

INFLUÊNCIA DE ADIÇÕES ORGÂNICAS NA PEGA E RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO DO GESSO

Daniela Evaniki Pedroso (Universidade Tuiuti do Paraná) daniela.pedroso@utp.br

Cleber Luís Pedroso (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) cleber.ped@gmail.com

Thais do Nascimento Souza da Silva (Universidade Tuiuti do Paraná) thais_coje@hotmail.com

Jonatas Pase (Universidade Tuiuti do Paraná) jonataspase@gmail.com

Denise Thölken (Universidade Tuiuti do Paraná) denise.tholken@utp.br

Resumo:

Este artigo teve por objetivo estudar a influência de algumas substâncias orgânicas como: limão (ácido cítrico), leite em pó (caseína) e clara do ovo (albumina) no tempo de pega e resistência à compressão do gesso utilizado na construção civil. Ao avaliar os resultados de modo geral no que tange a trabalhabilidade das pastas de gesso, tempo de pega e resistência à compressão, foi possível observar que o ácido cítrico destacou-se em relação as demais adições orgânicas por apresentar uma melhor trabalhabilidade da pasta de gesso e também um tempo de pega final superior ao demais, atingindo o objetivo esperado. Pode-se concluir que de acordo com os testes laboratoriais, as adições orgânicas influenciaram diretamente na pasta de gesso melhorando ao seu tempo de pega, porém por outro lado diminuíram a resistência à compressão. Os ensaios comprovam que o ácido cítrico, suco de limão, é um eficiente aditivo orgânico retardador comparado ao demais aditivos utilizados nesta pesquisa como, caseína e albumina, aumentando o tempo de pega de forma significativa.

Palavras chave: Gesso, Tempo de Pega, Aditivos Orgânicos.

INFLUENCE OF ORGANIC ADDITIONS IN THE PEGA AND RESISTANCE TO THE COMPRESSION OF PLASTER

Abstract

The objective of this study was to study the influence of some organic substances such as: lemon (citric acid), powdered milk (casein) and egg white (albumin) in the time of picking and compressive strength of gypsum used in construction. When evaluating the results in general regarding the workability of gypsum pastes, picking time and compressive strength, it was possible to observe that citric acid was outstanding in relation to the other organic additions because it presented a better workability of the gypsum paste and also a final handle time superior to the others, reaching the expected goal. It can be concluded that according to the laboratory tests, the organic additions directly influenced the gypsum paste, improving its grip

time, but on the other hand, the compressive strength decreased. The assays prove that citric acid, lemon juice, is an efficient organic additive retarder compared to other additives used in this research, such as casein and albumin, increasing the time of taking in a significant way.

Key words: Plaster, Time of Handling, Organic Additives

1. Introdução

Cada vez mais, observa-se uma crescente evolução nos materiais de construção, o que nos leva a questionar a exata utilização desses no que tange a preservação do meio ambiente. Existe uma preocupação muito grande com um dos principais materiais utilizados na construção civil, o gesso, principalmente no seu destino final, pois se trata de um material que em contato com o meio ambiente, pode se tornar tóxico, tendo em vista os resíduos de gesso compostos por sulfato de cálcio di-hidratado que em contato com o oxigênio da água oxida e o torna tóxico. A solubilização do material provoca diretamente a contaminação dos lençóis freáticos e a sulforização do solo.

A disposição inadequada do gesso em aterros sanitários comuns ou até mesmo em bota-fora clandestinos podem provocar a dissolução dos componentes e torná-lo inflamável. Salientando sempre que, o ambiente úmido, associado às condições aeróbicas e à presença de bactérias redutoras de sulfato, permite a dissociação dos componentes do resíduo em dióxido de carbono, água e gás sulfídrico. A incineração do gesso também pode produzir o dióxido de enxofre, um gás tóxico. Para redução do volume de material desperdiçado na preparação e aplicação deste insumo, este artigo propõe a utilização de alguns aditivos orgânicos na composição do gesso para se obter um tempo de pega mais controlado, evitando deste modo o desperdício do material no momento de sua aplicação, além de reduzir significativamente seu descarte.

