo: O gesso é um dos mais antigos materiais usados para construção. Sendo um material poroso, absorve, tendencialmente, grandes quantidades de água, quando em contacto com esta. A absorção de água por parte do gesso é prejudicial, uma vez que se traduz numa perda da sua resistência mecânica. De modo a contrariar este efeito, emulsões contendo cera são, comumente, adicionadas à pasta de gesso, no processo de produção de blocos de gesso, melhorando a sua propriedade de repelência de água. O objectivo inicial deste projecto é a obtenção de dispersões/emulsões que, adicionadas ao gesso, o tornem repelente de água. Ao longo do projecto, foi sendo revelada a importância de diversas variáveis no processo de produção de blocos de gesso. A análise da influência destes parâmetros assumiu, então, uma relevância significativa no presente estudo.

Foram também testados aditivos com a intenção de promover uma melhoria no escoamento da pasta de gesso, propriedade de grande importância que determina a maior ou menor facilidade de manuseamento durante a aplicação.

Sumarizando, neste projecto foram obtidas diversas emulsões dentro da categoria de repelentes de água e, após a análise da influência de diferentes variáveis, o método de produção de blocos de gesso foi melhorado. Como trabalho futuro, sugere-se o uso destas emulsões repelentes de água na optimização deste mesmo método, com vista a reduzir a quantidade de aditivo requerido para a obtenção de resultados exigidos.

Palavras Chave: *gesso, emulsão, absorção de água, escoamento, variáveis do método.*

INTRODUÇÃO

O gesso natural, composto essencialmente por sulfato de cálcio hidratado, é um mineral comum em rochas sedimentares [1]. O gesso sintético é semelhante ao gesso natural, tanto do ponto de vista químico como da sua forma cristalina. A principal diferença entre ambos reside no seu estado físico, dependendo da sua origem e processo de síntese.

Ao longo dos anos, o gesso natural tem sido amplamente usado como material de construção, devido à sua excelente resistência ao fogo, estética e ao seu baixo custo. Durante o seu processo industrial de produção do gesso, são geradas baixas emissões de dióxido de carbono, se comparado com o cimento

Portland, conferindo também uma vantagem do ponto de vista ambiental [1].

Mais recentemente, o gesso tem sido aplicado como regulador do tempo de endurecimento do cimento Portland, mas também como fertilizante e no melhoramento dos solos. Ainda assim, a mais moderna e proeminente aplicação consiste na produção de placas de gesso em larga escala.

Contudo, esta aplicação comporta algumas limitações. Quando absorve água, o gesso pode perder até 50% da sua resistência mecânica, valor consideravelmente superior ao de outros materiais. Isto deve-se à elevada

solubilidade do gesso em água e à sua grande porosidade.

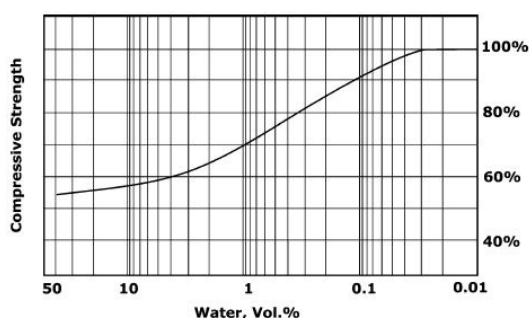


Figura 1 – Variação do esforço de compressão com a absorção de água do gesso. [1]

Actualmente, os dois maiores métodos comerciais de tornar as placas de gesso resistentes à água são a incorporação de ceras de parafina ou siloxanos [2].

Além da capacidade de repelir água, existem outras propriedades que é importante conferir ao gesso, para tornar viável a sua aplicação como material de construção. Exemplos disso são a capacidade de escoamento – que permite moldar o gesso durante a sua aplicação – e o tempo de endurecimento, definido como o tempo que medeia entre a disposição da pasta de gesso e o seu endurecimento considerável.

Posto isto, são apresentados neste relatório os resultados da preparação de diferentes emulsões e subsequente aplicação à pasta de gesso, durante a produção de blocos de gesso.

