

# AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS GESSOS DE CONSTRUÇÃO DA GRANDE SÃO PAULO

Leticia Dorado Conchado Ferreira<sup>1</sup>; Heloísa Cristina Fernandes Cordon<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Aluna de Iniciação Científica da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT);

<sup>2</sup> Professora da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT).

**Resumo.** *Os materiais para a construção civil são responsáveis por uma grande parte do custo de uma obra, assim sua seleção depende de vários fatores como sustentabilidade, durabilidade, segurança e economia. Um dos materiais mais utilizados com essas características é o gesso. Entretanto, é necessário muito cuidado com a utilização produtos de baixa qualidade para um setor tão importante da economia, onde quaisquer erros ou descuidos causam acidentes fatais e grandes prejuízos financeiros e ambientais. Sendo assim, esse projeto tem como objetivo avaliar a qualidade dos gessos de construção civil vendidos na grande São Paulo, avaliando todas as propriedades do pó, da pasta e da pasta já endurecida, que afetam diretamente o resultado final na obra. Observou-se que apenas 4 de 10 marcas avaliadas atenderam 3 de 5 requisitos de norma, evidenciando a baixa qualidade do material comercializado na Grande São Paulo. Além disso, percebeu-se algumas inconsistências nas normas brasileiras que regulamentam a qualidade deste material.*

## 1. Introdução

O gesso para construção é produto da calcinação da gipsita, sulfato de cálcio di-hidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). A calcinação é um processo industrial em que ocorre a desidratação do minério, moído previamente, exposto a temperaturas em torno de 150 °C, perdendo entre 1,5 a 2 moléculas de água, resultando em sulfatos de cálcio distintos. Obtém-se o hemidrato- $\beta$ , produzido em forno sob pressão atmosférica (via seca), utilizado na construção civil devido ao seu menor custo e maior tempo de reação, e o hemidrato- $\alpha$ , produzido em autoclaves, também chamado de via úmida, utilizado em setores hospitalares. Além das anidritas tipo III, tipo II e tipo I (CINCOTTO; AGOPYAN; FLORINDO, 1988a; SOBRINHO et al., 2001).

A composição do gesso é basicamente sulfato de cálcio hemi-hidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ), com requisitos de qualidade estipulados por cada país. Devido às condições do processo de produção, pode conter porcentagens menores de anidra III (solúvel) e anidrita II (insolúvel) e a gipsita, além de possíveis impurezas como quartzo, argila, calcita ou dolomita (CINCOTTO; AGOPYAN; FLORINDO, 1988a).

Sendo um dos materiais mais utilizados na construção civil, possui diversas aplicações como: na produção de placas, blocos, divisórias, revestimento de ambientes internos e na produção de cimento Portland, adicionado nos teores de 3% a 5% para retardar o tempo de pega, que na sua ausência seria quase imediato (CORDON, 2017). Sendo assim, a qualidade do gesso é de indiscutível importância já que se deve garantir a segurança e durabilidade quando usado, por ser uma alternativa para redução de custos e como responsabilidade ecológica, já que é um material com potencial tóxico, onde se mal descartado pode liberar gases inflamáveis e contaminar o solo e o lençol freático (CAVALCANTE; MIRANDA, 2011; CORDON; CAGNONI; FERREIRA, 2019).

Para avaliação dos gessos para revestimento deve-se analisar o material em forma de pó, pasta e pasta endurecida. Com o pó são realizados ensaios de granulometria, massa específica e massa unitária. No ensaio de granulometria são analisadas as dimensões dos materiais, que influenciam diretamente na quantidade de água para produzir uma pasta consistência normal (a/g), quanto menor o diâmetro maior a quantidade de água, na taxa de hidratação, quanto maior o diâmetro maior o tempo de hidratação, e conseqüentemente a resistência à compressão, ao aumentar a relação água/gesso essa última propriedade diminui

(YE et al., 2011). Já com os ensaios de massa específica e massa unitária é possível analisar a homogeneidade do gesso (CINCOTTO; AGOPYAN; FLORINDO, 1988b).

