

## **Aditivos para melhoria das características físicas de placas de gesso acartonado reciclado**

**Daniele Martins de Almeida, IC, EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão**

**almeida.dmartins@gmail.com**

**Rubya Vieira de Mello Campos, EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão**

**rubyadm@hotmail.com**

**Tânia Maria Coelho, EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão**

**coelho\_tania@yahoo.com.br**

**Nabi Assad Filho, EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão**

**nabiassadfilho@hotmail.com**

**Ederaldo Luiz Beline, EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão**

**lajes.altonia@gmail.com**

*Resumo: O conceito de desenvolvimento sustentável tem se tornado cada vez mais presente nas ideologias e políticas da sociedade. Assim os avanços nas pesquisas de reciclagem e aproveitamento tendem a contribuir para a redução do descarte dos resíduos de gesso, que acarretam no aumento disseminado da degradação ambiental. A proposta desta pesquisa foi fazer um levantamento por meio de revisão bibliográfica, para avaliar quais os aditivos existentes no mercado, que podem melhorar as características físicas e químicas do gesso acartonado reciclado e assim posteriormente desenvolver um novo produto com características que atendam às exigências do mercado e possa competir com materiais tradicionais para fabricação de painéis de gesso acartonado. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica, a fim de levantar e avaliar qualitativamente os aditivos retardantes de chamas, alguns usados na melhoria da resistência mecânica e de umidade. Os resultados mostraram que existem vários aditivos que podem ser adicionados ao processo de produção. Mas, o que mais atende as características esperadas para o desenvolvimento do gesso acartonado reciclado é o Silicato de Sódio, pois os resultados do levantamento bibliográfico mostraram que o produto garante um aumento da resistência à compressão e a diminuição da absorção a água sendo excelente retardante de chamas.*

*Palavras-chave: Aditivos; Retardantes de chamas; Resistência mecânica; Resistência à umidade.*

### **1. Introdução**

Os resíduos gerados pela construção e demolição representam uma grande parcela dos resíduos sólidos urbanos, o que pode ser atribuído à alta intensidade de novas construções e pouca atividade de demolição, bem como às elevadas taxas de desperdício de materiais nos canteiros de obras.

Verifica-se, portanto, um gravíssimo problema evidenciado pelo modo como os resíduos são depositados no ambiente. Uma das soluções encontradas pode ser a utilização desses resíduos como matéria-prima para a fabricação de novos materiais.

Dentre os diversos materiais alternativos atualmente mais empregados, pode-se destacar o painel de gesso acartonado, material este que, de acordo com seus fabricantes, apresenta propriedades fundamentais para instalação em ambientes internos.

O painel de gesso acartonado comum é formado por uma mistura de gesso (gipsita natural), fibra de vidro, vermiculita, amido, entre outros materiais, em sua parte interna e revestido por um papel do tipo “kraft” em cada face. No entanto, esse produto ainda apresenta um problema ambiental, tanto de fabricação, quanto de disposição após uso, devido ao alto potencial de periculosidade ambiental de suas matérias-primas.

A reciclagem do gesso é um fator fundamental para o desenvolvimento sustentável, por ser uma forma importante de tratamento de resíduos ao preservar os recursos minerais e energéticos, permitindo também o aumento da vida útil dos aterros sanitários (MUNHOZ e RENOFIO, 2007).

A adição de aditivos as placas de gesso acartonado reciclado possibilita melhorias nas suas características físicas, como retardantes de chamas; resistência à umidade; e melhor resistência mecânica.

Uma busca de referências no assunto em questão mostrou que aditivos adicionados em placas de gesso acartonado reciclado é um conceito recente no estudo de reciclados, existem ainda poucos trabalhos publicados na literatura, desta forma entende-se que trabalhos como este, que busca determinar quais são os melhores aditivos a serem incorporados a estas placas, contribuirá substancialmente para o aumento de eficiência da mesma. Neste sentido construímos nosso objetivo principal, que é, além de apresentar as características físicas do gesso reciclado, buscar os diferentes aditivos que podem ser adicionados à sua composição para a melhoria destas características, transformando-o em um novo produto.

