



XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

UTILIZAÇÃO DE FIBRA DE POLIPROPILENO EM ARGAMASSAS PRODUZIDAS COM AGREGADOS RECICLADOS DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL¹

DEBASTIANI, Cristian (1); ZANATTA, Elton (2); LOVATO, Patrícia S. (3)

(1) UPF, e-mail: cristian_debastiani@hotmail.com; (2) UPF, e-mail: zanatta943@gmail.com; (3) UPF, e-mail: patricialovato@upf.br

RESUMO

Com o crescimento da construção civil e aumento na geração de resíduos, buscam-se medidas para aproveitamento dos resíduos gerados. Uma aplicação é em argamassas, porém, devido ao elevado teor de finos do resíduo da construção civil (RCC) e sua alta absorção de água, há maior risco de fissuras por retração. O objetivo do trabalho é avaliar a influência da utilização de fibra de polipropileno em argamassas com agregados reciclados de RCC. Foram confeccionadas cinco misturas de argamassa com diferentes teores de agregado reciclado misto, com e sem adição de fibra, e a argamassa de referência. A retração das argamassas foi monitorada até 28 dias de idade das argamassas. Após 28 dias, avaliou-se a resistência à compressão e à tração na flexão. A utilização de agregado reciclado resultou em resistências inferiores à argamassa de referência, porém, com a utilização da fibra, os valores de resistência foram iguais ou superiores à argamassa de referência. Quanto à retração, as argamassas com agregado reciclado apresentaram valores superiores que a argamassa de referência. As argamassas com fibra apresentaram maior retração que as sem fibra, o que pode estar relacionado à maior quantidade de água demandada, ao procedimento de mistura ou à quantidade de fibra utilizada.

Palavras-chave: Argamassa. Resíduo da construção civil. Agregado reciclado. Fibra de polipropileno.

ABSTRACT

With the growth of the civil construction and increase in waste generation, measures are searched to reduce waste. One application is in mortars, however, due to the high fines content of civil construction waste and its high water absorption, there is an elevated risk of shrinkage cracks. The purpose of this work is to evaluate the influence of using polypropylene fiber in mortars with recycled aggregates of CCW. Five mixtures of mortar were made with different contents of mixed recycled aggregate, with and without fiber, and the reference mortar. The shrinkage was monitored until the 28° days of mortars. After 28 days, it was valued the compressive and the flexural strength. The use of recycled aggregate gave lower strength than the reference mortar, however, with the use of fiber, the results were equal or higher than the reference mortar. In terms of shrinkage, mortars with recycled aggregate showed higher values than the reference mortar. The mortars with fiber showed higher shrinkage than that without fiber, which can be related to higher water content required, to mixture procedure or with the fiber content used.

¹.DEBASTIANI, Cristian; ZANATTA, Elton; LOVATO, Patrícia S. Utilização de fibra de polipropileno em argamassas produzidas com agregados reciclados de resíduos da construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. *Anais...* Porto Alegre: ANTAC, 2016.

Keywords: Mortar. Civil Construction Waste. Recycled aggregate. Polypropylene fiber.

1 INTRODUÇÃO

Com o forte avanço da construção civil, tem-se um elevado consumo de recursos naturais e uma alta quantidade de resíduos gerados. Cerca de 50 a 70% do volume de resíduos sólidos urbanos produzidos é proveniente da construção civil, onde grande parte é descartada de forma inadequada no meio ambiente (FARIAS et al., 2005). Ulsen et al. (2013) apontam que são geradas por ano no Brasil mais de 70 milhões de toneladas de resíduos da construção civil (RCC).

A necessidade de uma melhor destinação dos RCC vem impulsionando a busca por alternativas de aproveitamento destes resíduos. Uma possibilidade é a utilização dos RCC como agregados em concretos e argamassas. O uso de argamassa com agregados reciclados de RCC vem sendo estudado por muitos pesquisadores (MIRANDA, 2000; LIMA, 2005; OLIVEIRA; CABRAL, 2011; CUENCA-MOYANO et al.; 2014).

