

# **A INFLUÊNCIA DO MATERIAL PULVERULENTO NA RETENÇÃO DE ÁGUA E NO TEMPO DE ESTABILIZAÇÃO DA ARGAMASSA ESTABILIZADA**

*THE INFLUENCE OF SPRAYING MATERIAL IN WATER RETENTION AND IN THE STABILIZATION TIME OF THE STABILIZED MORTAR*

**SANTOS, Leandro Damião**

M.Sc. Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais damiaoprojet@hotmail.com

**CARVALHO JR, Antônio Neves de**

Dr. Engenharia Metalúrgica e de Minas pela Universidade Federal de Minas Gerais.  
ancj@ufmg.br

**VITORINO, Stefane Jardim**

M.Sc. Engenharia Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais.  
stefanevitorino@gmail.com

## **RESUMO**

A argamassa estabilizada é constituída majoritariamente por agregado miúdo, no caso a areia, bem como por Cimento *Portland* e aditivos. No entanto a qualidade da areia é de fundamental importância para o desempenho do produto, de sorte que a granulometria do agregado especificamente a quantidade de material pulverulento pode influenciar diretamente na qualidade e propriedades da mistura. Desse modo o presente trabalho tem como objetivo analisar a influência da variação da quantidade de material pulverulento oriundo de uma amostra de areia de rocha gnaisse, na propriedade de retenção de água e no tempo máximo de estabilização da mistura de uma amostra de argamassa estabilizada dosada em laboratório, sendo desenvolvida três variações (0%, 15% e 30% de material pulverulento em relação a massa total do agregado), além da amostra de referência. Os melhores resultados foram conseguidos com uma argamassa estabilizada composta por uma areia com curva granulométrica contínua e baixo teor de material pulverulento (em torno de 10 a 15%).

**Palavras-chave:** Argamassa estabilizada. Material pulverulento. Retenção de água.

## **ABSTRACT**

The stabilized mortar consists mainly of fine aggregate, in this case sand, as well as Portland cement and additives. However, the quality of the sand is of fundamental importance for the performance of the product, so that the granulometry of the aggregate, specifically the amount of powdery material, can directly influence the quality and properties of the mixture. Thus, the present work aims to analyze the influence of the variation in the amount of pulverulent material from a sample of gnaisse rock sand, on the water retention property and on the maximum stabilization time of the mixture of a sample stabilized mortar dosed in the laboratory, and three variations (0%, 15% and 30% of pulverulent material in relation to the total mass of the aggregate) were developed, in addition to the reference sample. The best results were achieved with a stabilized mortar composed of a sand with continuous granulometric curve and low content of pulverulent material (around 10 to 15%).

**Keywords:** Stabilized mortar. Powdery material. Water retention

## 1. INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento de novas construções e a escassez de recursos naturais, o aumento do consumo de agregados artificiais britados tem posição relevante, uma vez que esses materiais são utilizados em grande escala em concretos e argamassas, e esse consumo de agregados britados, como as areias artificiais, podem ser vistos como um termômetro do desenvolvimento da indústria da construção civil (OLIVEIRA, 2013).

No entanto, segundo Gonçalves *et al.* (2007), percebe-se que os agregados britados provenientes do processo de cominuição mecânica de rocha, submetido ou não a algum processo de classificação para retirada do excesso de material pulverulento (microfinos - geralmente derivados de britadores de impacto de eixo vertical) influenciam nas propriedades dos compósitos cimentícios, dependendo da composição mineralógica da rocha mãe e de sua estrutura morfológica, tais como: porosidade, absorção de água, forma, textura e resistência mecânica (HADDAD, 2015).

Desta forma a distribuição granulométrica dos agregados miúdos é uma variável determinante no desempenho das argamassas de assentamento e de revestimento de alvenarias, principalmente nas argamassas estabilizadas, onde normalmente a quantidade de material pulverulento impacta significativamente nas propriedades físicas e mecânicas (SILVA e CAMPITELI, 2006), bem como no comportamento reológico da mistura (BAUER *et al.*, 2015).

