

## **Comparação entre o método Vicat e o método do Calorímetro para determinação do tempo de pega do gesso reciclado**

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

**almeida.dmartins@gmail.com**

**Rubya Vieira de Mello Campos, Faculdade Integrado**

**rubyadmc@hotmail.com**

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

**coelho\_tania@yahoo.com**

**Sidnei Coutinho, UEM/Campus de Umuarama**

**sidneireinacoutinho@ig.com.br**

*Resumo: O descarte inadequado de sólidos poluentes, como o gesso, tem acarretado o aumento disseminado da poluição ambiental. Uma alternativa para eliminar este problema é a reciclagem destes materiais, no entanto, para garantir que o novo produto torne-se atrativo ao mercado, são necessárias diversas pesquisas para que o mesmo conquiste as características desejáveis. Desta forma, o objetivo deste trabalho é realizar um comparativo entre dois métodos de ensaios utilizados para a determinação do tempo de pega do gesso reciclado, sendo eles o Vicat e o Calorímetro, e então demonstrar a viabilidade do uso destes métodos. Para a realização dos ensaios com o Vicat, seguiu-se a NBR 12128:1991, e para o método do Calorímetro, seguiu-se a metodologia utilizada por Antunes (1999 apud Savi, 2012). Após a realização da pesquisa constatou-se que o método do Calorímetro, apresenta resultados insatisfatórios para este tipo de análise, quando utilizado materiais reciclados, visto que, a média da diferença percentual entre ambos os métodos, foi de 67,4% e 34,12%, para início e fim de pega, respectivamente. No entanto, para a amostra de gesso comercial a diferença percentual foi de 8,0% e 2,4% para testes de início e fim de pega, respectivamente.*

*Palavras-chave: Pega Inicial; Pega Final; Ensaios.*

### **1. Introdução**

O gesso é obtido por meio da calcinação (decomposição a quente) da gipsita, mineral encontrado em abundância em toda a superfície terrestre (DRYWALL, 2009).

De acordo com Queiroz Filho *et al.* (2014), o consumo de gipsita no Brasil, em 2013, foi de aproximadamente 3,5 milhões de toneladas, e o consumo *per capita* anual de gesso é de 18 kg.

De acordo com Bezerra (2009), haverá um aumento considerável na demanda e no consumo de gesso até o ano de 2030, como pode ser observado na Tabela 1.

TABELA 1 - Projeção da demanda e do consumo de gipsita no Brasil.

PROJEÇÃO DA DEMANDA E DO CONSUMO PER CAPITA DE GIPSITA			
PPA Quadriênio	Demanda Gipsita (kg)	População (habitantes)	Consumo per capita (kg/hab)
2016/2019	2.958.821.000	205.970.182	14,4
2020/2023	3.354.249.000	210.441.362	15,9
2024/2027	3.777.293.000	214.209.414	17,6
2028/2030	4.112.699.000	216.410.030	19,0

Fonte: Adaptado de Bezerra (2009).

De acordo com Ahmed *et al.* (2011), durante os três estágios de utilização do gesso, a produção, construção e demolição, cerca de 15 milhões de toneladas de resíduos de gesso são geradas anualmente no mundo. Sendo assim, uma tentativa na redução do descarte destes resíduos é a reciclagem.

Devido ao fato de o conceito de reciclagem do gesso ser novo, comparado ao tempo que já está sendo descartado na natureza, existem poucos trabalhos referentes ao assunto. Desta forma, o estudo comparativo entre os métodos de Vicat e do Calorímetro, contribuirá para o avanço das pesquisas relacionadas à determinação dos tempos de pega ideais para o gesso reciclado, sendo esta, uma característica indispensável para o desenvolvimento de novos produtos reciclados.

O artigo é constituído por seis seções. Na primeira é apresentada a Introdução, em seguida a Fundamentação teórica, na terceira seção encontra-se a Metodologia, na quarta seção têm-se os Resultados e discussões, na quinta seção são apresentadas as Considerações finais, e por último as Referências.

## 2. Fundamentação teórica

### 2.1 Gesso acartonado reciclado

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).

Conhecendo-se a composição dos resíduos de gesso, e fazendo um controle do descarte dos mesmos, torna-se possível a reciclagem deste material, por meio da reinserção das placas de gesso no processo de produção (MARCONDES, 2007).

De acordo com Souza (2013), é viável a reciclagem do gesso acartonado, visto que, as placas possuem aproximadamente 90% de gesso em sua composição, desde que possa ser separado dos demais materiais utilizados em construção.