Silva et al. (2016) apresentam revisão de literatura de publicações sobre o tema, relatando que quanto à resistência à compressão, diferente do que geralmente ocorre em concretos, o aumento no percentual de agregado reciclado pode resultar em argamassas de revestimento com maior resistência ou similar que a argamassa com agregado natural. Os autores relatam que o mesmo comportamento pode ser observado na resistência à tração na flexão de argamassas de revestimento, enquanto que para argamassas de assentamento a resistência diminui ou se mantém com o aumento do percentual de agregados reciclados.

Entretanto, os RCC são compostos por materiais porosos, apresentando taxas de absorção muito altas(LIMA, 1999). Além disso, a absorção de água dos agregados reciclados também é influenciada pelo elevado teor de finos menores que 75 µm, que afeta as propriedades das argamassas no estado fresco e endurecido (MIRANDA, 2005).

Dessa forma, para a utilização de agregados reciclados em argamassas é necessário ter certo cuidado, pois devido ao elevado teor de finos as argamassas podem apresentar fissuras ocasionadas por retração. Outro aspecto que contribui para o aumento da retração é o menor módulo de elasticidade dos agregados reciclados. Silva et al. (2016) relatam que há um consenso que, à medida que aumenta-se o percentual de agregado reciclado na argamassa, a retração também aumenta. Uma alternativa para reduzir a retração da argamassa com RCC pode ser a adição de fibras durante sua confecção.

Em argamassas com agregados naturais, estudos apontam melhoria na tenacidade das argamassas e aumento da absorção de deformações nos revestimentos argamassados (MONTE et al., 2012; CORTEZ, 1999). Em argamassas com agregados reciclados, Mesbah e Buyle-Bodin (1999) realizaram estudo utilizando fibras metálicas e fibra de polipropileno. Quando empregadas fibras metálicas, os autores encontraram redução de 15% na

retração, enquanto que com a fibra de polipropileno, observou-se baixos percentuais de redução.

A fibra de polipropileno é resistente ao meio alcalino e apresenta custo relativamente baixo. Tendo em vista a necessidade de viabilizar maior utilização de agregados reciclados em argamassas, mais estudos devem ser conduzidos a respeito da utilização de fibras de polipropileno concomitante com o uso de agregado reciclado.

Assim, este trabalho tem como objetivo avaliar a influência da utilização da fibra de polipropileno em argamassas com agregados reciclados mistos de resíduos da construção civil (RCC).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente definiram-se as variáveis analisadas: percentuais de substituição do agregado natural pelo reciclado (0%, 50% e 100%) e quantidade de fibra de polipropileno (850g/m^3). Dessa forma, estabeleceu-se que seriam realizadas cinco misturas, conforme apresentado no Quadro 1.

A quantidade de fibra empregada foi definida em função de estudos realizados (CENTOFANTE; DAGOSTINI, 2014; PERONDI, 2015; CORTEZ, 1999), que apontam que teores entre 500 e 1500 g/m^3 de argamassa e o equivalente a 0,5% da massa de cimento beneficiam positivamente na redução da retração. Dessa forma, adotou-se o teor de 0,5% sobre a massa de cimento, que corresponde a 850 g/m^3 .

Quadro 1 – Misturas realizadas

Mistura nº	Identificação	% agregado reciclado (AR)	Fibra (g/m^3)
1	Referência	0	0
2	50% AR Sem fibra	50	0
3	50% AR Com fibra	50	850
4	100% AR Sem fibra	100	0
5	100% AR Com fibra	100	850

Fonte: Os autores

2.1 Materiais utilizados

As argamassas foram confeccionadas com os seguintes materiais: cimento Portland CP II-F-32, cal hidratada CH-III, areia natural de rio, agregado reciclado de RCC, fibra de polipropileno e água.

O agregado reciclado foi obtido a partir da britagem de resíduos da construção civil coletados em uma empresa de reciclagem de resíduos de construção e demolição, localizada em Erechim/RS. O material foi britado na própria empresa, em britador de mandíbula, sendo posteriormente peneirado para separação da fração graúda da miúda. O material empregado nesta pesquisa é o passante na peneira de malha 4,75 mm.