As referidas emulsões têm como base parafina, cera de lenhite e carvão mineral, álcool polivinílico (PVA) e aditivos convencionalmente utilizados em emulsões, como emulsificantes que potenciam a formação da emulsão e estabilizadores que ajudam a estabilizar a emulsão [3]. Foi ainda contemplado o uso de ceras alternativas e de copolímeros de acetato-vinilo de etileno (EVA).

Adicionalmente, foi estudada a influência de diferentes variáveis operacionais, durante do processo de produção dos blocos de gesso.

BACKGROUND

Grande parte das aplicações para o gesso são baseadas no facto de este poder ser calcinado a temperaturas razoavelmente baixas. Este processo resulta na formação de sulfato de cálcio semi-hidratado numa primeira etapa de calcinação ou sulfato de cálcio desidratado numa fase mais avançada. Frequentemente, o processo de produção de placas/blocos de gesso não envolve a formação de sulfato de cálcio desidratado.

A desidratação do sulfato de cálcio envolve, então, a exposição a crescentes temperaturas, com perda de água passo a passo.

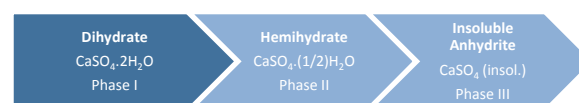


Figura 2 – Passos de desidratação de Sulfato de Cálcio.

A re-hidratação do hemihidrato e do sulfato de cálcio anidro refere-se à sua dissolução em água. No primeiro caso, a dissolução ocorre rapidamente, enquanto para a anidrite este é um processo lento.

No processo de produção de blocos/placas de gesso, o dihidrato é aquecido com o intuito de calcinar e remover parte da água de cristalização, originando o sulfato de cálcio semi-hidratado. Este é posteriormente misturado com alguns aditivos e água, por forma a obter uma pasta com propriedades reológicas adequadas ao seu manuseamento. O gesso assume então novamente a forma de dihidrato, sendo o excesso de água removido através do processo de secagem num forno [2].

De modo a ultrapassar os problemas causados pela absorção de água por parte do

gesso, com conseqüente deterioração das suas propriedades mecânicas, componentes hidrofóbicos são adicionados à pasta de gesso.

Emulsões fazem parte de uma classe genérica de sistemas bifásicos denominados de coloides. Coloide é a mistura na qual uma substância é dispersada ao longo de outra, ao nível microscópico. Pode ser caracterizada pelo seu tamanho de partícula, desde a mais pequena, dispersão, até à maior, na qual a fase dispersa já se encontra totalmente solvatada e o sistema é considerado homogéneo [6]. No caso específico das emulsões, as duas fases, contínua e dispersa, encontram-se no estado líquido. As emulsões são instáveis e, como tal, não se forma espontaneamente. Para formar uma emulsão é necessário fornecer energia através da homogeneização ou agitação [4]. Ao longo do tempo, as emulsões tendem a reverter ao estado inicial que contempla as duas fases. Por esse motivo, para prevenir a coalescência da fase dispersa, um agente dispersante deve estar presente [8]. Este é definido pela sua tendência de adsorver nas superfícies e interfaces [7].

Tal como mencionado anteriormente, os dois principais agentes usados com vista à obtenção de repelência de água são as ceras de parafina e siloxanos.

Habitualmente, a combinação de ceras de lenhite ou carvão mineral e parafinas é usada. As ceras são fundidas e misturadas com água quente em meio alcalino. Após a mistura ser sujeita ao processo de homogeneização e rápido arrefecimento, as partículas de cera solidificam, formando uma fina dispersão.

O método através de siloxanos é mais complexo, envolvendo ocorrência de reacções químicas durante o processo de fabrico das placas/blocos de gesso.