De acordo com Nunes (2010), a reciclagem do gesso é um fator fundamental para o desenvolvimento sustentável, visto que, é uma alternativa importante de tratamento de resíduos, que preserva os recursos minerais e energéticos, além de permitir o aumento da vida útil dos aterros sanitários.

Mesmo concorrendo com preços abaixo da matéria prima virgem, a política de reciclagem pode inserir a empresa no contexto do desenvolvimento sustentável, proporcionando, junto ao consumidor, ganhos para a empresa (SAVI, 2012).

Uma das características que são responsáveis por garantir a boa trabalhabilidade do gesso está relacionada ao seu tempo de pega, desta forma, a determinação dos tempos de início e fim de contribuem para o manejo ideal do produto.

## 2.2 Tempo de pega

O tempo de pega pode ser definido como aquele decorrido desde o instante em que o hemidrato entra em contato com a água de amassamento até o seu endurecimento (BALTAR, 2009). Assim, é dividido em duas fases, tempo de pega inicial e tempo de pega final.

Para Savi (2012), o momento em que se inicia a cristalização da pasta é definido como o início de pega, cujo tempo é medido a partir do momento da hidratação do aglomerante; o fim de pega é definido como o momento final de endurecimento, quando o produto adquiriu maior resistência.

Para Baltar; Bastos; Luz (s.d.), o tempo de pega é manipulado na etapa de calcinação do gesso.

A NBR 13207:1994 - Gesso para construção civil – Especificação, estabelece os tempos de pega ideais para o gesso utilizado na construção civil, estes valores podem ser observados na Tabela 2.

TABELA 2 - Exigências físicas do gesso para a construção civil.

CLASSIFICAÇÃO DO GESSO	TEMPO DE PEGA (min)	
	Início	Fim
Gesso fino para revestimento	> 10	> 45
Gesso grosso para revestimento	> 10	> 45
Gesso fino para fundição	4 - 10	20 - 45
Gesso grosso para fundição	4 - 10	20 - 45

Fonte: Adaptado de NBR 13207:1994

Desta forma, considera-se como intervalos ideais, para os tempos de pega, os que ocorrem com menos de 10 minutos e 45 minutos, para início e fim de pega, respectivamente.

Os tempos de pega podem ser determinados por meio do aparelho de Vicat ou por Calorimetria. A realização de ensaios, utilizando-se simultaneamente ambos os métodos, permite a determinação da técnica ideal de calcinação do gesso acartonado reciclado, visto que, a calcinação é um fator que determina os tempos de pega do gesso, e assim, influencia diretamente na trabalhabilidade desse material.

### 2.2.1 Aparelho Vicat

Os ensaios, utilizando-se o aparelho de Vicat (Figura 1), devem ser executados de acordo com os métodos descritos pela NBR 12128:1991 (MB-3469), que estabelece como devem ser a aparelhagem, a preparação da amostra, a determinação da consistência normal da pasta e a determinação do tempo de pega.



FIGURA 1 - Técnica para a determinação dos tempos de pega, utilizando-se o Vicat. Fonte: Savi, 2012.

Segundo a NBR 12128:1991, o início de pega é estabelecido pelo tempo decorrido, desde o instante em que o gesso entra em contato com a água, até o momento em que a agulha do aparelho não consiga mais perfurar o fundo da pasta, permanecendo aproximadamente a 1 mm do vidro do aparelho; e o fim de pega é o tempo decorrido até o instante em que a agulha do aparelho não deixa mais impressão sobre a superfície da pasta.

## 2.2.2 Calorímetro

O Calorímetro é um método alternativo, adotado por Antunes (1999 apud Savi, 2012), para a obtenção dos tempos de pega e serve como um comparativo para os tempos identificados por meio do aparelho de Vicat.

De acordo com Savi (2012), para a determinação dos tempos de pega, por meio do Calorímetro, a pasta de gesso deve ser colocada dentro de um recipiente de poliestireno, o qual é posicionado dentro de uma caixa, que também deve ser de poliestireno, de modo que um sensor de temperatura fique acondicionado no interior da pasta, como pode ser observado na Figura 2. Assim, um *software* do próprio equipamento realiza a leitura dos dados.



FIGURA 2 – Técnica para a determinação dos tempos de pega, utilizando-se o Calorímetro. Fonte: Savi, 2012.