O artigo é constituído de seis seções. Na primeira seção é apresentada a introdução, em seguida a fundamentação teórica, na terceira seção encontra-se a revisão de literatura, na quarta seção tem-se a metodologia do trabalho, na quinta seção são apresentadas as considerações finais, e por último as referências.

## **2. Fundamentação teórica**

### **2.1 Gesso acartonado**

O gesso acartonado é um material obtido basicamente pela prensagem de gesso e papel reciclado, sendo produzidas, industrialmente, placas que vêm sendo utilizadas como paredes, forros e revestimento, proporcionando à engenharia civil uma nova possibilidade construtiva (RIBEIRO *et al.* 2002, p. 51).

De acordo com Silva (2000), o gesso acartonado é produzido industrialmente, tendo como composição a gipsita (gesso) e cartão (tipo dúplex de papel reciclado), as etapas do seu processo de fabricação estão listadas na figura 1:

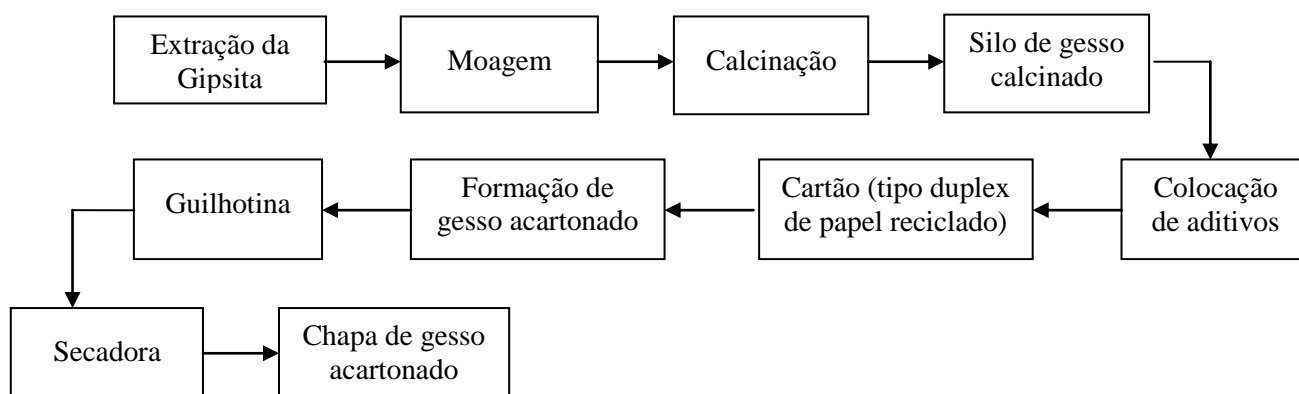


FIGURA 1 – Etapas de produção do gesso acartonado. Fonte: Silva (2000).

Segundo Losso e Viveiros (2004) o gesso acartonado está se destacando no mercado da construção civil nacional. O material forma um sistema construtivo interno de vedações, também chamado de “sistema construtivo a seco” e que não necessita de argamassa. O sistema é composto por uma estrutura rígida de perfis de aço galvanizado nos quais são parafusados os painéis (FERREIRA, 2007). Esse sistema, ainda segundo Ferreira (2007), surgiu basicamente para substituir as paredes internas de tijolos e blocos, bem como esconder tubulações e dutos na construção civil.

### 2.1.1 Gesso acartonado reciclado

Os resíduos de placas de gesso podem ser reciclados por meio da reinserção dos mesmos no processo de produção, sendo que a sua composição deve ser controlada e conhecida (MARCONDES, 2007).

A grande variedade de resíduos de gesso dificulta a sua identificação e caracterização. Segundo Marcondes (2007) a separação e reciclagem desses resíduos a base de gesso é muito complexa. Separadamente a reciclagem de resíduos de gesso em pasta e resíduos de placas de gesso acartonado é mais promissora. Portanto, é necessária uma triagem dos resíduos a base de gesso para que haja a separação dos mesmos, porque ainda não há tecnologia para reciclar essas fases conjuntamente.