O estudo envolvendo a influência de aditivos orgânicos no tempo de pega do gesso tem grande apelo tanto do aspecto socioeconômico, quanto ambiental. Neste sentido, este artigo propõe avaliar o tempo de pega do gesso e sua resistência à compressão utilizando aditivos orgânicos, além de identificar o mais eficiente entre eles a fim de diminuir o desperdício excessivo desse material e deste modo proporcionar menor impacto ao meio ambiente. Os aditivos orgânicos utilizados na pesquisa foram: limão, leite em pó e clara do ovo. As propriedades físicas e mecânicas desses materiais podem influenciar diretamente o tempo de pega das pastas de gesso, que serão observados através do aparelho de Vicat conforme a NBR 12128 (ABNT, 2017) e suas resistência à compressão através da NBR 12129 (ABNT, 2017).

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Pega do gesso

A pega do gesso nada mais é que um fenômeno de ordem química e física, Antunes (1999) define que a pega tem o seu início de reação quando as gipsitas na formação de seus núcleos de cristais crescem no período de inclusão, e posteriormente a esse período, os cristais começam a iniciar o processo de precipitação, o que resulta no aumento da consistência, sendo denominado como “início de pega”, aumentando essa taxa de hidratação gradativamente até a etapa final, “fim da pega”. Durante o processo de endurecimento, é possível determinar o seu

início e final através da análise da penetração da agulha do aparelho de Vicat, definido pela NBR 12128:1991 como o equipamento a ser utilizado nos ensaios de tempo de pega.

A velocidade da pega do gesso está diretamente ligada a fatores como: temperatura e tempo de calcinação; finura; quantidade de água de armazenamento; presença de impurezas e aditivos. Os aditivos considerados controladores de pega, podendo ser orgânico ou inorgânico que ao entrar em contato com a água de amassamento, tendem a retardar ou acelerar a pega das pastas (HINCAPIÉ; CINCOTTO, 1997). Os retardadores dividem-se em dois grupos: os que prolongam o tempo de indução da reação de hidratação sem alterar a velocidade da reação, como é o caso do ácido cítrico, e os que diminuem a velocidade da reação, isto é, interferem na cinética de formação da microestrutura do hidrato, como é o caso da caseína (HINCAPIÉ; CINCOTTO, 1997). Os aditivos aceleradores aumentam a solubilidade do hemidrato acelerando a hidratação, reduzindo, assim, o tempo de pega do material. Os aditivos retardadores atuam com finalidade de retardar o tempo de pega das pastas. No grupo dos orgânicos, os mais empregados são os ácidos carboxílicos e as proteínas. No grupo dos produtos inorgânicos destacam-se os fosfatos e boratos.

Muniz (2008) defende que a pega esta diretamente relacionada à condição estabelecida na mudança do estado fluído para o rígido. Portanto, a pega é explicada pela hidratação no exato momento em que a água entra em contato diretamente com o material pulverulento.

O tempo de pega do gesso está associado a dois momentos definidos pela NBR 12128 a qual relaciona o inicio da pega e o seu tempo como: “o tempo decorrido a partir do momento em que o gesso tomou contato com a água, até o instante em que a agulha do aparelho de Vicat não penetrar mais no fundo da pasta, isto é, aproximadamente 1mm acima da base” (ABNT, 2017). O aparelho de Vicat, está apresentado na Figura 1:

O segundo momento é chamado de pega final, o processo de cristalização tem a sua finalização, logo apos “o tempo decorrido a partir do momento em que o gesso entrou em contato com a água, até o instante em que a agulha do aparelho de Vicat não mais deixar impressão na superfície da pasta” (ABNT, 2017).



Figura 1 – Aparelho de Vicat – Determinação do início e fim de pega.

2.2 Propriedades físicas e mecânicas do gesso

As propriedades físicas e mecânicas do gesso, no estado endurecido, são influenciadas diretamente pela formação de sua microestrutura, em particular, pela porosidade e pela forma de entrelaçamento dos cristais (MIKHAIL; MALEK, 1971, *apud* LEWRY; WILLIAMSON, 1994). Segundo Lewry e Williamson (1994), a resistência do material depende:

- Do tamanho e da forma dos cristais;
- Da força de ligação entre os cristais;
- Das impurezas presentes, que proporcionam a formação de cristais com maior dureza ou com predisposição a fraturas;
- Da porosidade da estrutura devido ao excesso da água de amassamento.

Segundo as normas para construção civil NBR 13207 (ABNT, 2017), gesso para construção civil – Especificações, NBR 12127 (ABNT, 2017), gesso para construção – Determinação das Propriedades físicas do pó, e NBR 12129 (ABNT, 2017) – Gesso para Construção – Determinação das propriedades mecânicas, ele deve atender as seguintes propriedades físico-mecânica, para melhor entendimento segue Tabela 1 e 2.