Com o gesso em pasta estuda-se a consistência, a relação água/gesso e os tempos de início e fim de pega. A importância de se obter o tempo de pega é para avaliar o tempo em que o gesso tem para manipulação da pasta e essa propriedade pode ser estudada tanto pelo aparelho de Vicat quanto por ensaios de cinética de temperatura. Diversos fatores podem afetar o tempo de pega, como: impurezas presentes na matéria prima (SANTOS, 1998 apud ANTUNES; JOHN, 2000), tamanho das partículas de gesso, quanto menor as partículas, maior a área específica para reação, assim acelerando o processo de hidratação (CORDON, 2017; RIDGE, 1961), energia de mistura, onde dependendo da intensidade acelera a hidratação e auxilia a água a hidratar todos os grãos de gesso (BLAINE, 1997), resultando em uma maior quantidade de núcleos de cristalização, assim comprometendo a resistência do material e relação água gesso, sendo este o principal fator de influência, quanto maior a quantidade de água, maior é o intervalo para início da pega, assim menor taxa de reação e maior tempo de pega (NOLHIER, 1986).

Com a pasta endurecida realiza-se o ensaio de dureza e resistência à compressão sendo fundamentais para conhecimento do material e de sua qualidade. Segundo Dias e Cincotto (1995), a importância da determinação da dureza é pela necessidade de se avaliar as qualidades mecânicas do revestimento e a sua capacidade de receber cargas apoiadas a ele além do seu próprio peso.

Portanto, esse trabalho procura avaliar o desempenho e a qualidade de dez marcas de gesso para revestimentos disponíveis no mercado da Grande São Paulo, tendo como base os requisitos normatizados.

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1 Materiais**

Neste trabalho, foram utilizadas dez diferentes marcas de gessos comerciais obtidas no comércio especializado de diferentes regiões da Grande São Paulo, indicados para revestimentos internos, pequenos reparos, assentamento de molduras de gesso e produção de peças artesanais.

#### **2.1.1 Água**

A água utilizada na hidratação dos gessos foi fornecida pelo abastecimento público de São Caetano do Sul- SP e é considerada própria para consumo na construção civil.

#### **2.1.2 Aditivo**

O aditivo utilizado foi o citrato de sódio dissolvido em água destilada para realização do ensaio de consistência normal da pasta pela NBR 12128 (ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017a).

### **2.2 Métodos**

Antes de quaisquer experimentos como exigência de norma todo volume de gesso usado para realização dos testes de qualidade foi passado através de peneira de malhas de 2,0 mm para que fossem descartados possíveis torrões.

Todas as misturas foram realizadas manualmente, seguindo-se a norma NBR 12128 (ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017a), em que o gesso foi polvilhado sobre a água durante cerca de 1 minuto, mantido por 2 minutos em repouso e 1 minuto para homogeneizar a pasta.

### **2.2.1 Características físicas do pó dos gessos comerciais**

- ✓ Massa específica pela NBR 23 (ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015): para a determinação da massa específica, o líquido usado no frasco de Le Chatelier foi o querosene, por não reagir com o gesso.
- ✓ Massa unitária pela NBR 12127 (ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017b): para a realização do ensaio de massa unitária, conhecendo-se o volume do recipiente, calcula-se a massa unitária pela razão entre massa de gesso em pó e o volume ocupado por este.
- ✓ Distribuição granulométrica pela NBR 12127 (ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017b): para o ensaio de distribuição granulométrica, colocou-se cerca de 100 gramas de gesso sobre as peneiras especificadas pela norma, as quais foram vibradas mecanicamente durante 15 minutos. Esse procedimento foi realizado duas vezes para cada amostra, obtendo-se as porcentagens passantes em cada peneira.

### **2.2.2 Características físicas da pasta dos gessos comerciais:**

- ✓ Pasta de consistência normal: para se determinar as relações de água/gesso necessárias para a obtenção da pasta de consistência normal, utilizou-se o aparelho de Vicat modificado seguindo o procedimento preconizado pela NBR 12128 (ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017a).
- ✓ Tempos de pega: após a definição da relação água/gesso ideal para cada marca, novas pastas foram produzidas para a determinação de seus tempos de pega pela NBR 12128 (ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017a).

### **2.2.3 Características mecânicas**

Após a moldagem dos corpos de prova, aguardou-se 7 dias para realização dos ensaios de resistência à compressão e dureza pela NBR 12129 (ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017c).