As placas de gesso acartonado possuem aproximadamente 90% de gesso em sua composição e por isso, caso possa ser separado do restante dos materiais, é possível reciclá-lo (SOUZA, 2013).

Segundo Savi (2012), para a reciclagem do gesso é necessário seguir-se algumas etapas como mostradas na figura 2:

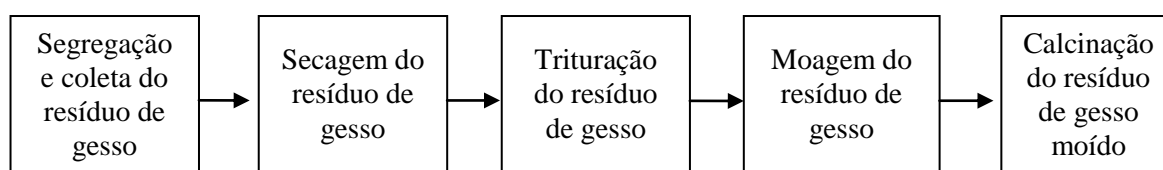


FIGURA 2 – Etapas do processo de reciclagem do gesso. Fonte: Savi (2012).

A reciclagem do gesso é um fator fundamental para o desenvolvimento sustentável, por ser uma forma importante de tratamento de resíduos ao preservar os recursos minerais e

energéticos, permitindo também o aumento da vida útil dos aterros sanitários (NUNES, 2010).

## 2.2 Aditivos para melhoria das características físicas do gesso acartonado reciclado

Os aditivos são produtos que quando adicionados ao processo produtivo conferem propriedades específicas aos materiais.

A maioria das aplicações de aditivos em materiais está concentrada em peças para construção civil, transporte, automobilísticas, têxteis, aeronáutica, moveleira e em indústrias de eletro e eletrônicos (NUNES, 2010).

As melhorias nas propriedades do gesso aditivado são bastante atrativas, pois o ganho em desempenho, a curto e médio prazo é indiscutível, os aditivos na sua maioria variam em torno dos 0,50% do produto em massa (LOPES, 2012).

### 2.2.1 Aditivos retardantes de chamas

De acordo com Lopes (2012), o gesso é um dos materiais de construção com melhor resistência ao fogo, isto se dá, sobretudo devido ao processo de desidratação do gesso, e também por se tratar de um mineral e ser incombustível.

Retardantes de chamas são produtos que quando adicionados aos materiais, em caso de exposição ao fogo ou alta temperatura, devem inibir ou suprimir o processo de combustão, eles podem atuar durante ou após a ignição do produto, melhorando a sua resistência à chama (GALIP *et al.*, 2001 apud RIBEIRO *et al.*, 2013 ).

Os retardantes de chama foram desenvolvidos para atuarem sobre uma determinada etapa do processo de combustão (SILVA *et al.*, 2014). A atuação dos retardantes de chamas consiste em interferir quimicamente no mecanismo de propagação da chama, isso pode ocorrer por duas formas: gerando gases incombustíveis que reduzem o suprimento de O<sub>2</sub> (oxigênio) ou formando uma camada protetora que diminui a superfície de contato do combustível com o comburente (MARTINS *et al.*, 2011).

De acordo com Mucio (2010), os aditivos anti-chamas podem ser classificados em inorgânicos, orgânicos não reativos e orgânicos reativos. Os mesmos atuam em vários estágios durante o processo de combustão por vários mecanismos como:

- Interferem quimicamente com o mecanismo de propagação da chama;
- Podem produzir gases combustíveis e formar um revestimento impermeável ao fogo evitando o acesso de oxigênio e dificultando a troca de calor.

Os principais aditivos anti-chamas utilizados são: vermiculita, halogenados, e não halogenados.

A vermiculita é utilizada como uma massa selante, para poros e tubulações, que na presença do calor, por motivo de fogo, se expande, vedando também, a fumaça e o excesso de calor (URGATE *et al.*, 2005).