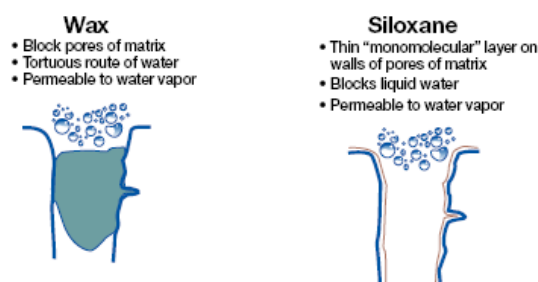


Figura 3 – Matriz de gesso contendo aditivo de cera (esquerda) ou siloxano (direita)

Embora ambos os materiais cumpram a mesma tarefa, os seus mecanismos de resistência relativamente à água são significativamente diferentes. A cera é não-reactiva e produz um efeito bloqueador na matriz de gesso, prevenindo a penetração das moléculas de água. Por outro lado, os siloxanos usam um complexo mecanismo reactivo para a criação de uma fina camada monomolecular em torno das paredes e dos poros da matriz de gesso.

MATERIAIS E MÉTODOS USADOS

I. TESTE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA

De modo a avaliar a performance de cada formulação, em termos de repelência de água, foi seguido um método que incorporava a emulsão durante a preparação de blocos de gesso. Primeiramente, 63,8 g de emulsão são misturados em 683,1 g de água, até uma obtenção de uma fase homogénea. De seguida, adiciona-se 1036,2 g de gesso, agitando vigorosamente durante 1 minuto. A pasta de gesso formada é então disposta num molde preparado para preparar uma série de 4 blocos. Após a solidificação da pasta, as placas metálicas do molde são removidas e os blocos são secos num forno a 80°C durante as primeiras 2 horas e a 40°C durante 5 dias. No final, retirar os blocos do forno e deixar à

temperatura ambiente durante 30 minutos. O peso inicial dos blocos é registado antes de estes serem submersos em água. Finalmente, é verificado o peso dos blocos após 2 horas, através de uma balança analítica, e calculada a absorção de água (WU) segundo a equação 1. No final, é considerado o valor médio obtido pelos 4 blocos de cada série.

$$WU_{\text{após 2 horas}} = \frac{(\text{Peso após 2 horas} - \text{Peso inicial})}{\text{Peso inicial}} \quad \text{Eq.1}$$

II. TESTE DE ESCOAMENTO

De forma a obter uma medida da capacidade de escoamento que cada emulsão confere à pasta de gesso, misturou-se, até formação de uma fase homogénea, numa garrafa de plástico de 500 mL, 207,24 g de gesso, 136,62 g de água e 12,70 g de emulsão. Seguidamente, a pasta de gesso formada era disposta numa placa metálica com 7,3º de inclinação. No final do escoamento, era medido o comprimento atingido pela pasta de gesso.

III. PREPARAÇÃO DE EMULSÕES

Dado que um dos principais objectivos deste projecto reside na avaliação da performance de vários aditivos em termos de repelência de água, diferentes emulsões foram formuladas e aplicadas a blocos de gesso.

Devido a questões relacionadas com a propriedade intelectual (IP), o nome de muitos dos compostos usados nas formulações foram ocultados e substituídos por termos mais genéricos.

O corrente estudo contemplou a mistura entre parafinas refinadas, com um ponto de fusão de 68 a 70°C, e parafinas brutas, com ponto de fusão abrangido entre 50 e 70°C. Os restantes componentes provinham de uma solução aquosa de PVA – com um grau de

hidrólise de 98,8% e um peso molecular médio compreendido entre 31000 e 50000 – contendo emulsificantes e estabilizadores.

A preparação das emulsões consistia, primariamente, em juntar todas as ceras num recipiente, aquecendo até estas se encontrarem totalmente derretidas. Em paralelo, os restantes componentes eram adicionados à água, sob agitação forte, noutra recipiente, até obtenção de uma fase aquosa homogénea. De seguida, as duas fases, orgânica e aquosa, eram misturadas no reactor do homogeneizador, mantendo uma agitação vigorosa e a temperatura entre 10 a 15°C acima do ponto de fusão das ceras utilizadas. A mistura era então alimentada ao homogeneizador, durante 4 minutos e 15 segundos, e sujeita a uma pressão de 200 bar. Por fim, esta era bruscamente arrefecida, num sistema de arrefecimento integrado, e recolhida numa garrafa de plástico de 1 litro.