Ensaio	Unidade	Limite
Massa unitária	g/cm ³	≥ 600,0
Dureza	N/mm ²	≥ 20
Aderência	MPa	≥ 0,2

Fonte: ABNT, NBR 13207, 2017.

Tabela 1 – Requisitos mecânicos do gesso para construção civil

Dando continuidade à referência acima, NBR 13207 (ABNT, 2017), gesso para construção civil, o gesso deve atender a seguintes exigências físicas conforme Tabela 2.

Ensaio	Tempo de pega (min)	
	Início	Fim
Gesso para fundição	≤ 10	≤ 20
Gesso para revestimento (s/ aditivos)	≥ 10	≥ 35
Gesso para revestimento (c/ aditivos)	≥ 04	≥ 50

Fonte: ABNT, NBR 13207 ABNT, 2017.

Tabela 2 – Requisitos físicos do gesso para construção civil

2.3 Ácido Cítrico

O ácido cítrico é um orgânico fraco, facilmente encontrado em frutas cítricas como limão e laranja. Segundo Morais, *et al.* (2008), pode apresentar cerca de 7% de seu ácido no próprio suco de limão. Conhecido pelo grupo das três carboxilas – COOH o qual explica sua acidez, o mesmo tem como nome oficial, ácido 2-hidroxi-1,2,3- propanotricarboxílico.

O homem conseguiu realizar a primeira descoberta relacionada ao isolamento do ácido cítrico das frutas em 1784, Carl Wilhelm Scheele, químico, fez seu primeiro experimento com o suco

de limão onde obteve o resultado de cristalização e assim o isolamento do ácido cítrico das frutas.

Algumas técnicas foram estudadas para avaliar a influência de diferentes concentrações de ácido cítrico nas pastas de gesso. Uma delas foi avaliar o uso de medições da condutividade elétrica, com isso, Lanzón e García (2012), concluíram que a concentração de ppm (partículas por milhão) na faixa de 500 a 1000 do ácido cítrico é altamente capaz de produzir uma pasta de gesso com uma trabalhabilidade de até 50 minutos, o que já é considerado um grande avanço.

2.3 Caseína

A caseína é mais conhecida na sua forma de leite em pó, logo as proteínas presentes no leite são utilizadas para propiciar o retardo da pega no gesso. Porém elas estão disponíveis em dois grupos (LIMA, 2013), sendo:

- a) A caseína, que corresponde a 80% da proteína do leite, com uma concentração média de 24-25 mg/ml;
- b) As proteínas do soro, que corresponde a 20% da proteína do leite.

A caseína é extraída/secretada de células epiteliais encontradas nas glândulas mamárias em forma de m/ícel, que é o agrupamento de diversas moléculas de caseína as quais estão diretamente ligadas a íons como o fosfato de cálcio.

Este foi assunto de vários pesquisadores, dentre eles, Hincapie e Cincotto (1997), que utilizaram desta descoberta para destacar o retardamento de pega do gesso. Com o uso do aditivo, chegou a um resultado satisfatório, que resultou em um tempo de pega de 1h (partida) com o uso de 8% de caseína. Já para as proteínas do soro, utilizou-se de 10% para retardar o mesmo tempo equivalente.

2.3 Albumina

A albumina é uma substância proteica obtida industrialmente a partir de ovos de galinha ou do sangue de gado abatido. O contato da água a temperatura normal absorve-o por inchaço e passa gradualmente para uma solução coloidal, formando um líquido denso, viscoso e altamente espumoso de propriedades adesivas. 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).

3. Materiais e Métodos

Neste trabalho foi realizado um estudo sobre a influência da adição de substâncias orgânicas, limão, leite em pó e clara do ovo, para retardar o tempo de pega do gesso de construção e verificar sua resistência à compressão. Os ensaios foram realizados no laboratório da Universidade Tuiuti do Paraná na cidade de Curitiba-PR, empregando-se o *Aparelho de Vicat* para verificar o tempo de pega das pastas de gesso, para isso foi utilizada a norma NBR 12128 (ABNT, 2017), além disso foram verificadas as resistências à compressão das mesmas pastas utilizando a norma NBR 12129 (ABNT, 2017).