A composição do RCC que originou o agregado reciclado encontra-se na Tabela 1. Na Tabela 2 está apresentada a caracterização dos agregados utilizados.

Tabela 1 - Constituintes percentuais do RCC empregado

Material	%
Argamassa	46,0
Cerâmica vermelha	36,7
Concreto	16,5
Finos (descartados)	0,8
Total	100,0

Fonte: Os autores

Tabela 2 - Caracterização dos agregados utilizados

Ensaio	Norma	Agregado natural	Agregado reciclado
Dimensão máxima característica (mm)	NBR NM 248 (ABNT, 2003b)	4,75	4,75
Módulo de finura	NBR NM 248 (ABNT, 2003b)	2,49	2,87
Teor de finos (%)	NBR NM 46 (ABNT, 2003a)	-	9,6
Massa específica (kg/m ³)	NBR NM 52 (ABNT, 2009)	2710	2460
Massa unitária (kg/m ³)	NBR NM 45 (ABNT, 2006)	1640	1280
Absorção de água (%)	NBR NM 30 (ABNT, 2001)	-	10,1

Fonte: Os autores

A fibra de polipropileno utilizada possui comprimento de 12 mm, diâmetro de 18 µm, massa específica de 0,91 kg/dm³ e área superficial específica de 244 m²/kg.

2.2 Preparação das argamassas

O traço empregado para a produção das argamassas foi 1:1:6, em volume de cimento, cal e areia. O traço foi convertido para massa, utilizando as massas unitárias dos materiais. Na mistura com 50% de agregado reciclado, primeiramente o traço em volume foi fracionado em 1:1:3:3, para depois ser efetuada a conversão para massa, considerando a massa unitária de cada material.

Devido a alta taxa de água absorvida pelo agregado reciclado, realizou-se a pré-molhagem deste, 15 minutos antes do início da mistura, utilizando quantidade de água equivalente a 80% da absorção total do agregado. Este procedimento é recomendado por pesquisadores em estudos de concretos com agregados reciclados (OLIVEIRA; VAZQUEZ, 1996; LEITE, 2001) e recentemente foi avaliado em argamassas com agregados reciclados

(CUENCA-MOYANO et al., 2014; LOVATO; MENEGATTI, 2015), constatando-se que a pré-molhagem melhora as propriedades da argamassa, uma vez que evita que a água da mistura seja absorvida pelos agregados reciclados.

As argamassas foram preparadas em argamassadeira de bancada, com capacidade para 5 litros. A sequência de mistura, tanto da argamassa intermediária quanto da argamassa final, seguiu o procedimento proposto por Silva (2006). A argamassa intermediária era mantida coberta, em sala climatizada, por 24 horas.

A quantidade de água adicionada nas misturas foi definida de modo a se obter o índice de consistência fixado em $(260\pm20)\text{mm}$, o qual foi determinado conforme o procedimento descrito na NBR 13276 (ABNT, 2005a).

Após o preparo da argamassa foram moldados, para cada mistura, seis corpos-de-prova com dimensões $(4\times4\times16)\text{ cm}$ e três corpos-de-prova com dimensões $(2,5\times2,5\times28,5)\text{cm}$. A cura dos mesmos foi realizada em sala climatizada com temperatura de $(23\pm2)^\circ\text{C}$ e umidade de $(60\pm5)\%$.

2.3 Ensaios realizados

Para avaliar a influência causada na argamassa pelo agregado reciclada e pela fibra de polipropileno, foram avaliadas as seguintes propriedades, aos 28 dias: densidade de massa, conforme procedimento da NBR 13280 (ABNT, 2005c), e resistência à compressão e resistência à tração na flexão, segundo a NBR 13279 (ABNT, 2005b). Também foi avaliada a retração linear, aos 3, 7, 14, 21 e 28 dias de idade das argamassas, de acordo com o recomendado na NBR 15261 (ABNT, 2005d).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos nos ensaios experimentais foram analisados, considerando suas médias. Para a resistência à tração na flexão e resistência à compressão, calcularam-se as médias e os desvios, descartando, quando necessário, valores que extrapolaram o valor máximo de desvio estabelecido na NBR 13279 (ABNT, 2005b). Na Tabela 3 apresenta-se um resumo dos resultados médios das propriedades no estado fresco e no endurecido, exceto os resultados de retração.