O produto obtido, com a adição da vermiculita é inífungo, inodoro, não irrita a pele e nem os pulmões, não conduz eletricidade, é isolante térmico e absorvente acústico; não se decompõe, deteriora ou apodrece; não atrai cupins ou insetos; é somente atacado pelo Ácido Fluorídrico a quente; pode absorver até cinco vezes o seu peso em água, é lubrificante e tem

as características necessárias aos materiais filtrantes. No entanto, a adição da vermiculita, apresenta uma maior contribuição para a redução da resistência, do que a relação água/gesso.

Atualmente, os principais retardantes de chama para materiais poliméricos são produtos aromáticos, halogenados ou compostos de metais pesados. O uso destes aditivos eleva a toxicidade dos produtos formados durante a combustão (ZANG e HORROCKS, 2003 apud Martins *et al.*, 2011).

De acordo com Bolz e Alves (2008), os aditivos não halogenados são os mais indicados pois, apresentam uma baixa emissão de fumaça, são visivelmente melhores, causam menos irritação, permitem um aumento do tempo para sair do local com fogo, apresentam baixa corrosão, baixa toxicidade, emissões menos perigosas.

Os principais não halogenados utilizados como agentes retardantes de chama, são:

- Hidróxido de alumínio: ou alumina tri-hidratada (ATH), de acordo com Canaud *et al.* (2001), seu consumo a nível mundial, representa 50% do volume total dos retardantes de chama, pois tem como vantagens o baixo custo e a baixa toxidez, decorrente da não liberação de gases tóxicos ou substâncias corrosivas durante a queima, agindo simultaneamente como retardante de chama e supressor de fumaça. Além de apresentar propriedade de resistência a umidade.
- Hidróxido de magnésio: é capaz de extinguir ou eliminar a chama de uma fonte próxima, pois absorve o calor das vizinhanças decompondo-se endotermicamente, minimizando assim, a combustão dos materiais ao redor (MACEDO, 2011).
- Trióxido de antimônio: segundo Datiquim (2005), o trióxido de antimônio é um pó fino branco que confere um grande aumento de eficácia na característica anti chama de polímeros não halogenados aditivados com compostos de cloro e bromo.

## 2.2.2 Aditivos para melhorar a resistência à umidade

Em ambientes sujeitos à umidade deve ser utilizada uma placa de gesso acartonado com características hidrófugas, ou seja, mais resistente à umidade.

As placas resistentes à umidade são constituídas por gesso e aditivos, como silicone ou fibras de celulose, que diminuem a absorção de água. (VILLANUEVA, *et al.*, 2006 apud LOPES, 2012).

Alguns modelos de placas de gesso acartonado contêm aditivos hidrofugantes em sua composição, que as torna resistentes à umidade. Segundo Souza (2013), essas placas são indicada para uso em locais frequentemente submetidos à umidade, como por exemplo: cozinha, banheiros, área de serviço, e para locais constantemente molhados, como box de chuveiro, é indispensável a impermeabilização.

Os principais aditivos utilizados para melhorar a resistência à umidade, são: silicone ou fibras de celulose (amido).

O amido pode ser utilizado com a finalidade espessante, isto é, utilizado para aumentar a consistência da pasta de gesso, no entanto, o indicado é utilizá-lo como camada plastificante, contribuindo assim, para o aumento da resistência a umidade.

A vantagem do amido termoplástico em relação aos demais polímeros biodegradáveis é que o amido é proveniente de fontes renováveis, de baixo custo e de grande disponibilidade, biodegradável e pode ser processado em equipamentos comuns (CORRADINI, 2007).

### 2.2.3 Aditivos para melhoria da resistência mecânica

A resistência mecânica dos produtos à base de gesso está relacionada com o crescimento dos cristais da pasta de gesso, sendo prejudicada quando o arranjo cristalino é formado por cristais mais grossos (LOPES, 2012).

Outro fator que pode influenciar a resistência mecânica é o uso de aditivos tensoativos redutores de água, que alteram as forças de atração e repulsão das partículas e aumentam a resistência mecânica da pasta endurecida de gesso (CANUT, 2006).

De acordo com Lopes (2012), à medida que aumenta-se a porosidade dos produtos a base de gesso, diminui-se a sua resistência mecânica, pois estas, são diretamente proporcionais a relação água/gesso.