### **2.2.4 Ensaios adicionais não normatizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas**

- ✓ Medição do índice de umidade com o material tanto antes quanto após a hidratação: ensaio realizado com o objetivo de detectar possíveis impurezas pelas diferenças de umidades dos gessos, analisando tanto o material seco como hidratado, e se tais impurezas apresentam influência nas propriedades de cada amostra, como massa unitária, tempo de pega, resistência à compressão e dureza. Para a medição de umidade do material foi usado o medidor de umidade modelo MOC63u da SHIMADZU CORPORATION. O experimento consiste em colocar uma amostra de 2 gramas sobre um prato de metal, com o pó bem espalhado no prato para aumentar a área de contato do gesso com o calor fornecido pelo aparelho, onde só é interrompido o fornecimento de calor e parada do experimento quando a diferença entre uma e outra medição fosse menor ou igual a 0,01%. Esses parâmetros (160 °C e 0,01%) foram adotados conforme Domingues et al (2018).
- ✓ Cinética de temperatura: para obter a curva de cinética de temperatura usou-se um termopar, sendo sua extremidade mergulhada na pasta de gesso recém preparada e então mantida dentro de um recipiente de isopor para isolar o conjunto de qualquer influência do ambiente. O tempo estimado em que o termopar ficou em contato com a pasta de gesso em processo de hidratação foi de 50 minutos, valor adotado por experiência própria após realizar a determinação de início e fim de pega com o aparelho de Vicat, e por se tratar de um aparelho automático as leituras eram de 1 em 1 segundo para um melhor traçado da curva cinética de temperatura.

- ✓ *Mini Slump*: Experimento parecido com o realizado para se determinar o abatimento do concreto, porém em proporções menores (forma tronco-cônica aberta nas extremidades com as dimensões iguais a 2 cm (diâmetro superior), 4 cm (diâmetro inferior) e 6 cm de altura) e com o mesmo objetivo de avaliar a consistência da mistura. Os materiais necessários para realização são papel milimetrado, uma placa de vidro para ficar sobre o papel, cone de material não corrosível e um paquímetro. No papel faz-se dois eixos, um vertical e outro horizontal, que se cruzam em um ponto, depois centraliza-se o cone com o ponto de interseção dos eixos, preenche-se o cone com a mistura, retira-o lentamente e se o material por apresentar uma consistência seca não ficar no instrumento de ensaio, lê-se com o auxílio do paquímetro as aberturas vertical e horizontal. O resultado do ensaio é a média entre as duas medidas, expressa em centímetros.

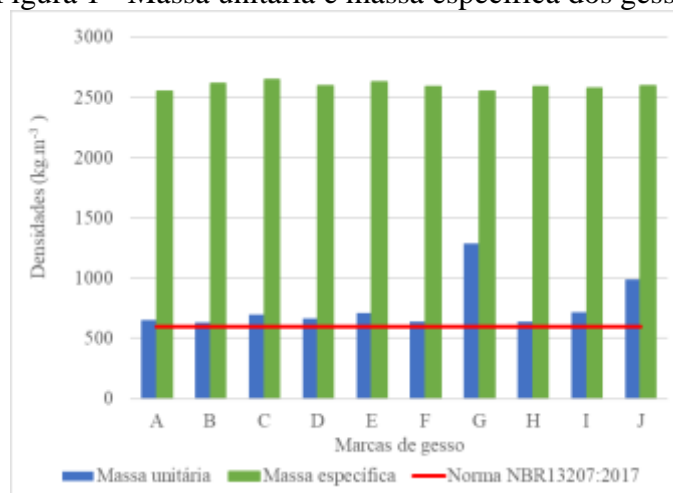
### 3. Resultados e Discussões

#### 3.1 Análise das propriedades físicas do pó

##### 3.1.1 Massa unitária e massa específica

A Figura 1 apresenta os resultados dos ensaios de massa unitária e massa específica das amostras.

Figura 1 - Massa unitária e massa específica dos gessos



Segundo a NBR 13207 (ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017d) o valor mínimo da massa unitária é de 600 kg.m<sup>-3</sup> fixado com a curva vermelha na Figura 1, sendo assim pode-se observar que todas as marcas de gesso ensaiadas estão de acordo com a especificação. É curioso notar que as amostras G e J se destacaram com valores muito mais altos que as demais, o que pode ser o indicativo de maior compacidade ou da presença de alguma impureza.

