INFLUÊNCIA DO TEOR DE ÁGUA E DA GRANULOMETRIA DO AGREGADO MIÚDO NAS PROPRIEDADES DO ESTADO FRESCO DE ARGAMASSAS ESTABILIZADAS[1]

SILVA, A.C., Instituto Federal de Santa Catarina, email: amanda.cardoso2209@gmail.com; CALÇADA, L.L., Instituto Federal de Santa Catarina, email: lucianacalcada@gmail.com; OLIVEIRA, A.L., Instituto Federal de Santa Catarina, email: alexandre@ifsc.edu.br; BETIOLI, A.M., Instituto Federal de Santa Catarina, email: andreabetioli@gmail.com; CASALI, J.M., Instituto Federal de Santa Catarina, email: jucasali@gmail.com;

ABSTRACT

The objective of this work is to evaluate the influence of water content and fine granulometric aggregate on the fresh state properties of ready mix mortars. Three samples of fine aggregate were analyzed: sand without sieving, one with grains passing through the sieve 1.2 mm and the other with passing grains in the sieve 0.6 mm. The mortars were produced with the same content of hydration stabilizing admixtures and air-entrained admixtures with three water / dry material ratios. The properties of the fresh state of ready mix mortars were evaluated as consistency index, specific gravity and air entrained content. These properties were evaluated in three storage durations: 0, 24 and 48 hours. It was observed that an increase of the consistency when comparing the results obtained for mortar A (reference) and mortar A 0.6. There was a loss of consistence of the ready mix mortar throughout the storage duration, independently of the granulometry studied. The highest values of air entrained content were obtained for mortars with finer grain size, comparing mortars with the same water/ dry materials ratio. Thus, it is necessary to observe the granulometric distribution of the small fine aggregates in the dosage of ready mix mortars.

Keywords: *Ready mix mortar; granulometric distribution, fine aggregate.*

1 INTRODUÇÃO

A NBR 13281 (ABNT, 2005) específica que a argamassa é uma mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedade de aderência e endurecimento. A argamassa estabilizada é uma argamassa com os mesmos materiais, porém, devido a adição de aditivos o produto possui a propriedade de manter a sua trabalhabilidade por períodos de 36 a 72 horas (três dias) (PANARESE, KOSMATKA, RANDALL, 1991).

Além disso, o produto confere vários benefícios para a obra em que é utilizado, como um rígido controle de qualidade por ser produzido em centrais dosadoras, organização e limpeza nos canteiros de obra, pois sua utilização

[1]SILVA, A.C., CALÇADA, L.L., OLIVEIRA, A.L., BETIOLI, A.M., CASALI, J.M. Influência no teor de água e na granulometria do agregado miúdo nas propriedades do estado fresco de argamassas estabilizadas. In: XVII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

evita a estocagem de matérias-primas, e o uso desse material, também, possibilita maior agilidade e praticidade de manuseio (MARCONDES, 2009).

Na argamassa convencional, produzida em obra, os agregados influenciam no comportamento no estado fresco e no desempenho do revestimento. Dessa forma, determinadas escolhas de granulometria do agregado, de composição química e mineralógica podem apresentar comportamentos distintos nas argamassas produzidas, como manifestações patológicas ao usar areias com elevada presença de impurezas ou com alto teor de materiais pulverulentos (CARASEK, 2010).

Também existem comportamentos distintos dos aditivos incorporadores de ar e aditivos estabilizadores de hidratação em função do teor de água e da granulometria do agregado miúdo. Assim, este trabalho tem como objetivo avaliar a influência do teor de água e da granulometria do agregado miúdo nas propriedades do estado fresco das argamassas estabilizadas.

2 MATERIAS E MÉTODOS

A seguir serão apresentados os materiais utilizados e a metodologia utilizada para atingir os objetivos desse trabalho.

2.1 Materiais utilizados

Para a produção das argamassas foi utilizado o Cimento Portland composto com fíler (CP II-F-32) e suas características é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1- Características cimento Portland CP II-F-32 utilizado