### **3. Metodologia**

Os métodos de abordagem utilizados foram: experimental para preparação e caracterização das amostras; quantitativo, visto que, são apresentadas as diferenças percentuais entre os métodos do Vicat e do Calorímetro, para as amostras de gesso acartonado reciclado e de gesso comercial (GC) e qualitativo, já que, realiza-se uma comparação sobre os métodos. A pesquisa classifica-se, quanto aos fins, como descritiva, pois visa descrever como ocorre a determinação do tempo de pega por ambos os métodos. Quanto aos meios classifica-se como bibliográfica.

Inicialmente escolhe-se 6 (seis) amostras, estas que apresentam diferentes tempos e temperaturas de calcinação do gesso, e 1 (uma) amostra de gesso comercial, para então realizar os ensaios com o aparelho de Vicat e com o Calorímetro.

Posteriormente, realizou-se a preparação das amostras como descrito pela NBR 12128:1991 (MB-3469), mantendo-se sempre a mesma relação água/gesso (1:1). Em seguida as mesmas foram submetidas ao teste de início e fim de pega, por ambos os métodos, simultaneamente.

Os testes foram realizados no Laboratório de Materiais de Construção e Mecânica dos Solos do Campus Regional da Universidade Estadual de Maringá – Campus de Umuarama.

Os ensaios, utilizando-se o aparelho de Vicat, foram executados de acordo com os métodos descritos pela NBR 12128:1991 (MB-3469), que determina como deve ser o equipamento, a preparação da amostra, a determinação da consistência normal da pasta e a determinação do tempo de pega.

Para os ensaios com o Calorímetro, que é um método alternativo, seguiu-se a metodologia adotada por Antunes (1999 apud Savi, 2012), para a obtenção dos tempos de pega, estes que serviram de comparativo com os tempos identificados por meio do aparelho de Vicat.

### **4. Resultados e discussões**

Após a caracterização e preparação das amostras, executou-se os ensaios simultâneos, pelo método Vicat e do Calorímetro.

Ao comparar-se os resultados encontrados pelo Calorímetro com o aparelho de Vicat, constatou-se que o método do Calorímetro apresenta resultados insatisfatórios para este tipo de análise, quando utilizado materiais reciclados, visto que, a variação de tempos de pega inicial e final foram muito grandes, para as amostra de gesso reciclado, no entanto, para a amostra de gesso comercial (CG), os tempos encontrados por ambos os métodos, foram próximos.

A Figura 3 representa o gráfico comparativo entre os resultados de tempo de pega inicial, com o método do Vicat e do Calorímetro.

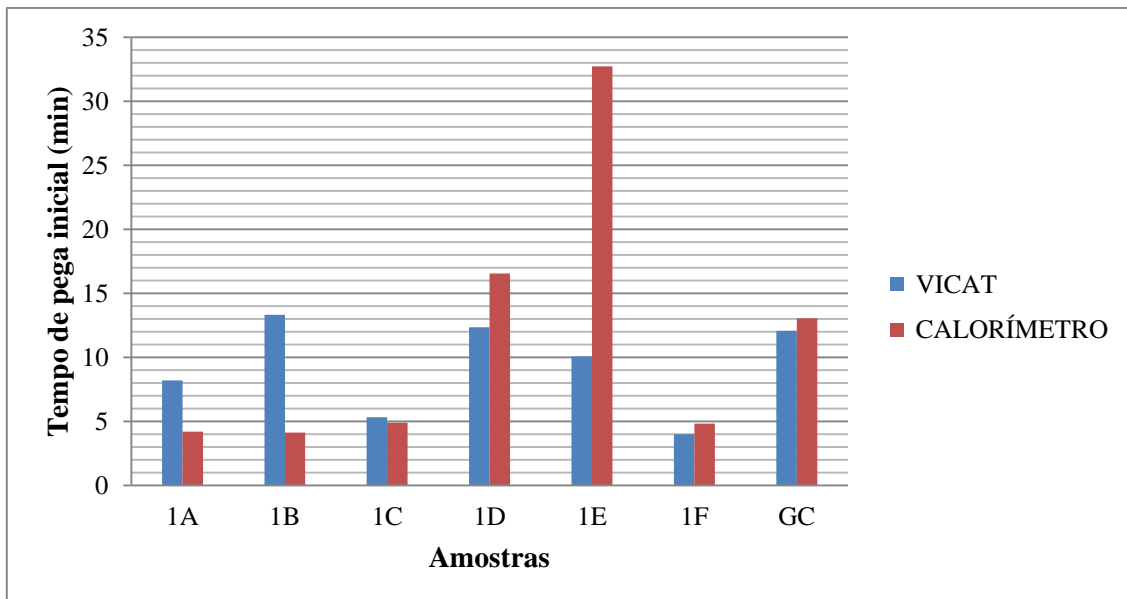


FIGURA 3 – Comparação entre os tempos de pega iniciais de acordo com método de Vicat e do Calorímetro.