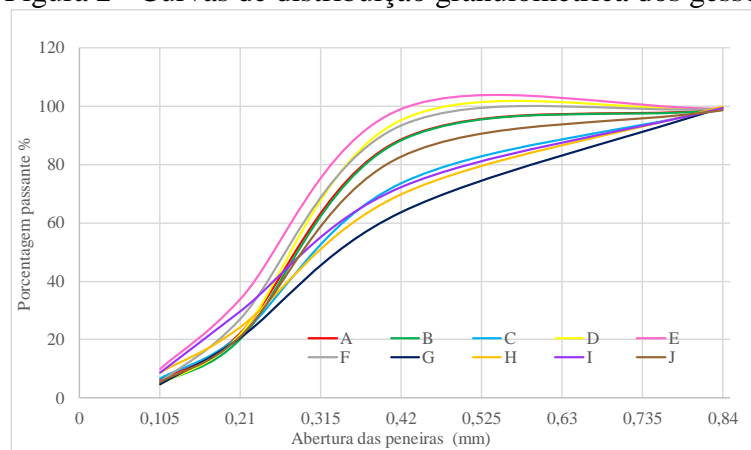
Assim como não há uma norma para realização do ensaio de determinação de massa específica para o gesso também não há uma que estabeleça o intervalo de valores referente à qualidade do material, não sendo possível avaliar os valores obtidos quanto à qualidade, apenas afirmar que entre os resultados obtidos das diferentes marcas a diferença entre eles é pequena, estando os valores dentro do intervalo 2615±65 kg.m<sup>-3</sup>.

##### 3.1.2 Distribuição granulométrica

A

Figura 2 representa os resultados de distribuição granulométrica das amostras.

Figura 2 - Curvas de distribuição granulométrica dos gessos



Segundo a norma de requisitos, citada mais a cima, é estabelecida a porcentagem passante mínima na peneira 0,21 mm de 90%, como pode-se observar nenhuma marca atendeu ao requisito.

### 3.2 Análise das propriedades físicas da pasta

#### 3.2.1 Pasta de consistência normal

Para determinação da pasta de consistência normal de cada amostra de gesso, segundo a norma brasileira, é necessário que a descida do cone do aparelho de Vicat modificado seja  $30 \pm 2$  mm, assim, por tentativa e erro se determinou as relações (vide a Tabela 1) que atendessem a essa condição, diferentemente do que aconteceria se as relações informadas pelo fabricantes fossem usadas.

Tabela 1 - Relações água/gesso informadas pelo fabricante, relações obtidas conforme o ensaio de descida do cone e média das aberturas do ensaio de mini-slump

Gesso	a/g indicada pelo fabricante	a/g determinada experimentalmente	Média das aberturas (cm)
A	0,71	0,47	4,50
B	0,9 a 1	0,40	4,05
C	-	0,40	-
D	0,9 a 1	0,40	4,22
E	0,75	0,40	-
F	0,83	0,40	-
G	0,75	0,42	4,58
H	0,9 a 1	0,42	-
I	0,9 a 1	0,40	4,16
J	-	0,50	4,81

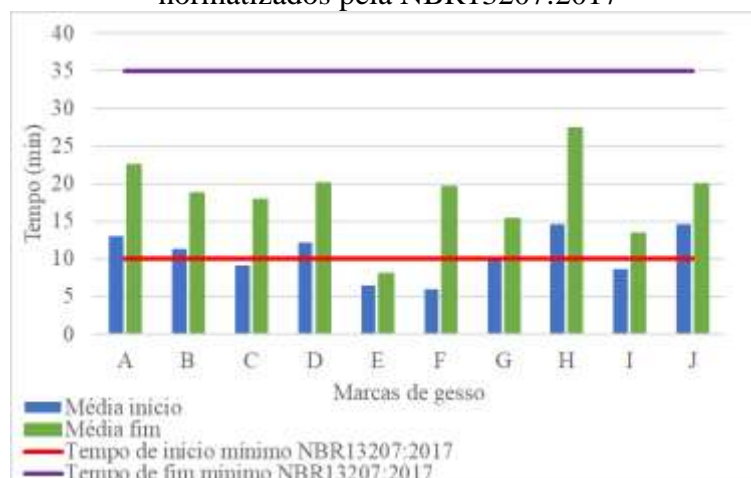
Após a determinação das relações água/gesso, para visualizar a fluidez da pasta com quantidade de água incorporada ao gesso realizou-se o ensaio *mini-slump*, cujos resultados estão expressos na Tabela 1, onde espaços vazios se referem às pastas que não saíram do cone, ou seja, pouco fluidas. Todas as amostras que saíram do molde apresentaram baixa fluidez, quando comparado com as dimensões do diâmetro inferior (4 cm).