Os principais aditivos utilizados para aumentar a resistência mecânica, são os tensoativos, que podem ser divididos em incorporadores de ar e plastificantes.

- Incorporadores de ar: de acordo com Freitas Junior (2013), tem por finalidade aumentar a plasticidade por diminuir o atrito entre os sólidos, diminuir a permeabilidade e aumentar a durabilidade, reduzir também a segregação e exsudação, aumentar a resistência do concreto ao fenômeno gelo-degelo, no qual as bolhas deixam espaço para a formação dos cristais de gelo.
- Plastificantes: tem como benefício o aumento da resistência mecânica, a maior impermeabilidade e durabilidade, a minimização de retração, fissuramento e exsudação, a melhor proteção e aderência da armadura, o fácil adensamento e bombeamento, e o melhor aspecto (EFFTING, 2014).

### 2.2.4 Aditivo Silicato de sódio

Segunda Manufatura Silicias S. A. S., os silicatos de sódio são um dos mais antigos e mais benéficos produtos químicos industriais. A partir de 1818, há indícios da utilização dos silicatos nas indústrias.

De acordo com PQ Corporation, os silicatos de sódio são produzidos a elevadas temperatura de fusão, do carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) com areia de sílica especialmente selecionada, o produto resultante é um cristal amorfo (vidro primário) que pode ser dissolvido por processos especiais, para produzir diversas soluções.

Por possuírem um processo de produção, relativamente simples e com baixo custo, os silicatos de sódio, apresentam diversas aplicações. Sendo utilizado em vários segmentos industriais, particularmente em detergentes e sabões, papel, cerâmica, alvejante textil, alvejantes de celulose, embalagens de papel, materiais refratários, concreto, materiais anti chamas, entre outros (PQ CORPORATION, 2014).

De acordo com Rodrigues Filho *et al.* (2009) a utilização do silicato de sódio como um aditivo, garante um aumento da resistência à compressão e a diminuição da absorção a água e é excelente retardante de chamas.

O quadro 1 apresenta as principais funções e benefícios do silicato de sódio quando utilizado como aditivo na indústria de construção.

INDÚSTRIA DE CONSTRUÇÃO	FUNÇÃO DO SILICATO DE SÓDIO	PRINCIPAIS BENEFÍCIOS
Endurecimento de concreto	Reação química	A prova de graxa e poeira, e resistente a ácidos
Cimentos resistentes ao ácido	Encadernador	Fácil de usar, econômico
Cimentos refratário	Encadernador	Capa dura, excelente ação térmica, resistente ao ácido
Isolamento térmico	Adesivo, formação de película	Camada à prova de fogo
Solidificação do solo	Reação gel	Econômico

Quadro 1 – Função e benefícios do silicato de sódio utilizado na indústria de construção. Fonte: Adaptado de PQ Corporation (s.d.)

### 3. Revisão de literatura

Os aditivos conferem propriedades e melhoria das características de um produto. A confecção desse trabalho, levou em consideração uma revisão bibliográfica relacionada ao tema.

Foram encontrados 5 trabalhos relacionados ao tema de pesquisa deste artigo, os mesmo estão listados no quadro 2.

AUTORES	TÍTULO DO TRABALHO	DESCRIÇÃO DO TRABALHO
Mesquita e Póvoas (2014)	Influência de aditivo retardador de pega na pasta de gesso com resíduo de gesso calcinado	O trabalho apresenta as reações decorrentes da adição do retardador de pega na pasta de gesso com resíduo de gesso calcinado. Tendo como objetivo estudar uma forma de reaproveitamento do resíduo gesso na própria obra, calcinando-o e realizando sua mistura com pasta de gesso e retardador de pega (citrato de sódio), para identificar as alterações que possa ocorrer nas propriedades mecânicas e no tempo de utilização, além da busca pela redução de custos. Após a realização dos testes notou-se que os resultados indicam a possibilidade de se utilizar a mistura com 50% de resíduo e 0,06% de citrato de sódio.
Magalhães e Almeida (2010)	O uso da mucilagem de cacto em pastas de gesso: efeitos na absorção de água e na resistência à flexão estática	O trabalho refere-se ao uso de um aditivo natural utilizado para modificar algumas propriedades do gesso. O objetivo do trabalho consiste no desenvolvimento de material construtivo com o uso de mucilagem de cacto <i>Nopalea cochenillifera</i> e <i>Opuntia ficus-indica</i> em pasta de gesso, tornando-o resistente à água e aos esforços de flexão, visando à sustentabilidade. Ao final do estudo, os autores constataram que as mucilagens de ambos os cactos possuem propriedades aditivas, visto que, permitiram a redução do consumo de água das pastas de gesso e modificaram a taxa de absorção de água e a resistência à flexão nos corpos de prova moldados.