Por conseguinte, a retenção de água e a densidade da argamassa, em ambos os estados físicos, torna-se um parâmetro importante, que pode explicar o desempenho do revestimento quanto às propriedades mecânicas, influenciada principalmente pelo empacotamento das partículas dos agregados miúdos, proveniente da quantidade de material pulverulento presente na areia e, também, pelo empacotamento do conjunto agregado-aglomerantes, (SILVA, 2006 e CINCOTO *et al.* 2012).

Assim sendo, este trabalho terá como proposta avaliar por meio de um estudo experimental com referências teóricas, a influência da adição de material pulverulento (microfinos  $\phi < 0,075$  mm) no desempenho da argamassa estabilizada, analisando as propriedades como retenção de água e tempo máximo de estabilização da mistura, sendo utilizado como agregado miúdo uma amostra de areia de artificial oriunda de rocha de

gnaisse, submetidas a três tipos de variações de quantidade de material pulverulento, além de uma amostra de referência.

### **1.1 ASPECTOS GRANULOMÉTRICOS DO AGREGADO**

Agregado pode ser definido segundo a ABNT NBR 9935:2011, como sendo: material sem forma ou volume definido, geralmente inerte, de dimensões e propriedades adequadas para a preparação de artefatos cimentícios. Possui uma presença significativa nas composições dos concretos e argamassas, chegando a atingir cerca de 90% do volume total dos insumos destes compósitos (MEHTA e MONTEIRO, 2014). Além de contribuir tecnicamente com a estabilidade dimensional e maior durabilidade, quando comparado à pasta de cimento pura.

Desse modo, a composição granulométrica do agregado miúdo caracteriza-se como sendo a distribuição do tamanho de partículas de determinado grãos de areia, sendo usualmente expressa em termos de porcentagens acumuladas das frações retidas ou passantes em uma dada série de aberturas de peneiras (WEIDMANN, 2008). Observa-se que o ensaio de peneiramento deve ser realizado de acordo com a ABNT NBR NM 248:2003.

Segundo Carasek (2007) e Isaia (2014) constataram que a análise granulométrica dos agregados determina o volume de vazios que deverá ser preenchido pela pasta aglomerante, de forma que um aumento da pasta potencializa a ocorrência de retração da argamassa. Por conseguinte, a distribuição granulométrica das areias, principalmente o excesso de finos, influencia diretamente na retração bem como a capacidade de retenção de água da mistura (RAMOS, *et al.* 2013).

Portanto, os materiais pulverulentos também conhecidos pelos autores Weidmann (2008) e Bauer (2015) como microfinos, é definido como a fração com dimensão inferior a 75µm (0,075mm), sendo normalmente quantificado em processo de lavagem do agregado em uma peneira com esta malha conforme a metodologia da (NBR NM 46:2003). Este tipo de ensaio é empregado devido à fração fina se aderir às partículas maiores, normalmente não sendo possível separá-la por peneiramento a seco. No processo de lavagem, o agregado é colocado em um recipiente com água e agitado para que as partículas finas fiquem em suspensão. Em seguida a solução é vertida na peneira de 75µm, separando assim o material passante do material retido.

## 1.2 ARGAMASSA ESTABILIZADA

A argamassa estabilizada é uma argamassa dosada em central úmida, pronta para utilização. Dependendo de sua composição ela se mantém aplicável durante 24, 36 e 72 horas, período esse conhecido como tempo de estabilização (CASALI *et al.* 2011). O processo de dosagem é automatizado, os aditivos inseridos em sua formulação, além de dar maior trabalhabilidade e retenção de água, têm como função estabilizar a pega dos aglomerantes utilizados na argamassa. Por isso, essa argamassa tem o seu tempo de utilização prolongado mesmo já estando com água na sua mistura, (BAUER, *et al.* 2015)

Conforme a orientação de alguns fabricantes destas argamassas, ao receber a argamassa estabilizada na obra, as caixas que contém a mistura que não serão aplicadas no momento, deverão ter sua superfície com a argamassa alisada e em seguida aplicar uma lâmina de água de aproximadamente 2cm. Quando a mesma for utilizada esta água deve ser removida, sendo a argamassa posteriormente misturada superficialmente antes de sua reutilização.