#### 3.2.2 Tempo de pega

A Figura 3 apresenta os resultados de tempo de pega das amostras de gesso, onde a linha vermelha representa o tempo mínimo para ocorrer o início da pega e a linha roxa o mínimo para

ocorrer o fim da pega, segundo os requisitos da norma NBR 12128 (ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017a) .

Figura 3 - Tempos de início e fim de pega das amostras comparadas com os valores normalizados pela NBR13207:2017

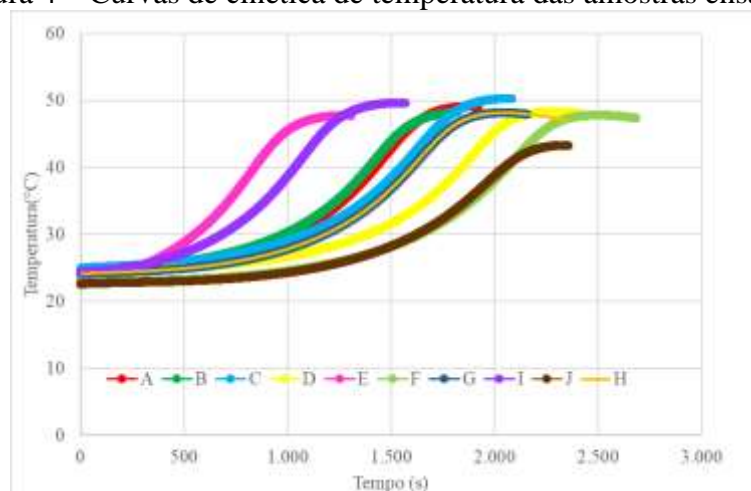


Como é possível observar na Figura 3, nenhuma amostra apresentou um tempo de fim de pega maior do que o exigido pela norma, já que todas estão abaixo de 35 minutos. Já analisando o tempo de início de pega, aqueles que estão abaixo do mínimo exigido são as marcas C, E, F e I, não atingindo o valor mínimo de 10 minutos.

### 3.2.3 Cinética de temperatura

A Figura 4 apresenta as curvas de cinética de temperatura das amostras de gesso, onde é possível observar a temperatura máxima liberada na hidratação dos grãos e a reatividade dos gessos ensaiados.

Figura 4 – Curvas de cinética de temperatura das amostras ensaiadas



Após a obtenção das curvas de cinética de temperatura, a equação de cada uma foi derivada para se obter o instante em que a taxa de hidratação se iguala a  $0,1 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{min}$ , instante que corresponde ao início do processo de pega do material (CLIFTON, 1973).

Informações quanto ao intervalo da hidratação completa ( $\Delta t$ ), temperatura máxima liberada no processo e instante em que se inicia a pega ( $t$ ) foram organizados na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores obtidos pelo ensaio de cinética de temperatura

Gesso	$\Delta t$ (min:seg)	$T_{\text{máxima}}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$t_{\text{pega}}$ (min:seg)
A	32:03	49,13	25:13
B	30:22	48,25	22:52
C	34:43	50,29	28:11
D	38:04	48,33	25:07
E	21:47	47,79	21:54
F	41:59	47,83	29:03
G	36:01	47,27	17:18
H	34:24	48,19	15:29
I	26:08	49,68	08:15
J	39:16	43,34	-