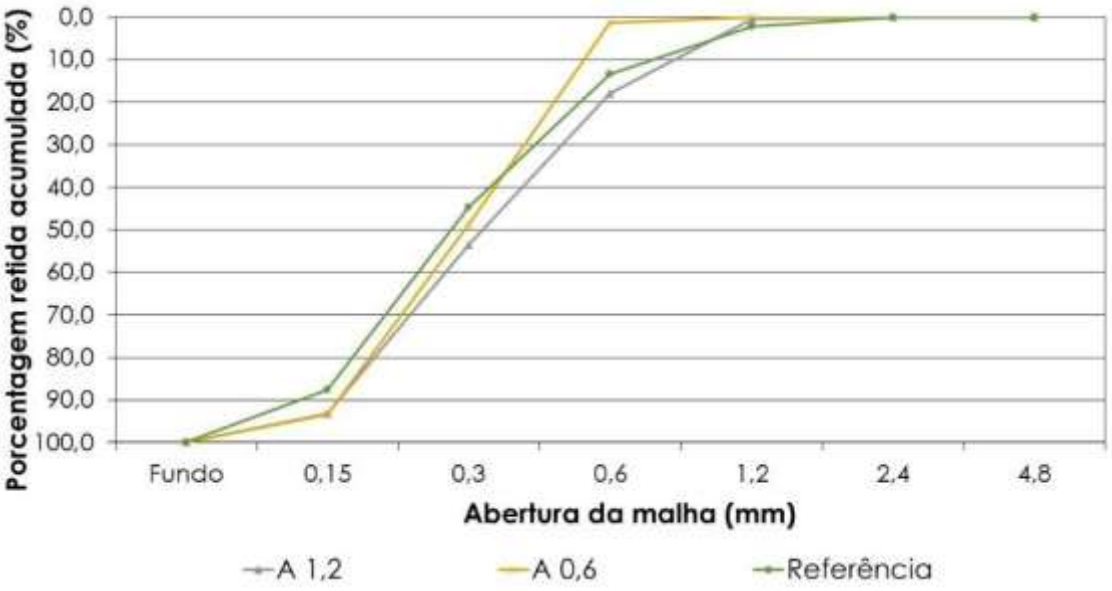
Ensaios Físicos	
Item de Controle	Cimento II – F - 32
Material Retido #200 (mesh) (%)	2,85
Blaine (cm^2/g)	3315
Início de Pega (horas)	03:52
Fim de Pega (horas)	04:40
Resistência aos 28 dias (MPa)	42,8
Massa Específica (g/ cm^3)	3,08
Ensaios Químicos	
Perda ao Fogo (%)	4,70
Resíduo Insolúvel (%)	1,15
SiO_2 (%)	18,41
Al_2O_3 (%)	4,19
Fe_2O_3 (%)	2,92
CaO (%)	60,43
MgO (%)	3,85
SO_3 (%)	2,83

Fonte: Dados fornecidos pelo fabricante do Cimento Portland

Para a avaliação da influência da distribuição granulométrica foi selecionado um agregado miúdo de origem natural e deste agregado foram obtidas três granulometrias distintas. Desse modo, os agregados miúdos possuem a mesma origem mineralógicas e o mesmo formato dos grãos. Primeiramente, utilizou-se o agregado miúdo de granulometria natural (Referência) e foi realizado um peneiramento para obter dois agregados miúdos distintos: material passante na peneira de abertura de 1,2 mm (denominado A1,2) e material passante na peneira de abertura de 0,6 mm (denominado A0,6).

As curvas granulométricas e a característica dos três agregados miúdos utilizados estão apresentadas na Figura 1e na Tabela 2, respectivamente. A determinação da composição granulométrica foi realizada conforme procedimento NBR NM 248 (ABNT, 2003).

Figura 1- Curvas granulométricas dos três agregados miúdos utilizados



Fonte: Dados dessa pesquisa

Tabela 2 **–** Propriedades físicas do agregado miúdo utilizado nas argamassas

Característica	**Agregado miúdo**		
	Referência	**A1,2**	**A0,6**
Dimensão máxima característica (mm)	1,2	1,2	0,6
Dimensão mínima característica (mm)	<0,15	<0,15	<0,15
Módulo de Finura	1,48	1,65	1,43
Material pulverulento (%) (NBR NM 46, 2003)	0,44	0,59	0,62
Massa específica (g/cm³) (NBR NM 52, 2009)	2,64		

Fonte: Os autores

As características do aditivo estabilizador de hidratação (AEH) e do aditivo incorporador de ar (IAR) utilizados na confecção da argamassa estão indicadas na Tabela 3.