A argamassa estabilizada já vem pronta para o uso sendo proibida a adição de qualquer outro insumo na mistura, inclusive água. A quantidade correta de água na mistura garante que, após endurecida, a argamassa tenha a resistência desejada (OLIVEIRA, 2017). Isso também diminui os riscos de aparecimento de fissuras de retração, causados, na maioria das vezes, por excesso de água adicionada na mistura, motivada em alguns casos pela limitação do desempenho do aditivo retentor de água e estabilizador de pega, bem como o excesso de microfinos na composição da areia (RAMOS, *et al.* 2013).

Desse modo, a distribuição da argamassa é realizada por meio de caminhões betoneira, depositando a argamassa pronta para o uso em caixas, geralmente plásticas, diretamente na obra. Estas caixas funcionam como recipiente de medida e controle dos volumes utilizados e também como distribuição da argamassa pela obra. A ABNT NBR 13529:2013 classifica as argamassas estabilizadas como argamassa industrializada, entretanto não há ainda uma norma específica para este tipo de produto.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho tem como objetivo avaliar a influência da variação da quantidade de material pulverulento presente na areia de gnaiss nas propriedades da argamassa estabilizada

em 24 horas, sendo avaliados a capacidade de retenção de água e o tempo máximo de estabilização.

Para a produção das argamassas estabilizadas serão empregados os seguintes materiais: Cimento *Portland* CPV ARI, aditivos (incorporador de ar e retardador de pega) areia britada de rocha gnaisse.

A partir da amostra de referência coletada direto no fornecedor de areia, identificada como areia média, será classificada após a secagem da mesma cada tipo de fração granulométrica por meio de peneiramento manual em laboratório (sendo que o corte do diâmetro máximo da amostra ocorrerá na peneira de malha 2,4mm, ou seja, será utilizado apenas o material passante por essa malha). Separada determinada quantidade para a composição dos traços das argamassas. As frações serão caracterizadas conforme a abertura do material retido em cada peneira de acordo com a dimensão das malhas, das seguintes séries de peneiras em milímetros: (1,2- 0,6- 0,3- 0,15- 0,075 e menor que 0,075).

Após o peneiramento de cada quantidade de material retido nas malhas das peneiras de classificação, todas as frações foram separadas conforme seus diâmetros característicos e lavadas em água corrente, e posteriormente secas em estufas (temperaturas de 105 °C) com objetivo de eliminar o máximo possível do resíduo de material pulverulento aglutinado nos grãos, idealizando uma quantidade máxima inferior a 0,5% (em massa) de material pulverulento, além do que será adicionado.

As composições das variações das curvas granulométricas foram desenvolvidas tendo como referência a ABNT NBR 7211:2009. Cada variação granulométrica foi composta por uma quantidade proporcionalmente fixa, de cada fração com diâmetro nominal pré-definido, conforme as malhas das peneiras utilizadas na classificação (1,2- 0,6- 0,3- 0,15- 0,075mm). Logo, a variação ocorre apenas na determinação da quantidade de adição gradativa de material pulverulento inserida em cada variação granulométrica previamente desenvolvida. Esse percentual de adição de material microfinos passante pela peneira de malha nº 200, oriundo da própria amostra de areia utilizada durante o processo de classificação das frações peneiradas, foi adicionado em percentuais de (0%, 15% e 30%) em relação a massa total de agregado miúdo utilizado no traço de dosagem das amostras das argamassas estabilizadas.