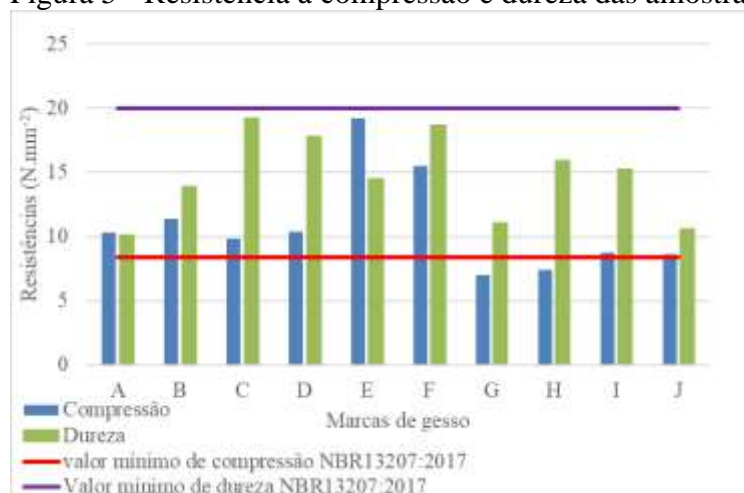
É possível verificar pelos dados da

Tabela 2 que a temperatura liberada durante a reação exotérmica de hidratação dos grãos variou de 40 a 50  $^{\circ}\text{C}$ . Do tempo útil ( $\Delta t$ ), tempo disponível para aplicação da pasta de gesso, algumas marcas passaram no requisito de tempo mínimo de fim de pega, apresentando valores maiores que 35 minutos, fato que não aconteceu quando usado o aparelho de Vicat, já que na realização do ensaio podem ocorrer variações no processo de realização, além da influência do operador do equipamento (BARDELLA; CAMARINI, 2011).

### 3.3 Análise das propriedades mecânicas

A Figura 5 apresenta os resultados de resistência à compressão e dureza, onde segundo a NBR 13207 (ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017d) os valores mínimos das duas propriedades estão representados pelas curvas vermelha (resistência à compressão) e roxa (dureza).

Figura 5 - Resistência à compressão e dureza das amostras



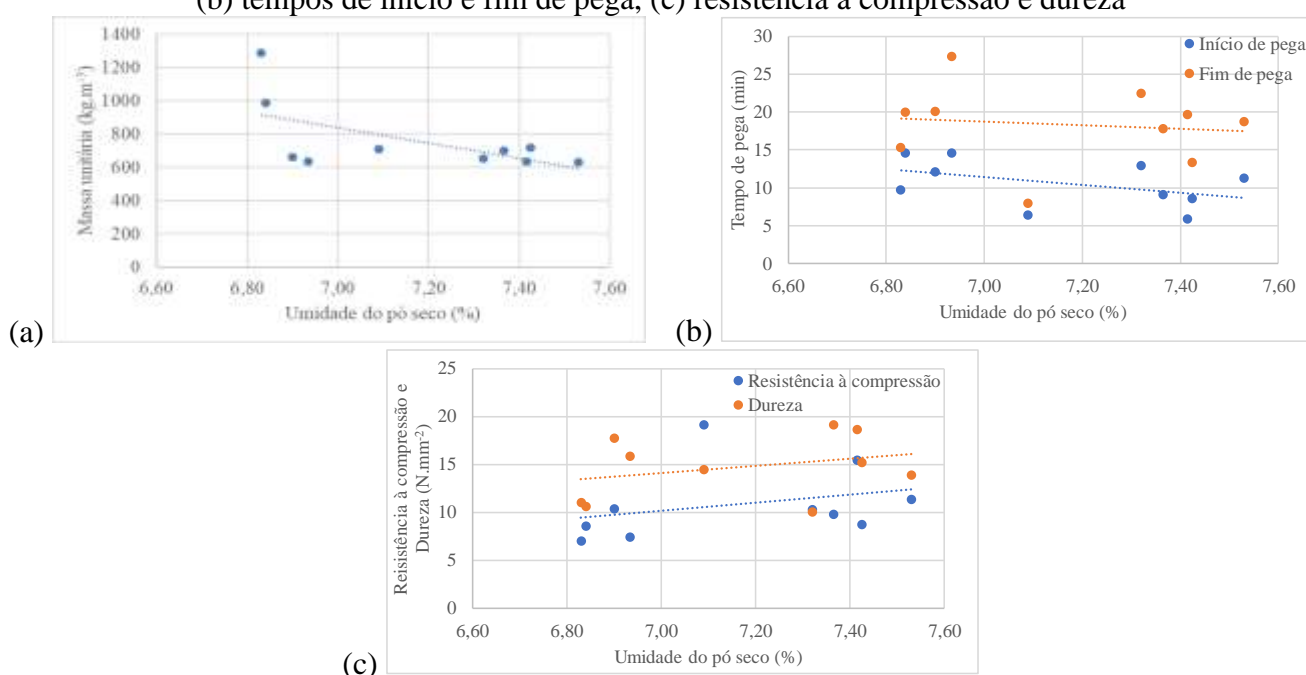
Observa-se na Figura 5 que nenhuma das amostras atingiu o mínimo de dureza, e com relação à compressão apenas os gessos G e H não atingiram o valor mínimo.