Tabela 3–Características dos aditivos empregados

Denominação do Aditivo	**AEH**	**AIA**

Função	Plastificante estabilizador de argamassa	Incorporador de ar para argamassa
Massa específica (g/cm³)	1,1	1,1
Teor de sólidos (%)	39,98	14,15
Estado físico	Líquido	Líquido
Dosagem recomendada pelo fabricante	0,1 a 0,9% da massa do cimento	0,2 a 1,0% da massa do cimento

Fonte: Dados do fabricante de aditivo

2.2 Métodos

Para avaliação da granulometria do agregado miúdo das argamassas estabilizadas foi fixado um traço 1:6 (cimento: areia), em massa, sendo o mesmo utilizado por Fiovarante (2014) e Bauer e Oliveira (2017). Também, foi fixado o teor de aditivo incorporador de ar em 0,35% da massa do cimento e o teor de aditivo estabilizador de hidratação em 0,4% da massa do cimento. Esses teores foram obtidos no trabalho Casali *et. al.* (2018), sendo utilizados também por fabricantes de argamassa estabilizada na região do estudo.

Foram confeccionadas argamassas com três relações água/materiais secos distintos: 13,5%, 15% e 16,5%. Para cada relação, foram avaliadas as três composições granulométricas.

As argamassas foram misturadas em uma argamassadeira de laboratório. Foram utilizadas a seguinte sequência de mistura: (1) colocação de metade do agregado miúdo, depois toda a quantidade de cimento Portland e a outra metade do agregado miúdo na cuba. Em seguida a argamassadeira era acionada durante 30s na velocidade 1; (2) parava a argamassadeira e era adicionado 80% da quantidade de água da mistura. Em seguida a argamassadeira era acionada durante 30s na velocidade 1; (3) parava a argamassadeira e era adicionado o aditivo incorporador de ar e em seguida a argamassadeira era acionada por 60s na velocidade 1; (4) parava o equipamento para raspagem das laterais e da pá da argamassadeira durante 60s; e (5) adicionava o estabilizador de hidratação e o restante da água (20%). Em seguida a argamassadeira era acionada por 120s na velocidade 1. A Tabela 4 apresenta a quantidade de materiais utilizados.

Tabela 4 - Quantidade de materiais utilizada na confecção das argamassas

Argamassa	Água/ materiais secos (%)	Cimento(g)	Areia (g)	Água (g)	Água/ cimento
Argamassa Referência	13,5	350	2100	330,8	0,95
	15,0	350	2100	367,5	1,05
	16,5	350	2100	403,3	1,15
Argamassa A1,2	13,5	350	2100	330,8	0,95
	15,0	350	2100	367,5	1,05
	16,5	350	2100	403,3	1,15
Argamassa A0,6	13,5	350	2100	330,8	0,95
	15,0	350	2100	367,5	1,05
	16,5	350	2100	403,3	1,15