Assim sendo, como parâmetro comparativo será utilizado um traço padrão com as mesmas quantidades de materiais, sendo constituído com a amostra de referência da areia, comercializada pelo fornecedor sem alteração nas frações granulométrica. Portanto, para melhor identificação das amostras das curvas granulométricas e suas respectivas variações de dosagem, foi adotada a nomenclatura de areia MP-0, MP-15 e MP-30 (areia MP-0 representa teor de material pulverulento igual a zero e assim sucessivamente).

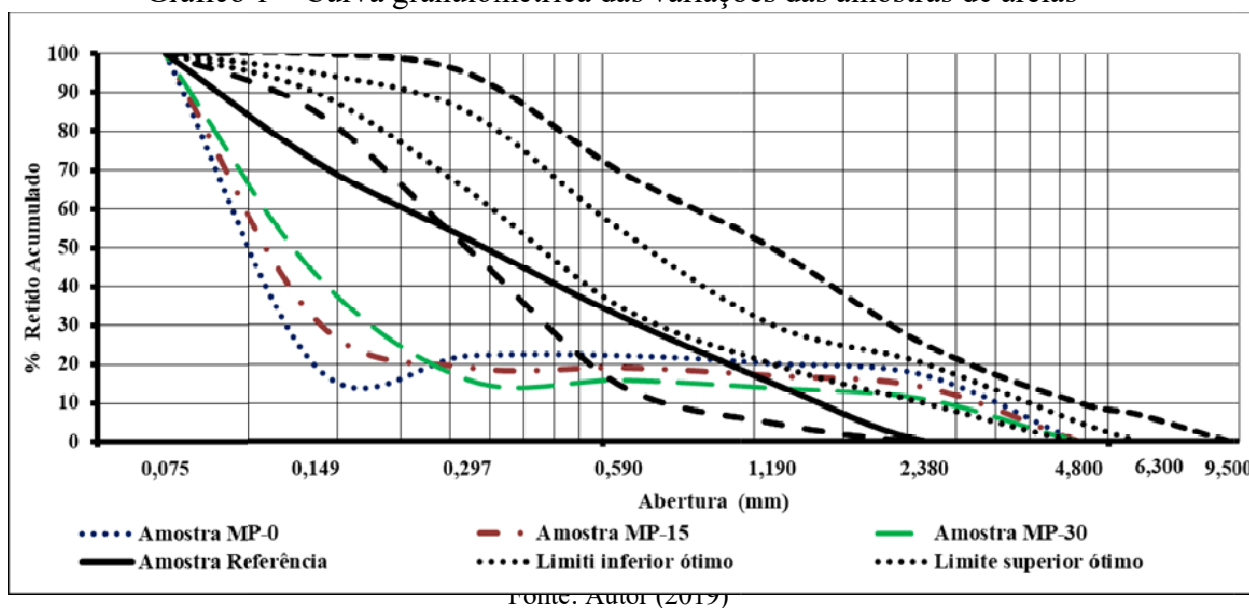
A Tabela 1 apresenta as características da amostra da areia de Referência e o Gráfico 1 apresenta as composições das variações das curvas granulométricas da areia.

Tabela 1 – Caracterização da areia de referência

Ensaio	Resultados
Diâmetro máximo (ABNT NBR 7211:2009)	2,4 (mm)
Teor de material pulverulento (ABNT NBR NM 46:2003)	11,8 (%)
Módulo de Finura (ABNT NBR 7211:2009)	1,91
Massa específica real (ABNT NBR NM 52:2009)	2,67 (g/cm <sup>3</sup> )
Massa específica unitária solta (ABNT NBR NM 45:2006)	1,52 (g/cm <sup>3</sup> )

Fonte: Autor (2019)