De modo a obter um controlo da experiência e uma medida comparativa entre emulsões testadas em dias diferentes, ou seja, em condições eventualmente diferentes, dois produtos comerciais foram definidos como referência.

- Quantidade de Dispersante A

Foi avaliado o efeito da adição de diferentes quantidades de dispersante na absorção de água por parte dos blocos de gesso e na capacidade de escoamento da pasta de gesso. Para tal, diferentes quantidades de Dispersante A – um ácido naftaleno sulfónico condensado com formaldeído – foram adicionadas à fase aquosa durante a preparação das emulsões. O impacto da variação da quantidade de Dispersante A foi testado em duas formulações base.

Tabela 1 – Teor de Dispersante A nas emulsões 182 a 186.

#	% Dispersante A
182	1,00%
183	1,98%
184	2,94%
185	0,99%
186	1,97%
187	2,92%

- Ceras Polares Alternativas

Devido à corrente escassez de ceras de lenhite e carvão mineral, foi estudada a viabilidade do uso de diferentes ceras polares como alternativa. A Cera Polar A é um hidrocarboneto com um ponto de fusão de 96°C, que compatibiliza ceras polares e apolares e aditivos, devido aos seus segmentos polares e apolares. A Cera Polar B trata-se de um éter polivinílico, com um ponto de fusão entre 47 e 51°C. Foi também testada a Cera Polar C, contendo copolímeros de etileno e acetato vinílico. O seu ponto de fusão é de 74°C. Por fim, foram também consideradas a Cera Polar D, um copolímero de etileno com elevada viscosidade, e a Cera Polar E, uma resina de poliamida bastante viscosa, com um ponto de amolecimento de 118°C.

Tabela 2 – Emulsões com diferentes ceras polares.

#	Cera Polar
183	A
188	B
189	C
190	D
192	E

- Quantidade de PVA

Esta bateria de testes propôs-se a estudar o efeito gerado pela redução do teor de PVA na emulsão na absorção de água por parte dos blocos de gesso. A quantidade de PVA presente nas emulsões 183, 188 e 189 foi reduzida para metade, dando origem às

emulsões 195, 196 e 197, respectivamente. Foi considerado para o efeito um PVA comercial, *Celvol 107*, contendo um grau de hidrólise de 98,0 a 98,8% e com uma viscosidade de 5,5 a 6,6 cP para uma solução aquosa com uma concentração mássica de 4%.

- Copolímeros de EVA

Várias emulsões contemplando diferentes copolímeros de EVA foram formuladas. Este estudo visou comparar a performance EVA's com diferentes características, tais como o teor de VA, ponto de fusão (PF) e *melt index* (MI). Em simultâneo, foi reduzida, para 80%, a quantidade de emulsão adicionada durante a preparação da pasta de gesso.

Tabela 3 – Emulsões com diferentes copolímeros EVA.

#	EVA	VA (%)	PF (°C)	MI (g/10min)
189	Polar Wax C	18	74	450-550
202	Copolymer A	18	88	135-175
203	Copolymer B	28	66	370-470
204	Copolymer C	18	88	2,5
205	Copolymer D	28	75	6,0

ANÁLISE DE RESULTADOS

Foi avaliada a performance das emulsões formuladas em termos de absorção de água e capacidade de escoamento. Os resultados obtidos para o estudo da influência da variação da quantidade de Dispersante A são apresentados como exemplo do tratamento de dados efectuado em cada teste.