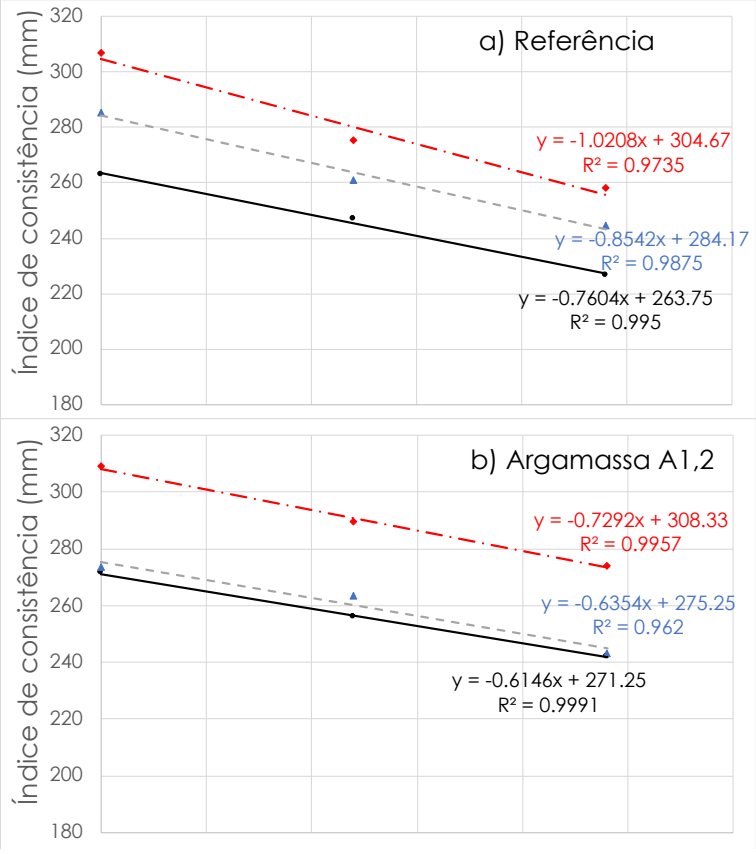
Fonte: Os autores

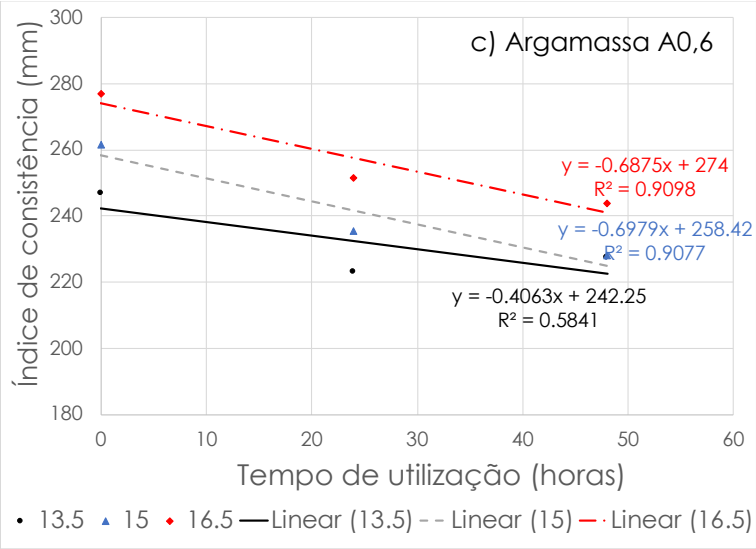
Para as argamassas produzidas, as propriedades analisadas no estado fresco foram: índice de consistência (*flow table*) conforme especificações da NBR 13276 (ABNT, 2016), teor de ar incorporado e densidade de massa de acordo com a NBR 13278 (ABNT, 2005). Essas propriedades foram avaliadas em três tempos de utilização: 0 horas (logo após a mistura), 24 horas e 48horas. Para os tempos de utilização de 24 horas e 48 horas, as argamassas foram armazenadas em recipientes fechados até a data de avaliação. Na data de determinação das propriedades, as argamassas eram homogeneizadas em argamassadeira de laboratório, durante 120 segundos na velocidade 1.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 2 apresenta os resultados obtidos de índice de consistência (*flow table*) para as argamassas estudadas.

Figura 2 – Índice de consistência para as argamassas estudadas.