Gráfico 1 – Curva granulométrica das variações das amostras de areias



A quantidade de água foi parametrizada em função da trabalhabilidade da mistura, sendo definido como parâmetro um índice de consistência de  $300 \pm 10$  mm. Esse valor de consistência foi definido por meio de análise da trabalhabilidade da mistura, considerando como adequada essa consistência para uso e aplicação dessa mistura de argamassa como assentamento e revestimento de alvenaria. As formulações das variações das amostras das argamassas estão apresentadas na Tabela 2, sendo os percentuais de materiais (Cimento

*Portland* e areia) calculados sobre a massa total da mistura no estado anidro. Os percentuais de aditivos foram determinados sobre a massa total de Cimento *Portland*. A água utilizada foi potável, proveniente da companhia de abastecimento local, sendo todas as etapas dos ensaios realizadas no laboratório de controle tecnológico do fornecedor de cimento.

Tabela 2 – Matriz de variações de dosagem

<b>Material</b>	<b>Amostra Padrão</b>	<b>Amostra MP-0</b>	<b>Amostra MP-15</b>	<b>Amostra MP-30</b>
Cimento CPV ARI	<b>12,00%</b>	<b>12,00%</b>	<b>12,00%</b>	<b>12,00%</b>
Areia de Referência	<b>88,00%</b>	0,00%	0,00%	0,00%
Areia MP-0	0,00%	<b>88,00%</b>	0,00%	0,00%
Areia MP-15	0,00%	0,00%	<b>88,00%</b>	0,00%
Areia MP-30	0,00%	0,00%	0,00%	<b>88,00%</b>
Incorporador de Ar	<b>0,29%</b>	<b>0,29%</b>	<b>0,29%</b>	<b>0,29%</b>
Estabilizador	<b>1,20%</b>	<b>1,20%</b>	<b>1,20%</b>	<b>1,20%</b>

Fonte: Autor (2019)

O ensaio de consistência foi realizado por meio de uma mesa de consistência (*Flow Table*), normatizado pela ABNT NBR 13276:2005, aplicado para misturas com consistência plástica. O ensaio para determinação da retenção de água da argamassa foi realizado como base na metodologia explicitada pela norma ABNT NBR 13277:2005.

O ensaio para verificação do tempo máximo de estabilização da argamassa foi desenvolvido de forma empírica, devido ao fato de não haver uma metodologia normativa para essa análise. O processo utilizado consiste em depositar uma determinada quantidade de amostra fresca da argamassa em um recipiente de material não absorvente, como por exemplo um pote plástico. Em seguida acomoda-se a mistura dentro do recipiente de forma manual para que a mesma se adense e preencha toda a área interna do recipiente. Após 1 hora decorrida do tempo da adição da água para mistura da argamassa, cobre-se a superfície da amostra dentro do recipiente com uma fina película de água (espessura de 10mm). Desta forma a cada período de tempo de aproximadamente uma hora insere-se uma espátula metálica penetrando sobre a mistura e buscando atingir o fundo do recipiente. Com o decorrer do tempo a mistura começa a perder plasticidade e torna-se mais rígida comprometendo assim a penetração da espátula. Logo, quando a espátula não consegue atingir mais o fundo do recipiente é considerado o tempo máximo de estabilização. Ressalta-se que todo o procedimento foi realizado em condições do ambiente de laboratório.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