- Quantidade de Dispersante A

O estudo da avaliação do impacto da quantidade de Dispersante A na absorção de água por parte dos blocos de gesso foi conduzido durante dois dias distintos: as emulsões 182 e 184 foram testadas num dia e a emulsão 183 em outro. De qualquer forma,

ambas as experiências foram acompanhadas da mesma referência. Dito isto, as três emulsões testadas obtiveram resultados bastante interessantes em termos de absorção de água, ao situarem-se na categoria H1. Face à referência, a absorção de água das emulsões 182, 183 e 184 foi de -17%, -7% e +12%. Ao comparar o resultado de cada emulsão com a referência, foi notório que o aumento da quantidade de Dispersante A teve um efeito negativo, aumentando a taxa de absorção de água. Apesar de este componente conferir uma acção dispersiva à emulsão, melhorando a homogeneidade entre as fases orgânica e aquosa, o Dispersante A não é caracterizado por ser um agente *surface-active*. Outro aspecto relevante prende-se com o facto de a referência ter assumido uma discrepância, de um dia para o outro, ao variar a taxa de absorção de água de 1,81% para 2,52%. Este dado vem atestar a importância da inclusão deste elemento comparativo no decurso das experiências.

Foi também testada o impacto da quantidade de Dispersante A na capacidade de escoamento da pasta de gesso. Os resultados permitem concluir que o aumento do teor de Dispersante A se traduz num aumento da capacidade de escoamento, pois o seu potencial dispersivo provoca a redução da viscosidade da pasta de gesso.

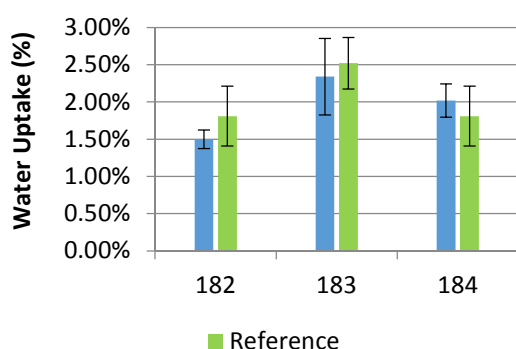


Figura 4 – Absorção de água para as emulsões 182, 183 e 184.

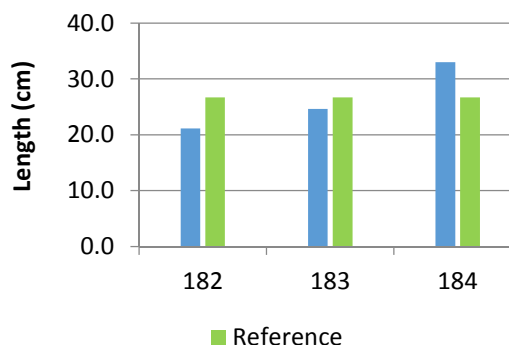


Figura 5 – Escoamento para as emulsões 182, 183 e 184.

O mesmo estudo foi aplicado a uma formulação base diferente, contemplando as emulsões 185, 186 e 187. Relativamente a estas três emulsões, apesar de todas apresentarem valores de absorção de água interessantes (2,35%, 2,09% e 2,12%, respectivamente), não foi possível identificar uma tendência nítida acerca do efeito na absorção de água. O mesmo se verificou após execução do teste de escoamento. A informação disponível na ficha técnica do Dispersante A sugere que o efeito dispersivo deste componente é apenas visível se a quantidade óptima for adicionada. Como tal, de modo a obter uma tendência mais clara e conclusões mais efectivas, é recomendado que este teste seja efectuado numa gama diferente de quantidade de Dispersante A.

- Ceras Polares Alternativas

Foi avaliado a viabilidade do uso de ceras polares, em alternativa às ceras de lenhite e carvão mineral. Através da análise dos resultados, é de destacar o facto de todas as emulsões testadas terem obtido valores de absorção de água que as colocam na categoria H1. Ainda assim, os resultados obtidos para a

emulsão 188 e 189 demarcaram-se das restantes, ao obter valores de absorção de água de 1,42% e 1,39%, respectivamente, ou seja, aproximadamente metade dos resultados obtidos para a referência comercial usada e para as restantes emulsões.