Como pode-se observar pela Figura 3, os tempos de pega iniciais para as amostras 1A, 1B, 1D e 1E, apresentaram uma variação superior, quando comparado com as amostras 1C, 1F e GC.

A Figura 4 representa o gráfico comparativo entre os resultados de fim de pega com ambos os métodos.

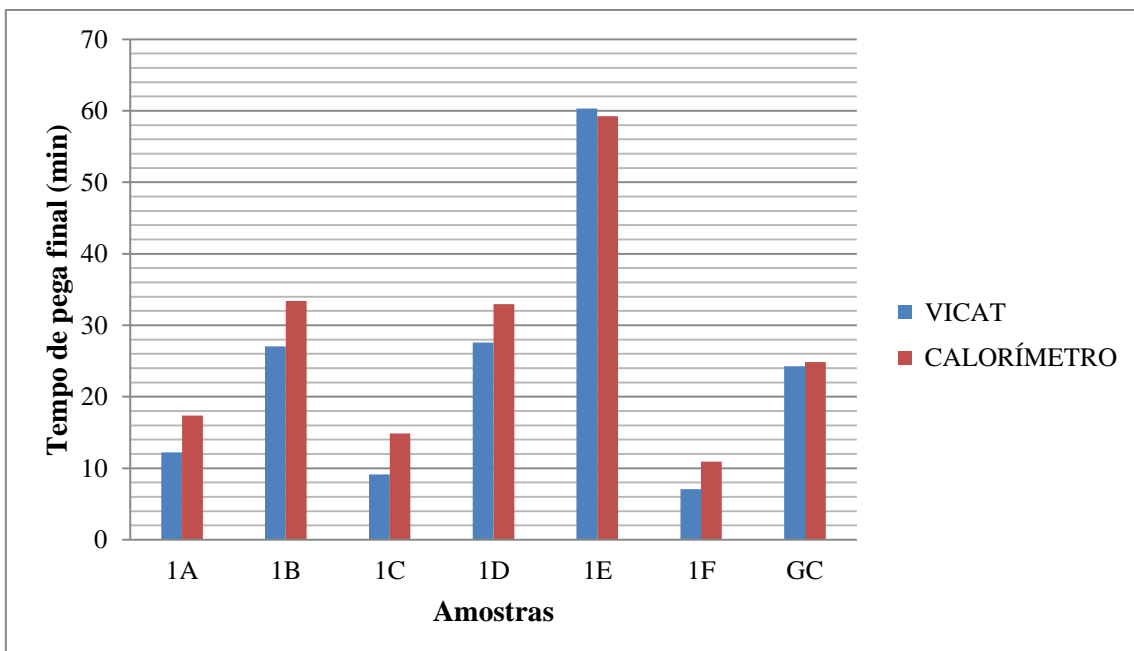


FIGURA 4 – Comparação entre os tempos de pega finais de acordo com método de Vicat e do Calorímetro.

Ao analisar-se a Figura 4, percebe-se existe uma variação significativa, entre as amostras de gesso acartonado reciclado, isto é, entre as amostras 1A, 1B, 1C, 1D, 1E e 1F, Já para a amostra de GC, a variação foi inferior.

A Tabela 3 apresenta a diferença percentual entre ambos os métodos, para os tempos de pega inicial e final.

TABELA 3 – Diferente percentual entre o método do Vicat e do Calorímetro para os tempos de pega.

AMOSTRA	DIFERENÇA PERCENTUAL	
	Tempo de pega inicial	Tempo de pega final
1A	-48,7%	42,5%
1B	-69,0%	23,6%
1C	-7,7%	62,8%
1D	34,0%	19,6%
1E	224,4%	-1,8%
1F	21,0%	54,2%
GC	8,0%	2,4%

Ao analisar a Tabela 3, percebe-se que as amostras de gesso reciclado, apresentaram uma diferença percentual elevada, no entanto o mesmo não ocorre para o gesso comercial. Isto demonstra que, apenas a amostra de GC não apresenta variação significativa sobre os resultados de teste de pega, por ambos os métodos.