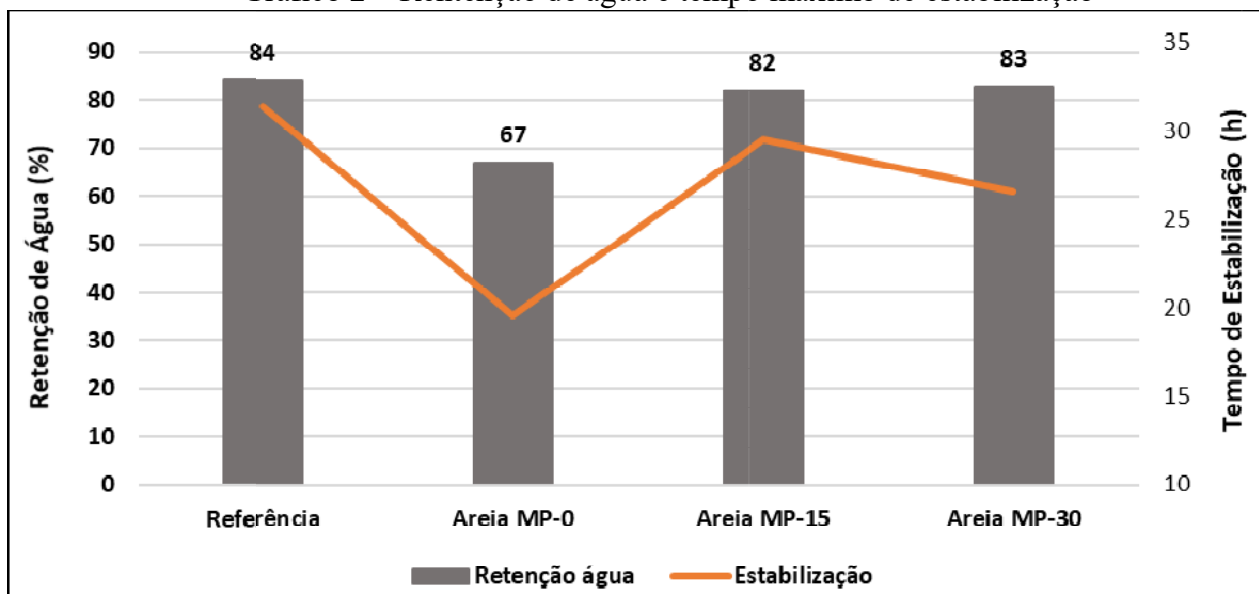
Os resultados de retenção de água e tempo máximo de estabilização são apresentados na Tabela 3 e no Gráfico 2.

Tabela 3 – Resultado de retenção de água e tempo máximo de estabilização

Amostra	Retenção de água (%)	Tempo máx. estabilização (h.)	Água p/ mistura (%)
Referência	84	31:23	14,93
Areia MP-0	67	19:42	15,08
Areia MP-15	82	29:36	15,75
Areia MP-30	83	26:34	17,45

Fonte: Autor (2019)

Gráfico 2 – Retenção de água e tempo máximo de estabilização



Fonte: Autor (2019)

Conforme os critérios de classificação da retenção de água segundo a ABNT NBR 13281:2005, as amostras analisadas apresentaram valores correspondentes a identificação da Classe U1 ( $\leq 78\%$ ) para a amostra com areia MP-0 e as outras amostras classificaram como U3 (80 a 90%). Já a análise do tempo máximo de estabilização foi avaliada de forma empírica, por não apresentar uma metodologia normativa.

As misturas em geral, salva a amostra MP-0, apresentaram valores de retenção de água próximos, bem como os valores de tempo máximo de estabilização da argamassa. Ainda assim a mistura de argamassa com teor material pulverulento de 30% (Areia MP-30), manteve uma estabilização com tempo superior a 24 horas, conforme previsto na fase de dosagem e formulação.



No entanto a amostra com areia isenta de fração fina (Areia MP-0), apresentou um percentual muito baixo de retenção de água, como já esperado, em relação as outras amostras, bem como e conseqüentemente um tempo máximo de estabilização da mistura inferior a 20 horas. Portanto, a mistura com ausência de material pulverulento (microfino) impactou mais negativamete em relação a retenção de água e tempo de estabilização do que uma amostra com elevado percentuais de microfino(amostra com 30% de material pulverulento).