Estes resultados revelam que a incorporação de éter polivinílico, com um ponto de fusão entre 47 e 51°C, e/ou o uso de copolímeros de etileno e acetato vinílico são alternativas viáveis e potenciais substitutos da cera de lenhite e carvão mineral.

- Quantidade de PVA

Os resultados obtidos nesta série de testes demonstraram que a redução significativa da quantidade de PVA presente na emulsão pode afectar negativamente a performance em termos de absorção de água por parte dos blocos de gesso. Ainda assim, o facto de a emulsão contendo a Cera Polar A não ter sido afectada, bem como o facto de a referência ter melhorado consideravelmente o valor de absorção de água, indica que uma análise mais profunda acerca das variáveis do processo de fabrico dos blocos de gesso é recomendável.

- Copolímeros de EVA

Várias emulsões contemplando diferentes copolímeros de EVA foram testadas.

Não foi possível formular as emulsões 204 e 205, uma vez que estas solidificaram durante a passagem pelo sistema de arrefecimento integrado do homogeneizador. Estas emulsões continham copolímeros de EVA com um *melt index* consideravelmente mais baixo que as restantes, o que levou a uma diminuição da solubilidade e a um aumento significativo da viscosidade. Como tal, é desaconselhado o uso

de copolímeros de EVA com um *melt index* desta ordem de grandeza.

Relativamente à análise das restantes, verificou-se que a emulsão com um teor superior de acetato vinílico (VA) demonstrou uma melhor performance em termos de absorção de água. Isto deve-se ao facto de elevados teores de VA determinarem a criação de uma barreira mais vincando, selando o poro da matriz do gesso com mais resistência.

Foi ainda possível concluir que a diminuição da quantidade de emulsão adicionada para 80% da quantidade original teve um efeito extremamente negativo: a emulsão 189 aumentou a taxa de absorção de água de 1,39% para 6,01%.

ESTUDO DE VARIÁVEIS DO PROCESSO

Durante a execução dos vários ensaios, foi sendo notada alguma inconsistência nos resultados obtidos. O aumento da quantidade de Dispersante A, mantendo a restante composição, levou a um aumento da absorção de água para as emulsões 182 a 184. No entanto, este comportamento não foi observado para as emulsões 185 a 187. Além disso, os valores obtidos para blocos da mesma série apresentaram valores discrepantes, traduzidos num desvio padrão elevado. Por fim, a referência usada teve flutuações de mais de 50% no valor da absorção de água.

Assim sendo, de forma a justificar as referidas incongruências, de modo a preservar o rigor científico e de melhorar o conhecimento das variáveis que desempenham o papel importante no processo de produção de blocos de gesso foi efectuada a análise de alguns dos parâmetros. O tratamento de dados efectuado para a variável *tempo entre agitação e secagem* é apresentado como exemplo.

- Tempo entre agitação e secagem

Nesta experiência, os blocos foram mantidos à temperatura ambiente durante diferentes períodos de tempo, desde o início da agitação da pasta de gesso até à colocação dos blocos no interior do forno. Os outros parâmetros a serem testados foram mantidos constantes durante esta experiência.

Tabela 4 – Condições usadas durante o ensaio.

Tempo de secagem	46h
Temperatura de secagem	70°C
Tempo entre secagem e avaliação	1h
Rácio Gesso/Água	1,2
Emulsão	196
Quantidade adicionada (g)	41,47

Os resultados obtidos são apresentados na Figura 6.

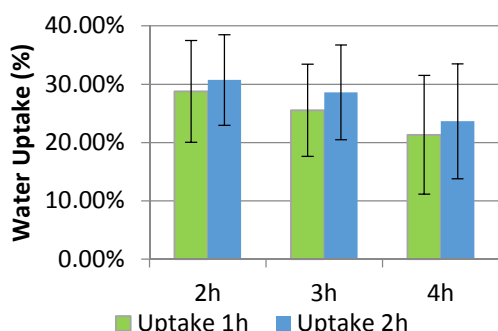


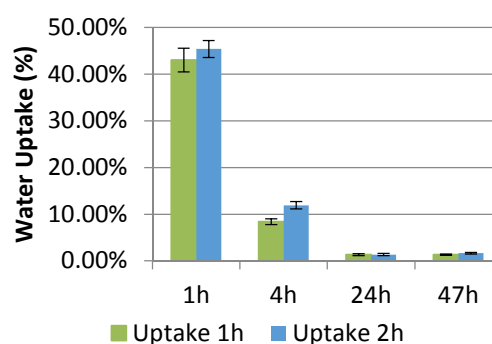
Figura 6 – Absorção de água para diferentes tempos entre agitação e secagem