QUADRO 2 – Relação entre autores, título do trabalho e descrição do trabalho (continua).

Oliveira (2009)	Materiais compósitos a base de gesso contendo EVA (Etileno Acetato de Vinila) e vermiculita: otimização de misturas e propriedades termomecânicas	O trabalho refere-se à incorporação de vermiculita e EVA (Etileno Acetato de Vinila). Tendo como objetivo o estudo das propriedades físico-mecânicas e térmicas de compósitos a base de gesso com a adição dos produtos já mencionados. Os resultados demonstraram que esta incorporação melhoraram as propriedades mecânicas, bem como seu desempenho em relação à água, mediante ao tratamento superficial.
Pinho (2003)	Avaliação das propriedades mecânicas dos pré-moldados de gesso alterados microestruturalmente e estudo das causas do amarelamento pós-pintura	O estudo apresenta diversos ensaios, como de compressão e flexão, medidas de densidade, espectrofotometria de infravermelho, difração e espelhamento de raios x, feitos com pré-moldados de gesso- $\beta$ e tratados termicamente e aditivados com gesso- $\alpha$ . O objetivo foi desenvolver um estudo sobre a avaliação das propriedades mecânicas, a resistência à compressão e a flexão dos pré-moldados de gesso tratados termicamente e aditivados com gesso- $\alpha$ , além de estudar as causas do aparecimento do amarelamento pós-pintura dos pré-moldados de gesso. Como resultado, em relação à tensão de compressão, esta variou de 1MPa a 25 MPa, a tensão de flexão variou de 0,5MPa a 12MPa.
Hincapie e Cincotto (1997)	Efeito dos retardantes de pega no mecanismo de hidratação e na microestrutura do gesso de construção	No trabalho são apresentados testes realizados com aditivos retardantes do tempo de pega do gesso. O objetivo do trabalho consiste em avaliar a influência dos retardantes de pega na hidratação e microestrutura do gesso de construção. Para o estudo foram adicionadas 0,03% ácido cítrico; 0,8% de bórax; 8% de caseína; e 1,5% de gelatina. Os resultados mostram que, com a adição de ácido cítrico e bórax, o período de indução é afetado, no entanto, a velocidade de reação não sofre alteração; e com a adição de caseína e gelatina, afetam o período de indução, e diminuem a taxa de reação de hidratação.

QUADRO 2 – Relação entre autores, título do trabalho e descrição do trabalho (fim).

## 4. Metodologia

O método de abordagem adotado foi o qualitativo. A pesquisa classifica-se, quanto aos fins, como descritiva e explicativa. Quanto aos meios classifica-se como bibliográfica e virtual.

Para o desenvolvimento da pesquisa, foi realizada uma revisão bibliográfica dos diferentes tipos de aditivos para melhorar as características físicas do gesso a fim de proporcionar dados que possam contribuir para o desenvolvimento e avaliação da qualidade dos painéis desenvolvidos com resíduos e, conseqüentemente, direcionar as correções necessárias nos processos de produção.

Para a revisão de literatura foram utilizados os bancos de dados: *Scientific Electronic Library Online (Scielo)* e o site de pesquisas Google Acadêmico. As palavras chaves utilizadas foram: placas de gesso; gesso acartonado; gesso reciclado; e aditivos.