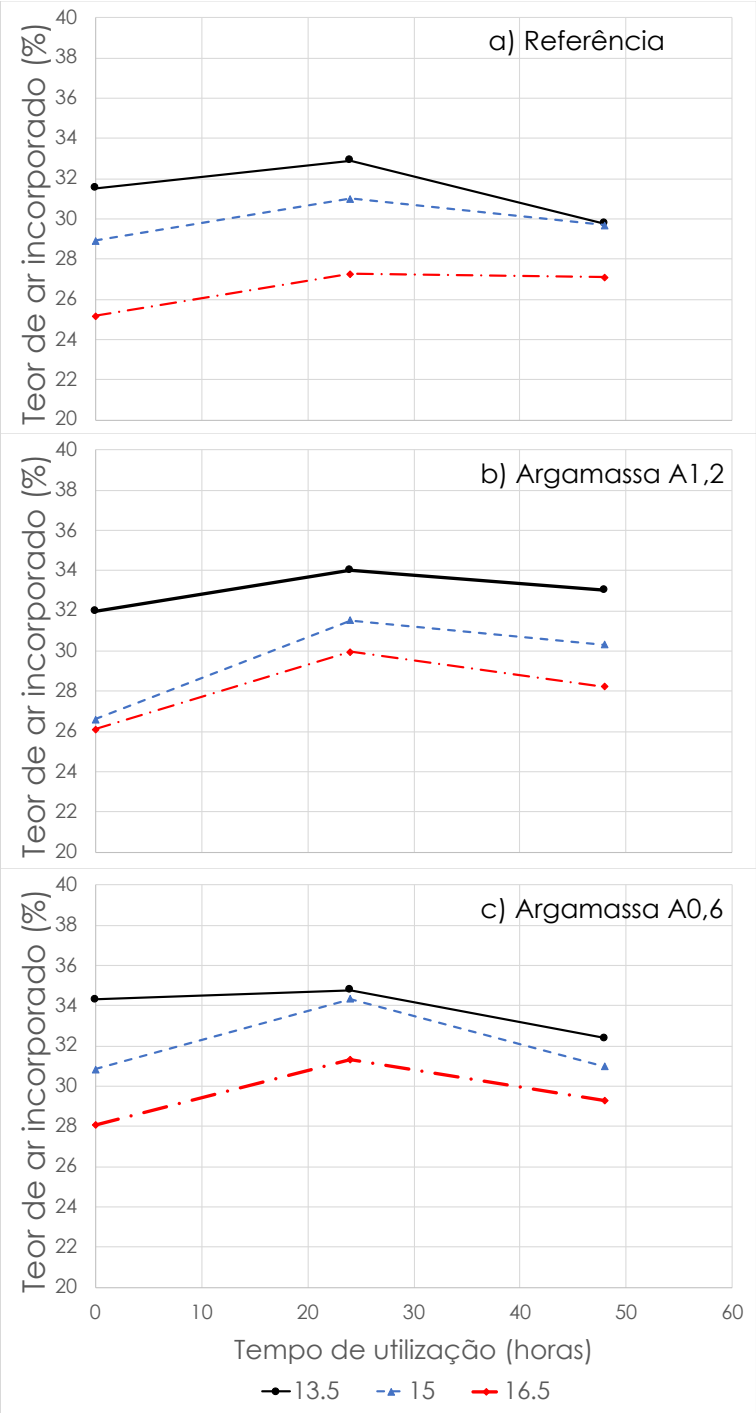
Fonte: Os autores

Nota-se na Figura 2 que conforme aumenta a relação água/materiais secos, o índice de consistência aumenta, independentemente do agregado miúdo, como já era esperado. Em relação à granulometria, observa-se uma redução do índice de consistência quando se compara a argamassa referência e argamassa A 0,6.

Também pode ser observado na Figura 2, houve uma perda de consistência ao longo do tempo de utilização independentemente da relação água/ materiais secos. Esse comportamento também foi observado por Macioski (2014) e Casali *et al*. (2018), para argamassa estabilizada. Essa perda de fluidez pode ocorrer em função da perda de água ao longo do tempo, mas nesta pesquisa as argamassas foram armazenadas em recipientes fechados até o tempo de utilização. Outra possibilidade seria o início das reações do cimento Portland ou a perda de eficiência do aditivo incorporador de ar. No entanto, a perda de eficiência do aditivo incorporador de ar não foi observada, pois as argamassas apresentaram valores de teor de ar incorporado semelhantes ou superiores àqueles obtidos com 0 hora (Figura 3). Esse comportamento foi verificado em função da homogeneização das argamassas no tempo de utilização conforme descrito no item 2.2.

Em relação aos teores de ar incorporado, observa-se que o teor de ar incorporado diminui com o aumento da relação água/materiais secos para todas argamassas avaliadas (Figura 3). E, comparando-se os teores de ar incorporado, as argamassas contendo os agregados mais finos (A0,6 e A1,2) apresentam valores levemente superiores à de referência, com exceção da argamassa A1,2 com relação água/ materiais secos de15%.

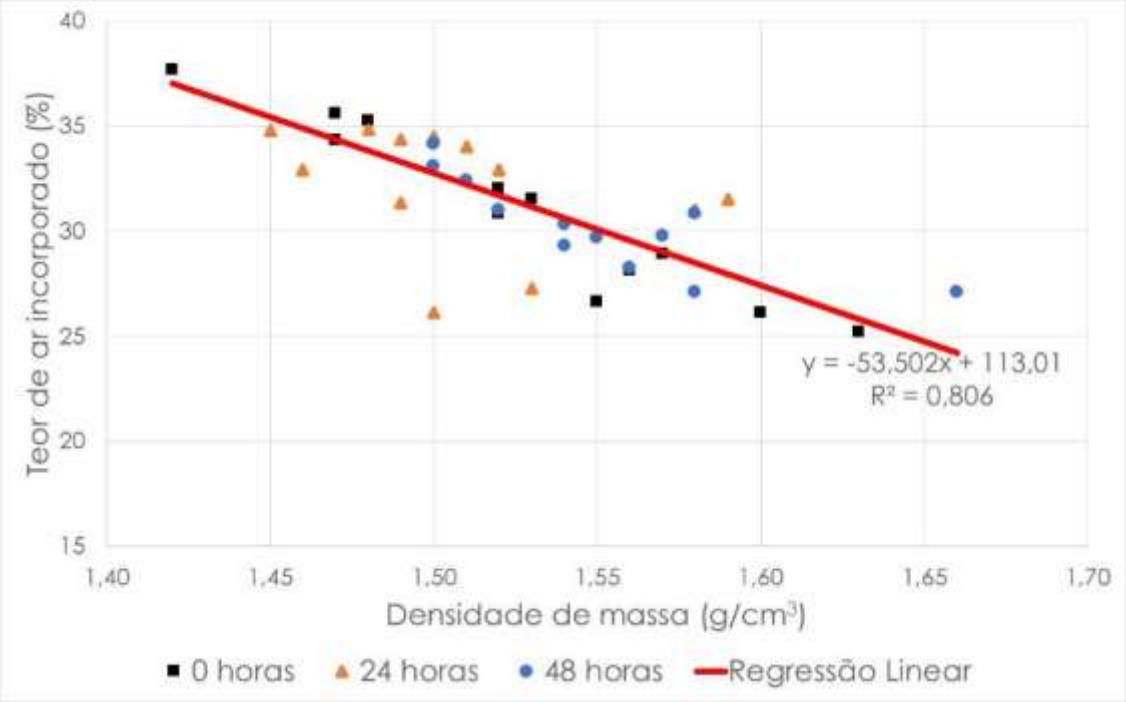
Figura 3 – Teor de ar incorporado em relação à água/ materiais secos