De modo a confirmar os resultados obtidos e estender a gama testada, foi efectuado um novo ensaio.

Tabela 5 – Condições usadas durante o ensaio.

Tempo de secagem	18h
Temperatura de secagem	70°C
Tempo entre secagem e avaliação	4h
Rácio Gesso/Água	1,2
Emulsão	209
Quantidade adicionada (g)	41,47

A Figura 7 ilustra os resultados obtidos.



É possível concluir que o tempo desde a agitação da pasta de gesso até ao início da secagem dos blocos é um parâmetro crítico para a capacidade de repelência de água que os blocos de gesso apresentam: quanto menor o tempo de espera entre agitação e o início da secagem, maior a absorção de água. Para tempos inferiores a 4 horas este parâmetro torna-se crítico; tempos superiores a 24 horas não trazem qualquer benefício. É recomendado o estudo do comportamento entre 4 e 24 horas, de modo a definir o tempo óptimo para a operação.

- Tempo entre secagem e avaliação

Foi avaliado o impacto do tempo que medeia entre o final da secagem dos blocos e o início do teste de absorção de água. Os blocos foram mantidos à temperatura ambiente durante este período. Foram efectuados dois ensaios, o primeiro com uma emulsão à base de cera e o segundo usando um siloxano comercial.

Os resultados demonstraram que este parâmetro tem influência directa na taxa de absorção de água. Para ambos os tipos de aditivo, quanto maior o tempo entre secagem e avaliação, maior a capacidade de repelência de água conferida aos blocos de gesso.

- Tempo de secagem

Nesta experiência, os blocos foram submetidos a diferentes tempos de secagem. Uma vez mais duas séries de ensaios foram efectuadas, com resultados congruentes. Tempos de secagem mais longos reflectiram valores de absorção de água mais elevados. Durante a secagem é requerida a remoção do excesso de água presente no bloco, devendo ser deixada apenas a quantidade estequiométrica necessária para formar o dihidrato (2 moléculas de água por molécula de sulfato de cálcio). Se o tempo de secagem for demasiado prolongado, parte da água necessária para manter o dihidrato começa a ser removida. Os resultados apontaram que a partir das 68 de secagem, este efeito começou a manifestar-se de forma mais drástica.

- Rácio Gesso / Água

Duas séries de testes foram efectuadas, usando dois tipos de aditivos distintos – emulsão à base de cera e siloxano – fazendo variar a proporção entre a quantidade de gesso e a quantidade de água. Aumentando o rácio gesso/água, os valores de absorção de água diminuiriam para ambos os aditivos. O aumento deste rácio leva a que sejam criados mais núcleos de cristalização do dihidrato por unidade de volume, reduzindo assim os espaços disponíveis para as moléculas de água penetrarem entre os cristais de dihidrato. Deste modo, após o processo de secagem, a porosidade do bloco é mais reduzida e, conseqüentemente, a absorção de água

também diminui. Contudo, é necessário ter em conta que rácios demasiado altos tornarão inoperacionais as condições de manuseamento da pasta de gesso. Como tal, é recomendável encontrar um equilíbrio para esta variável do processo.

CONCLUSÕES

Este projecto teve como principal objectivo o desenvolvimento de formulações de emulsões que tornem o gesso repelente de água. Para tal, foi efectuada a produção laboratorial de blocos de gesso para avaliação da performance comparativa, recorrendo a um sistema iterativo de reformulação, baseado nos resultados experimentais.