### 3.4 Medição do índice de umidade do pó seco e do pó úmido.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta os resultados de umidade das amostras secas e após a hidratação. A Figura 6 apresenta o estudo da influência da umidade nas propriedades de cada amostra, como massa unitária, tempo de pega, resistência à compressão e dureza.

Gesso	Pó seco	Pó hidratado
	Teor de umidade (%)	Teor de umidade (%)
A	7,32	27,83
B	7,53	26,09
C	7,37	19,51
D	6,90	18,88
E	7,09	27,92
F	7,42	19,68
G	6,83	27,98
H	6,93	19,44
I	7,43	27,19
J	6,84	19,47

Figura 6 – Influência da umidade do pó seco nas propriedades do gesso: (a) massa unitária, (b) tempos de início e fim de pega, (c) resistência à compressão e dureza



Segundo análise da Figura 6, conclui-se que a umidade das amostras de pó seco, ou seja, o gesso em seu estado natural, exerce influência nas seguintes propriedades:

- (i) massa unitária: quanto maior a umidade, menor é a massa unitária;
- (ii) tempos de pega: tanto o início como o fim de pega são reduzidos com o aumento da umidade;
- (iii) resistência à compressão e dureza: quanto maior a umidade do pó, maior a resistência à compressão e dureza.

Supõe-se que o teor de umidade represente a existência de possíveis impurezas nos gessos, uma vez que quanto menor o teor de umidade, piores são as propriedades mecânicas. Para que se pudesse garantir tal afirmação, seria necessária a investigação mais aprofundada da composição dos gessos, como por avaliações por difração de raios X.

### 3.5 Resumo dos resultados obtidos

Para melhor análise e fechamento desse projeto, a Tabela 4 apresenta a pontuação acumulada para cada requisito atingido em relação às normas NBR13207:2017 e NBR13207:2000(\*).



Tabela 4 – Pontuação acumulada conforme os requisitos normalizados foram atingidos

Gesso	Granulometria	Massa	Início de	Fim de	Compressão	Dureza	Total
		unitária	pega	pega			
A	-	X	X	-	X	-	3
B	-	X	X	-	X	-	3
C	-	X	-	-	X	-	2
D	-	X	X	-	X	-	3
E	-	X	-	-	X	-	2
F	-	X	-	-	X	-	2
G	-	X	-	-	-	-	1
H	-	X	X	-	-	-	2
I	-	X	-	-	X	-	2
J	-	X	X	-	X	-	3
Total	0	10	5	0	8	0	

Observando a Tabela 4, é possível destacar alguns pontos importantes: (i) a amostra que apresentou menor aderência aos requisitos de norma é o gesso G, cumprindo apenas 1 de 5 requisitos e (ii) as amostras que atenderam mais requisitos, com 3 de 5, foram os gessos A, B, D e J, não tendo um critério de desempate, pois quando analisado cada ensaio individualmente não necessariamente uma mesma marca chegava mais perto dos valores estipulados. Terceiro, as propriedades em que nenhuma amostra atendeu aos parâmetros estipulados foram a dureza, tempo de fim de pega e granulometria. Por tanto, o gesso G é o com menor qualidade dentre os outros, já que nenhum atendeu a todos os requisitos.

### 3.6 Observações adicionais

É importante destacar algumas incoerências nas normas técnicas da ABNT:

- (i) na atualização da NBR13207:2000, o valor mínimo da resistência à compressão dos corpos de prova foi retirado e adicionado o de aderência, porém, o método de ensaio para esta propriedade não está descrito em nenhuma norma;
- (ii) inconsistências na NBR12127:2017, pois na abordagem da aparelhagem a ser utilizada e na expressão dos resultados de granulometria são listadas todas as peneiras de aberturas de 0,840 mm, 0,420 mm, 0,210 mm e 0,105 mm, já na descrição dos métodos possíveis para determinação da granulometria a norma adiciona na explicação do método manual uma peneira de 0,29 mm não retratada em nenhum outro lugar da norma, esta utilizada para o gesso para fundição, e manteve a de abertura 0,21 mm para o gesso para revestimento, além de não considerando as outras peneiras de malhas maiores e menores anteriormente listadas. Já no método mecânico ele ignora essa alteração com relação aos diferentes tipos de gesso e quais peneiras usar.