A determinação da quantidade de adição foi empírica. Seguindo como parâmetro a metodologia utilizada por Lima (2013), Henão e Cincotto (1997), no qual a relação água/gesso (a/g) utilizados em todos os ensaios foi de 0,5, fator que determinou o comportamento da pasta de acordo com cada quantidade adicionada de adição. Os traços, com o quantitativo de material utilizado em cada composição, estão descritos na Tabela 3.

Composição	Fator a/g	Gesso (g)	Aditivo	Água (mL)
Gesso controle	0,5	300	-	150
Gesso com suco de limão	0,5	300	0,5mL	150
Gesso com suco de limão	0,5	300	1mL	150
Gesso com suco de limão	0,5	300	1,5mL	150
Gesso com clara de ovo	0,5	300	5mL	150
Gesso com clara de ovo	0,5	300	6mL	150
Gesso com clara de ovo	0,5	300	7mL	150
Gesso com leite em pó	0,5	300	3g	150
Gesso com leite em pó	0,5	300	4g	150
Gesso com leite em pó	0,5	300	5g	150

Fonte: Os autores (2018)

Tabela 3 – Quantidade de material utilizado na preparação das pastas de gesso utilizando adições orgânicas

O gesso utilizado para confecção das pastas foi o indicado para fundição de moldes, para nivelamento e reparos pequenos em paredes internas de alvenaria; composição química: sulfato de cálcio hemidratado, argilas, minerais e sais solúveis.

A água utilizada na relação água/gesso é destilada conforme estabelecido pela norma NBR 12128 (ABNT, 2017).

Suco do limão (ácido cítrico): o limão utilizado foi o Siciliano que é um dos mais antigos do mundo e também conhecido como eureka ou Lisboa, sua casca é amarelada e bem grossa e seu formato é alongado, ele não é muito suculento como os outros tipos, e seu sabor é bem ácido. E justamente por ser considerado o mais ácido foi o escolhido para esta pesquisa. Foram extraídos 0,5 ml, 1,0 ml e 1,5 ml de suco do fruto, e peneirado para que as concentrações sejam incorporadas a pasta de gesso.

Leite em pó (caseína): é obtido a partir da desidratação do leite, uma vez que desidratado tem sua longevidade prolongada, nas indústrias o processo é realizado pela evaporação lenta, mantendo as proteínas do produto. As concentrações incorporadas foram 3g, 4g e 5g.

Clara do ovo (albumina): A clara do ovo ou albúmen é a parte transparente da célula de ovo, que circunda a gema e é formada predominantemente por água e pela proteína albumina. A

clara foi manualmente separada da gema do ovo e incorporada às concentrações de 5,0 ml, 6,0 ml e 7,0 ml.

4. Resultados e Discussões

Através de uma análise tátil-visual pode-se observar uma mudança na consistência das pastas com o emprego dos aditivos, conforme observado na Figuras 2a, b e c. Com a adição do limão (ácido cítrico) e clara de ovo (albumina) obteve-se um aumento na trabalhabilidade das pastas; já com a adição do leite em pó (caseína) obteve-se uma pasta com trabalhabilidade reduzida, tornando-se difícil o seu preparo.



Figura 2 a) pasta de gesso com suco de limão; b) pasta de gesso com clara de ovo; c) pasta de gesso com leite pó
Fonte: Os autores (2018)

Os resultados de resistência a compressão, aos 28 dias, estão apresentados na Figura 3 em que pode-se identificar uma variação entre as diferentes adições orgânicas utilizados para este ensaio, em função de suas porcentagens de adição.