Os testes de absorção de água foram efectuados por diferença de peso, após submergir blocos de gesso num banho de água, durante 2 horas. De acordo com a norma EN520, 5% de absorção de água é considerada uma boa performance, enquadrando-se na categoria H1.

De modo geral, foi possível concluir que as emulsões de cera asseguram uma eficaz repelência de água, uma vez que a categoria H1 foi atingida para várias das formulações testadas.

O estudo da influência da quantidade de um ácido naftaleno sulfónico condensado com formaldeído, usado como dispersante, revelou uma tendência negativa na absorção de água à medida que a sua quantidade aumentava. Por outro lado, demonstrou uma tendência positiva no que à capacidade de escoamento diz respeito. Ainda assim, o estudo não foi inteiramente conclusivo, dado que o ensaio seguinte não comprovou esta tendência.

A incorporação de éteres polivinílicos e de copolímeros de etileno e acetato vinílico

manifestaram resultados bastante promissores, no entanto a sua capacidade de escoamento deverá ser melhorada de modo a facilitar a sua utilização. Hidrocarbonetos que compatibilizem segmentos polares apolares também demonstraram ser uma alternativa viável. Por outro lado, ceras de copolímeros de etileno e resinas de poliamida não são recomendados, dados os seus fracos resultados, quer do ponto de vista de absorção de água, quer de escoamento.

Relativamente aos copolímeros de EVA testados, os de baixo *melt index* não são praticáveis, sendo que os de teor de VA de 28% atingiram melhores resultados que os de 18% de teor de VA.

Ao longo do projecto, foram sendo encontradas inconsistências nos resultados. Foi então conduzido um estudo acerca de algumas das variáveis do processo e respectivo impacto na repelência de água por parte dos blocos de gesso.

Após analisar a influência de cada variável, foi possível concluir que: 1) quanto mais elevado o tempo entre agitação e secagem, menor a absorção de água; 2) tempos de secagem mais prolongados resultam em performance mais fracas em termos de absorção de água; 3) quanto mais elevado o rácio gesso/água presente na mistura, menor a absorção de água; 4) tempo entre secagem e avaliação mais longo conduz a melhores resultados.

Finalmente, é de referir que perceber, a um nível molecular, o fenómeno resultante da adição de cada um dos compostos aqui estudados às emulsões de parafina, para justificar o efeito observado nos resultados apresentados, foi possivelmente a maior falha deste projecto. Esse estudo não foi

apresentado, dado não fazer parte do âmbito e dos objectivos que se encontravam mais direccionados para o desenvolvimento de um produto comercial que atinga os critérios de performance requeridos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kuntze, R. A., The Chemistry and Technology of Gypsum, ASTM Special Technical Publication, 1984.
2. Mahoney, D. M., Miller, D. P., Adams, M. R., Surgi, M. R. and Lyons, C., Environmental, Health and Safety Considerations for Common Moisture Resistant Additive Technologies in Gypsum Wallboard Production. Henry White Paper, October 2010.
3. Borenstein L., Water-resistant gypsum compositions and emulsion form making same, Patent US5437722 A, Bakor Inc, August 1, 1995.
4. Holmberg, K., Jönsson, B., Kronberg, B. and Lindman, B, Surfactants and Polymers in Aqueous Solution, John Wiley & Sons, Ltd., 2002, p.1-3 and p.141-143.
5. Kinkade, W. A., Mccleary, R. E., Method for making ultrafine calcium sulfate dehydrate crystals, Patent US3262799 A, United States Gypsum Co, July 26, 1966.
6. Shinoda, K., Friberg, S., Emulsions and Solubilization; John Wiley & Sons, New York, U.S.A., 1986.
7. Bennett, H., Industrial Waxes Volume 1: Natural & Synthetic Waxes; Chemical Publishing Company, 1975.
8. Bennett, H., Bishop Jr., J. L., Wulfinghoff, M. F., Practical Emulsions Volume 1: Materials and Equipment; Chemical Publishing Company, Inc., New York, U.S.A., 1968.