## 5. Considerações finais

São muitos os fatores que influenciam o processo de reciclagem e produção de um novo produto. Os resíduos de gesso acartonado são gerados em grande quantidade pela construção civil e geralmente são dispostos de forma inadequada no ambiente. Podem ser aproveitados como matéria-prima para fabricação de um novo produto, ou seja, o painel de gesso acartonado reciclado.

Para tanto, são necessários procedimentos, métodos e materiais que tragam as características desejáveis a esse novo produto. Os resultados da pesquisa mostraram um levantamento de utilização de diferentes aditivos que podem ser utilizados para melhorar as características químicas e físicas do gesso acartonado.

O produto obtido poderá, ao mesmo tempo, ser de baixo custo, contribuir para o desenvolvimento sustentável e trazer benefícios e as características esperadas dos produtos já existentes no mercado para o setor da construção civil.

Dentre os aditivos pesquisados, considerando todas as características e benefícios dos mesmos, foi possível constatar, que o que mais atende aos requisitos esperados para o desenvolvimento do gesso acartonado reciclado é o silicato de sódio. Pois, os resultados do levantamento bibliográfico mostraram que o produto garante um aumento da resistência à compressão e a diminuição da absorção à água e é um excelente retardante de chamas.

Sendo assim, com a adição desse material para a fabricação do gesso acartonado reciclado, será possível chegar a uma alternativa passível de competição no mercado com produtos convencionais, que colabore com a sustentabilidade e seja de baixo custo.

### Referências

- BOLZ, K.; ALVES, M. T. *Compostos retardantes a chamas para fios e cabos*. In: Encontro Técnico dos Fabricantes de Fios e Cabos. ENAFIC, São Paulo, 2008.
- CANAUD, C. *et al.* Propriedades mecânicas e de inflamabilidade de composição de borracha EPDM carregadas com negro de fumo e hidróxido de alumínio. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, vol. 11, nº 1, p. 35-40, 2001.
- CANUT, M. M. C. *Estudo da viabilidade do uso do resíduo fosfogesso como material de construção*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Construção Civil. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2006.
- CORRADINI, E. *et al.* Amido Termoplástico. Documentos 30. Embrapa Instrumentação Agropecuária. São Carlos/SP, 2007.
- DATIQUIM Produtos Químicos Ltda. Catálogo Técnico de Produto: Trióxido de Antimônio. São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.datiquim.com.br>> Acesso em 20 de out. 2015.
- EFFTING C. *Aditivos*. UDESC. Centro de Ciências Tecnológicas. Departamento de Engenharia Civil. Disciplina de Construção II. Notas de Aula. Joinville, 2014.
- FERREIRA, C. G. *Estudo comparativo do desempenho dos sistemas de paredes e forros com gesso acartonado*. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil. Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 2007.
- FREITAS JUNIOR, J. A. *Materiais de Construção: Aditivos para Concreto*. Universidade Federal do Paraná. Setor de Tecnologia. Departamento de Construção Civil. Curitiba, 2013.
- HINCAPIE, A. M.; CINCOTTO, M. A. Efeito dos retardantes de pega no mecanismo de hidratação e na microestrutura do gesso de construção. *Revista Ambiente Construído*. São Paulo, v. 1, nº 2. p. 07 – 16, jul/dez. 1997. ISSN 1415- 8876.