## 4. Conclusão

Após a realização dos testes normalizados pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) com as amostras de gessos comercializadas na grande São Paulo concluiu-se que nenhum dos gessos avaliados conseguiram bons resultados, não atendendo à maioria das normas regulamentadoras. Portanto não é possível afirmar que os gessos comercializados são de qualidade, assim, não garantindo a segurança e melhor custo benefício para aplicação em empreendimentos, tornando-se o uso de um material relativamente barato de imediato, no ato da compra, em uma alternativa custosa no futuro, devido possíveis reparos necessários devido à aparição de manifestações patológicas. Notou-se também algumas inconsistências nas normas. Além disso, questiona-se se os parâmetros estabelecidos são realmente possíveis de serem atendidos.

## 5. Referências Bibliográficas

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR NM 23:2001 Cimento portland e outros materiais em pó - Determinação da massa específica**Rio de JaneiroABNT, , 2015.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12128 - Gesso para construção civil — Determinação das propriedades físicas da pasta de gesso**ABNTRio de JaneiroABNT, , 2017a.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12127 - Gesso para construção civil — Determinação das propriedades físicas do pó**Rio de JaneiroABNT, , 2017b.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12129 - Gesso para construção civil — Determinação das propriedades mecânicas**Rio de JaneiroABNT, , 2017c.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13207 - Gesso para construção civil — Requisitos**Rio de JaneiroABNT, , 2017d.
- ANTUNES, R. P. DO N.; JOHN, V. M. O conceito de tempo útil das pastas de gesso. In: **Boletim técnico da escola politécnica da USP**. São Paulo: [s.n.]. p. 1–14.
- BARDELLA, P. S.; CAMARINI, G. **Análise das Propriedades de Pastas de Gesso de Construção Reciclado**. [s.l.] Universidade Estadual de Campinas, 2011.
- BLAINE, S. Accelerating the hydration of calcium sulfate hemihydrate via high energy mixing. **Materials and Structures/Materiaux et Constructions**, v. 30, n. 200, p. 362–365, 1997.
- CAVALCANTE, C.; MIRANDA, A. Estudo sobre alternativas para gestão dos resíduos de gesso oriundos da construção civil. **Encontro Internacional de Procução Científica**, p. 4, 2011.
- CINCOTTO, M.; AGOPYAN, V.; FLORINDO, M. **O gesso como material de construção - composição química (1ª parte)**São Paulo, 1988a.
- CINCOTTO, M.; AGOPYAN, V.; FLORINDO, M. O gesso como material de construção - propriedades físicas e mecânicas (2ª parte). In: **Tecnologia de Edificações**. São Paulo: Pini, 1988b. p. 57–60.
- CLIFTON, J. R. **Some aspects of the setting and Hardening of gypsum plaster**. [s.l.] U.S. Department of Commerce, 1973.
- CORDON, H. C. F. **Caracterização estrutural e avaliação do processo de reciclagem de diferentes formas de gesso**. [s.l.] UFABC, 2017.
- CORDON, H. C. F.; CAGNONI, F. C.; FERREIRA, F. F. Comparison of physical and mechanical properties of civil construction plaster and recycled waste gypsum from São Paulo, Brazil. **Journal of Building Engineering**, v. 22, n. January, p. 504–512, 2019.
- DOMINGUES, B. DA S.; SOUZA, L. F. G. DE; CORDON, H. C. **ESTUDO DA CINÉTICA DE SECAGEM DE GESSO RECICLADO APLICADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. X Seminário Mauá de Iniciação Científica. **Anais...**São Caetano do Sul: 2018
- NOLHIER, M. **Construire en Plâtre**. L’Harmatta ed. [s.l: s.n.].
- RIDGE, M. J. Factors Determining the ‘ Water Requirement ’ of. **Journal of Applied Chemistry**, p. 287–293, 1961.
- SANTOS, V. A. **Fundamentos sobre processos de produção de gesso a partir da desidratação térmica da gipsita**RecifePEDITEC-ITEP-DQ/UNICAP-DEQ/UFPE, , 1998.
- SOBRINHO, A. C. P. DE L. et al. **GIPSITA**.
- YE, Q. et al. Effect of particle size distribution on the hydration and compressive strength development of  $\alpha$  -calcium sulfate hemihydrate paste. **Powder Technology**, v. 207, n. 1–3, p. 208–214, 2011.