Fonte: Os autores

A Figura 4 mostra uma boa correlação entre os valores de densidade de massa e o teor de ar incorporado, cuja regressão foi realizada com todos os valores obtidos no estudo.

Figura 4 – Correlação entre a densidade de massa e o teor de ar incorporado



Fonte: Os autores

4 CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos, verificou-se que o aumento da relação água/materiais secos resulta no aumento do índice de consistência, independentemente da granulometria do agregado miúdo. No entanto, esta consistência reduz ao longo do tempo para todas as argamassas. Em relação à granulometria do agregado, quanto mais fino o agregado, maior a consistência.

O teor de ar incorporado diminui com o aumento da relação água/materiais secos e, comparando-se os teores, observa-se um aumento do mesmo nas argamassas com agregados mais finas (A0,6 e A1,2), com exceção da argamassa A1,2 com relação água/materiais secos de15%. Em relação ao tempo de utilização, verificou-se que a homogeneização das argamassas resulta em valores do teor de ar incorporado semelhante ou superior àqueles obtidos para 0 hora, demonstrando que não houve perda de eficiência do aditivo incorporador de ar.

Desse modo, esta pesquisa demonstra a importância do estudo da composição granulométrica na dosagem e controle de qualidade das argamassas estabilizadas, uma vez que agregados mais finos necessitariam de uma quantidade maior de água para uma mesma trabalhabilidade e essa maior quantidade de água reduziria o teor de ar incorporado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC), ao qual concedeu a bolsa de Iniciação Científica e ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) pela infraestrutura.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR NM 46**: Agregados: Determinação do material fino que passa através da peneira 75 µm por lavagem. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR NM 52**: Agregados: Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR NM 248**: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 13276**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13278**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005.

BAUER, B.; OLIVEIRA, V. C. Comportamentos e propriedades das argamassas estabilizadas de revestimento. In: X Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassa - SBTA. São Paulo, 2017. **Anais**... São Paulo, 2017.

CARASEK, H. Argamassas. In: ISAIAS, G. C. (Ed.) **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciências e Engenharia de Materiais**. Ipsis Gráfica e Editora, São Paulo, 2010. Cap. 28. p. 893 - 944.

CASALI, J. M.; MELO, F. D.; SERPA, V. C.; OLIVEIRA, A. L.; BETIOLI, A. M.; CALÇADA, L. M. L. Influence of cement type and water content on the fresh state properties of ready mix mortar. **Ambiente Construído**. v. 18. nº2. 2018.

FIORAVANTE, E. V. **Influência dos aditivos nas propriedades de argamassas estabilizadas**. Ponta Grossa, 2014. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Civil) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa. 2014.

MACIOSKI, G. **Avaliação do comportamento de argamassas estabilizadas para revestimento**. Curitiba, 2014. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2014.

MARCONDES, C. G. **Características e benefícios da argamassa estabilizada**. Massa Cizenta. Publicado em 9 de junho de 2009. Disponível em:<http://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/caracteristicas-e-beneficios-daargamassa-estabilizada/>. Acesso em 5 de janeiro de 2018

PANARESE, W. C, KOSMATKA, S. H., RANDALL, F. A. **Concrete Masonry Handbook for architects, Engineers, Builders**. Portland Cement Association, 5ª ed. Estados Unidos da América, 1991. 219p.