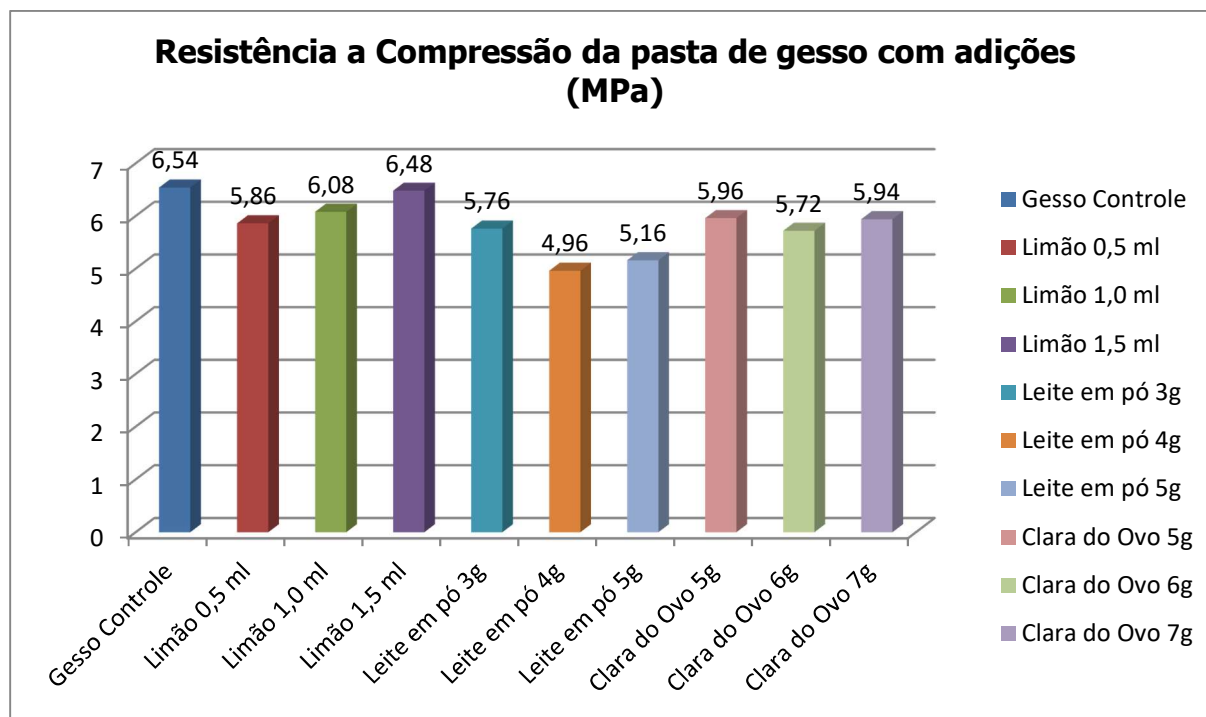


Figura 3 – Resistência a compressão das pastas de gesso com diferentes adições
Fonte: Os autores (2018)

Observa-se que todas as adições influenciaram diretamente na resistência a compressão, tendo em vista que nenhuma alcançou a resistência de controle independente da proporção utilizada, a resistência foi menor que o traço controle.

Na Tabela 4, são apresentados tempos de início e fim de pega das pastas de gesso utilizando adições orgânicas:

Composição	Adição	Início de Pega	Fim de Pega
Gesso controle	-	00:29:30	00:38:46
Gesso com suco de limão	0,5mL	00:34:37	00:44:49
Gesso com suco de limão	1mL	00:40:24	00:56:36
Gesso com suco de limão	1,5mL	01:00:30	01:10:41
Gesso com clara de ovo	5mL	00:30:40	00:42:06
Gesso com clara de ovo	6mL	00:35:53	00:50:15
Gesso com clara de ovo	7mL	00:30:25	00:43:27
Gesso com leite em pó	3g	00:37:00	00:59:05
Gesso com leite em pó	4g	00:33:37	01:06:38
Gesso com leite em pó	5g	00:29:57	01:08:06

Fonte: Os autores (2018)

Tabela 4 – Tempos de início e fim de pega de pastas de gesso utilizando adições orgânicas

Pode-se observar na Tabela 4 que, a pasta de gesso, utilizada como controle, sem adição, obteve início de pega maior que 10 minutos e fim de pega maior que 35 minutos, o que é satisfatório, pois atende as especificações da NBR13207 (ABNT, 2017), referenciados na Tabela 2, deste artigo. Para pastas de gesso utilizando adições, a NBR13207 (ABNT, 2017) especifica que o início de pega deve ser maior ou igual a 4 minutos e o fim de pega maior ou igual a 50 minutos, observando a Tabela 2, pode-se concluir que a utilização dos aditivos melhoraram o tempo de início de pega, já o fim de pega não foi atendido com a utilização do suco de limão 0,5mL e clara de ovo 5mL.

5. Conclusões

Pode-se concluir que de acordo com os testes laboratoriais, os aditivos orgânicos influenciam diretamente na pasta de gesso melhorando ao seu tempo de pega, porém por outro lado diminui a resistência à compressão.

Os ensaios comprovam que o ácido cítrico, suco de limão, é um eficiente aditivo orgânico retardador comparado ao demais aditivos utilizados nesta pesquisa como, caseína e albumina, aumentando o tempo de pega de forma significativa.