Sendo assim, torna-se inviável a análise e comparação das amostras de gesso acartonado reciclado, pelos métodos de Vicat e do Calorímetro.

Desta forma, para a determinação do tempo de pega ideal para as amostras de gesso acartonado reciclado, sugere-se apenas a utilização do método de Vicat, seguindo-se a NBR 12128:1991 (MB-3469), tendo em vista que, o método do Calorímetro é tido como alternativo.

## 5. Considerações finais

Anualmente são descartadas toneladas de resíduos de gesso no meio ambiente, uma estratégia para solucionar este problema é a reciclagem deste material. No entanto, para garantir à inserção de novos produtos a base de gesso no mercado, torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas que contribuam para a determinação de características desejáveis aos mesmos.

Uma das características tidas como indispensáveis para o gesso está relacionada ao tempo de pega, visto que, esta é responsável por garantir a boa trabalhabilidade deste material. Desta forma, a determinação do tempo de pega, por meio dos métodos do Vicat e do Calorímetro, contribui para o avanço destas pesquisas.

Com o desenvolvimento desta pesquisa, constatou-se que os resultados sobre os tempos de pega pelo método do Calorímetro, para as amostras de gesso reciclado, são considerados insatisfatórios, visto que, os mesmos apresentam uma diferença percentual média de 67,4% e 34,12%, para início e fim de pega, respectivamente, quando comparado com o método de Vicat, este que é o método oficial, estabelecido por norma.

No entanto, quando utilizado o método do Calorímetro, para determinar o tempo de pega, para a amostra de gesso comercial, os resultados obtidos foram próximos ao do

método do Vicat, apresentando uma diferença percentual de 8,0% e 2,4% para testes de início e fim de pega, respectivamente.

Isto demonstra que, as reações que correm durante o processo de endurecimento da pasta do gesso reciclado, são diferentes do gesso comercial, o que interfere na leitura dos dados feito pelo Calorímetro.

#### Referências

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12128 (MB-3469) - Gesso para construção - Determinação das propriedades físicas da pasta*. Rio de Janeiro. 1991.

\_\_\_\_\_. *NBR 13207 - Gesso para construção civil*. Rio de Janeiro. 1994.

AHMED, A.; UGAI, K.; KAMEI, T. Investigation of recycled gypsum in conjunction with waste plastic trays for ground improvement. *Construction and Building Materials*, v. 25, jan. 2011, p. 208-217.

BALTAR, C. A. M.; BASTOS, F. F.; LUZ, A. B. *Diagnóstico do Polo Gesseiro de Pernambuco (Brasil) com Ênfase na Produção de Gipsita para Fabricação de Cimento*. Maxgesso, s.d. Disponível em: <<http://maxgesso.com.br/novosite>> Acesso em 02 de jul. 2015.

BALTAR, L. M. *Influência da Adição de Polissacarídeos nas Propriedades Físicas do Gesso Alfa*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral), Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral, Centro de Tecnologia e Geociência, Recife, 2009, cap. 2, pag. 7.

BEZERRA, M. S. *Projeto Estatal: Projeto de Assistência técnica ao setor de energia*. Relatório Técnico 34. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral – SGM, 2009.

DRYWALL - Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para Drywall. *Resíduos de Gesso na Construção Civil - Coleta, armazenagem e destinação para reciclagem*. São Paulo, 2009. Disponível em: <[www.drywall.org.br](http://www.drywall.org.br)> Acesso em 27 de jul. 2016.

MARCONDES, F. C. S. *Sistemas logísticos reversos na indústria da construção civil - Estudo da cadeia produtiva de chapas de gesso acartonado*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia da Construção Civil, São Paulo, 2007. 364 p.

NUNES, S. A. *Influência do uso de retardantes de chama halogenados e não halogenados em poliolefinas*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Florianópolis, SC, 2010.

QUEIROZ FILHO, A. A.; NETO, A. A. A.; DANTAS, J. O. C. *Gipsita*. Departamento Nacional de Produção Mineral. Ministério de Minas e Energia. Sumário Mineral, DNPM, 2014.

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.

SAVI, O. *Produção de Placas de Forro com a Reciclagem do Gesso*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana), Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Maringá, 2012.

SILVA, J. A. A. Potencialidades de Florestas Energéticas de Eucalyptus no Polo Gesseiro do Araripe-Pernambuco. In: *Acadêmica Pernambucana de Ciência Agrônômica*, 5-6, 2008-2009, Recife. *Anais...* Recife, 2008-2009, pag. 301-319.

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