- LOPES, S. M. O. *Concepção e produção de placas de gesso laminado*. Relatório de Estágio. Mestrado em Tecnologia Química. Instituto Politécnico de Tomar. Tomar, 2012.
- LOSSO, M.; VIVEIROS, E. Gesso acartonado e isolamento acústico: teoria versus prática no Brasil. In: I Conferência Latino-Americana De Construção Sustentável. X Encontro Nacional De Tecnologia do Ambiente Construído. *Anais...* Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.
- MACEDO, N. G. *Estudo e desenvolvimento de grafite como agente anti-chama para PVC*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Ribeirão Preto, 2011.
- MAGALHÃES, A. C. T. V.; ALMEIDA, J. G. O uso da mucilagem de cacto em pastas de gesso: efeitos na absorção de água e na resistência à flexão estática. *Revista Ambiente Construído*. Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 139-151, jan./mar. 2010. ISSN 1678-8621.
- MARCONDES, F. C. S. *Sistemas logísticos reversos na indústria da construção civil - Estudo da cadeia produtiva de chapas de gesso acartonado*. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia da Construção Civil. Ed. rev.: São Paulo, 2007. 364 p.
- MARTINS, J. C. *et al.* Avaliação das propriedades retardantes de chama de hidróxidos de magnésio e alumínio com fibra de vidro em polipropileno. In: Seminário de Pesquisa, Extensão e Inovação, 1, 2011, Criciúma/SC. *Anais...* Criciúma: IFSC, 2011.
- MESQUITA, L. S. P.; PÓVOAS, Y. V. Influência de aditivo retardador de pega na pasta de gesso com resíduo de gesso calcinado. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 15, 2014, Maceió/AL. *Anais...* Maceió: ENTAC, 2014.
- MUCIO, D. Aplicação do aditivo antichams em polímeros. Trabalho de conclusão de curso. Faculdade de tecnologia da Zona Leste de São Paulo, 2010.
- MUNHOZ, F. C.; RENOFIO, A. Uso da Gipsita na Construção Civil e Adequação para P+L. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. A energia que move a produção: um diálogo sobre interação, projeto e sustentabilidade, 27, 2007, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: ENEGEP, 2007, pag. 2-4.
- NUNES, S. A. Influência do uso de retardantes de chama halogenados e não halogenados em poliolefinas [dissertação de mestrado] Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Florianópolis, SC, 2010. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/94181>. Acesso em 15 de janeiro de 2015.
- OLIVEIRA, M. P. *Materiais compósitos a base de gesso contendo EVA (Etileno Acetato de Vinila) e vermiculita: otimização de misturas e propriedades termomecânicas*. Tese Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2009.
- PINHO, R. D. *Avaliação das propriedades mecânicas dos pré-moldados de gesso alterados microestruturalmente e estudo das causas do amarelamento pós-pintura*. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2003.
- PQ CORPORATION. *Ficha de informações de segurança de produtos químicos*. Solução de silicato de sódio. São Paulo, 2014.
- PQ CORPORATION. *Silicato de Sódio Líquidos / Sólidos*. Silicatos y Derivados S.A de C.V. México, s.d.
- RIBEIRO, C. C.; PINTO, J. D. S.; STARLING, T. *Materiais de Construção Civil*. 2ª ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002. p. 51.
- RIBEIRO, L. M. *et al.* Flamabilidade e retardância de chama de compósito: poliéster insaturado reforçado com fibra de abacaxi (PALF). *Revista HOLOS*. Rio Grande de Norte: IFRN. v. 1, fev. 2013. ISSN 1807-1600.
- RODRIGUES FILHO, W. *et al.* Avaliação da influência do silicato de sódio nas propriedades de blocos de vedação prensados com areia reciclado e cimento. In: Encontro Nacional e Encontro Latino Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 5, 2009, Recife. *Anais...* Recife: ELECS, 2009.
- SAVI, O. *Produção de Placas de Forro com a Reciclagem do Gesso*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2012.



# IX EEPA

IX ENCONTRO DE ENGENHARIA  
DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL  
19 A 20 DE NOVEMBRO DE 2015

SILVA, M. F. A. *Gerenciamento de processos na construção civil: um estudo de caso aplicado no processo de execução de paredes de gesso acartonado*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

SILVA, M. V.; RODRIGUES, A. M.; CARDOSO, V. V.; FERREIRA, E.; BENOLIEL, M. J.; ALMEIDA, C. M. Retardantes de chamas bromado: éteres difenólicos polibromados (PBDEs). *Revista Acta Farmacêutica Portuguesa*. Lisboa/Portugal, vol. 3, n. 1, p. 67-78, 2014.

SOUZA, L. L. F. *Reciclagem de placas de gesso acartonado*. Monografia. Curso de Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído da Escola de Arquitetura. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2013.

UGARTE, J. F. O. *et al. Vermiculita*. Minerais Industriais. Capítulo 32. CETEM, 2005.