A consistência da pasta de gesso aumenta com adição do suco de limão e a clara do ovo melhorando sua trabalhabilidade, porém, na presença do leite em pó essa propriedade é prejudicada, deixando a pasta de gesso mais seca com menor consistência.

Outro fator relevante nessa pesquisa está atribuído ao ensaio de resistência à compressão, onde se identificou que todas as adições orgânicas comprometem as propriedades mecânicas da pasta de gesso.

Um dos itens mais preocupantes e que deu início a essa pesquisa era o descarte excessivo e inapropriado da pasta de gesso e muitas vezes sem controle o que acarretava num custo significativo para obra e principalmente em impactos causados ao meio ambiente devido ao processo químico e físico do gesso endurecido.

Com o uso de adições orgânicas retardadores, nesse caso, indicado o ácido cítrico (limão) como um dos mais eficientes apresentados nessa pesquisa, e que provavelmente pode contribuir para a diminuição do desperdício de material e principalmente evitar impactos ao meio ambiente com a diminuição do descarte do material não aproveitado devido ao curto tempo de trabalhabilidade.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12127: Gesso para Construção Civil – Determinação das Propriedades Físicas do Pó. Rio de Janeiro, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12128: Gesso para Construção Civil – Determinação das Propriedades da Pasta de Gesso. Rio de Janeiro, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12129: Gesso para Construção Civil – Determinação das Propriedades Mecânicas. Rio de Janeiro, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13207: Gesso para Construção Civil – Requisitos. Rio de Janeiro, 2017.
- ANTUNES, R. P. N.; JOHN, M. J. O conceito do tempo útil das pastas de gesso. São Paulo: EPUSP, 2000. Boletim Técnico.
- ANTUNES, R. P. N. Estudo da influência da cal hidratada nas pastas de gesso. 1999. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da universidade Estadual de São Paulo. São Paulo, SP, 1999.
- AGOPYAN, V. O gesso na construção civil. In: Simpósio de Desempenho de Materiais e Componentes de Construção Civil, Anais... Florianópolis: UFSC, v. 1, 1989. p. 64-75.
- BAUER, L. A. F. Materiais de Construção. Rio de Janeiro: LTC, 2011. p. 488.
- CINCOTTO, M. A.; AGOPYAN, V.; FLORINDO, M. C. O gesso como material de construção – composição química (1ª parte). In: Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Divisão de Edificações. Tecnologia de Edificações. São Paulo, 1998. p. 53-56.
- CIMENTO PORTLAND. Aparelho de Vicat. Disponível em: <www.pt.slideshare.net/davidgrubba/materiais-de-construo-cimento-portland>. Acesso em: 17 de set. 2017.
- EBAH. Gesso na Construção Civil. Disponível em: <www.ebah.com.br>. Acesso em: 31 de ago. 2017.
- HENAO, A. M. H.; CINCOTTO, M. A. Seleção de substâncias retardadoras do tempo de pega do gesso de construção. São Paulo: Escola Politécnica, USP, 1997. (Boletim Técnico).
- HINCAPIÉ, A. M. Efeitos de substâncias retardadoras de pega nas propriedades do gesso de construção. São Paulo, 1997. 100 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 1997.

HINCAPIÉ, A. M.; CINCOTTO, M. A. Efeito de retardadores de pega no mecanismo de hidratação e na microestrutura do gesso de construção. *Ambiente Construído*, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 7-16, 01 jul., 1997.

INFOESCOLA. Ácido Cítrico. Citrato de Hidrogênio. Disponível em: <www.infoescola.com>. Acesso em: 29 de ago. 2017.

JOHN, V. M.; CINCOTTO, M. A. Gesso de construção civil. In: ISAIA, G. C. *Materiais de construção civil e princípios de ciências em engenharia de materiais*. São Paulo: Ibracon, 2007. p. 727-760.

LOPES, V. M. Tratamento de soluções contendo ácido cítrico e imobilização em cimento portland. 1998. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – aplicações) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, SP, 1998.

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

MADEGESSO. Composição do gesso e características. Sulfato de Cálcio Hidratado. Disponível em: <www.madegesso.com>. Acesso em: 23 de ago. 2017.

MUNIZ, M. V. A influência dos aditivos aceleradores e retardadores de pega sobre a pasta de cimento portland. 2008. 79 f. Dissertação (graduação em engenharia civil) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2008.

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.