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Devido à necessidade do mercado da industria da construção civil em desenvolver recusus tecnológicos que busquem racionalizar as etapas produtivas, garantindo qualidade e produtividade, o sistema de revestimento exige cada vez mais pesquisas técnicas científicas. Produtos inovadores como as argamassas estabilizadas contribuem para maior qualidade e desempenho, aliado a eficiência e sustentabilidade.

Após o desenvolvimento deste estudo pode-se constatar a relevância da função do agregado miúdo na composição da argamassa estabilizada, principalmente a distribuição granulométrica, cuja qualidade da mistura está ligada diretamente a esta distribuição dos grãos, bem como a quantidade de material pulverulento, que influencia diretamente na quantidade de água para mistura, na retenção de água e no tempo máximo de estabilização.

Portanto, ficou evidenciado que uma argamassa estabilizada composta por uma areia com curva granulométrica contínua e baixo teor de material pulverulento (em torno de 10 a 15%), apresentou-se como a melhor opção dentro do estudo realizado, por garantir maior capacidade de retenção de água, favorecendo a hidratação do cimento, bem como a redução da chance de fissuras por retração plástica. A ausência de microfins da areia provoca mais impcatos negativos na mistura da argamassa estabilizada do que o excesso deste material (dentro das faixas de adições avaliadas).

#### **REFERÊNCIAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9935: Agregados– Terminologia**. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211: Agregado para Concreto - Especificação**. Rio de Janeiro, 2009

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276: Argamassa para**

**assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência.** Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13277: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos –Determinação da retenção de água.** Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos.** Rio de Janeiro, 2005.

BAUER, E; REGUFFE, M.; NASCIMENTO, M.L. M; CALDAS, L.R. **Requisitos das argamassas estabilizadas para revestimento.** Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. Porto Alegre, RS, 2015.

CARASEK, H.; CASCUDO, O. **Descolamento de revestimentos de argamassa aplicados sobre estruturas de concreto - Estudos de casos brasileiros.** 2º Congresso Nacional de Argamassas de Construção. [S.l.]: [s.n.]. 2007.

CINCOTTO, M. A., ANGULO, S. C., CARNEIRO A. M. P. Composições Granulométricas de argamassas e seus efeitos no estado fresco e endurecido. **APFAC – Associação Portuguesa de Fabricantes de Argamassa de Construção.** Portugal, 2012. 4º Congresso Português de Argamassas e ETICS. Documento 101.

GONÇALVES, J. P., TAVARES, L. M., FILHO, R.D., FAIRBAIM, E. M. R., CUNHA, E. R. Comparison of natural and manufactured fine aggregates in cement mortars. *Cement and Concrete Research.*v.37,n.6, p.924-932, jun./2007.

HADDAD, L. D. O. **Estudo da Influência da Forma e Granulometria dos Agregados nas Propriedades das Argamassas de Revestimento.** Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Escola de Engenharia Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte: 2015. 134p.

ISAIA, G.C. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais.** 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2010. 1v. 862p.

METHA, P. K. & MONTEIRO, P. J. (2014). **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais.** (2º ed.). IBRACON.

OLIVEIRA, V. C. **Estudo Comportamental da Formulação, dos Requisitos e das Propriedades das Argamassas Estabilizadas de Revestimento.** Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2017. 245p.

RAMOS, M.G.; GAIO, A. E.; CALÇADA, L.M.L; **Estudo da influência da dosagem no tempo de início de pega da argamassa estabilizada.** Seminário de Pesquisa e Extensão e Inovação do IFSC. Santa Catarina, 2013.

SILVA, N. G., CAMPITELI, V. C. Influência dos finos e da cal nas propriedades das argamassas. **ANTAC – XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído.** Florianópolis/ SC, Brasil.2006

WEIDMANN, D. F. **Contribuição ao Estudo da Influência da Forma da Composição**

**Granulométrica de Agregado Miúdo de Britagem nas Propriedades do Concreto de Cimento Portland.** Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: 2008. 295p.