Pode-se observar que, para manter o índice de consistência, a relação água/cimento aumentou com a utilização do agregado reciclado e da fibra de polipropileno. Nota-se também que a densidade das misturas com agregado reciclado é menor que o traço de referência, o que pode ser justificado pela menor massa específica do agregado reciclado, em comparação com a areia natural.

Tabela 3 – Resumo dos resultados obtidos

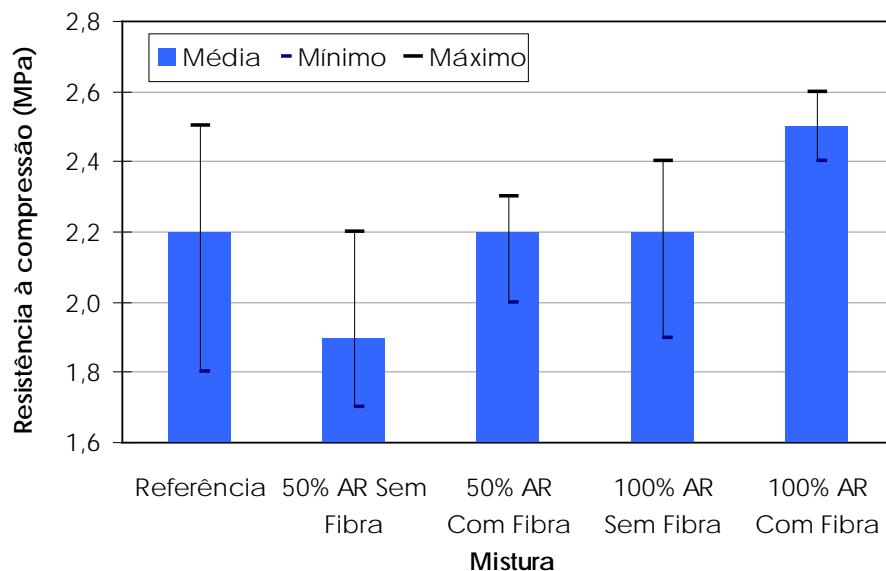
Mistura nº	% AR	Fibra (g/m³)	a/c	Consumo de cimento (kg/m³)	d (kg/m³)	ρ (kg/m³)	Resistência à tração		Resistência à compressão	
							Média (MPa)	s_d (MPa)	Média (MPa)	s_d (MPa)
1	0	0	1,75	161	2090	1900	0,56	0,02	2,2	0,2
2	50	0	1,83	174	2090	1864	0,46	0,05	1,9	0,2
3	50	850	1,90	167	2018	1853	0,56	0,04	2,2	0,1
4	100	0	1,85	174	1908	1762	0,41	0,03	2,2	0,1
5	100	850	1,88	175	1921	1888	0,46	0,09	2,5	0,1

*a/c=relação água cimento; o cálculo da relação a/c não incluiu a água da pré-umidificação; d=densidade de massa no estado fresco; ρ =densidade de massa no estado endurecido; s_d = desvio padrão.

Fonte: Os autores

Na Figura 1 apresentam-se os valores médios de resistência à compressão obtidos para as argamassas analisadas. Os resultados obtidos foram muito próximos, como ainda não foi realizada análise estatística dos dados, não se pode afirmar se as diferenças foram significativas. Cabe ressaltar que as maiores relações a/c apresentadas pelas argamassas com agregados reciclados podem ter promovido redução na resistência à compressão destas argamassas.

Figura 1 – Resistência à compressão



Fonte: Os autores

Observa-se que quanto maior o percentual de agregado reciclado na mistura, maior foi a resistência à compressão. Isso pode estar relacionado à maior presença de finos no agregado reciclado, promovendo um efeito filer. Além disso, é possível que houvesse grãos de cimento ainda não hidratados no agregado reciclado. Lima (2005) também observou um leve aumento na resistência quando o percentual de agregado reciclado aumentou de 50

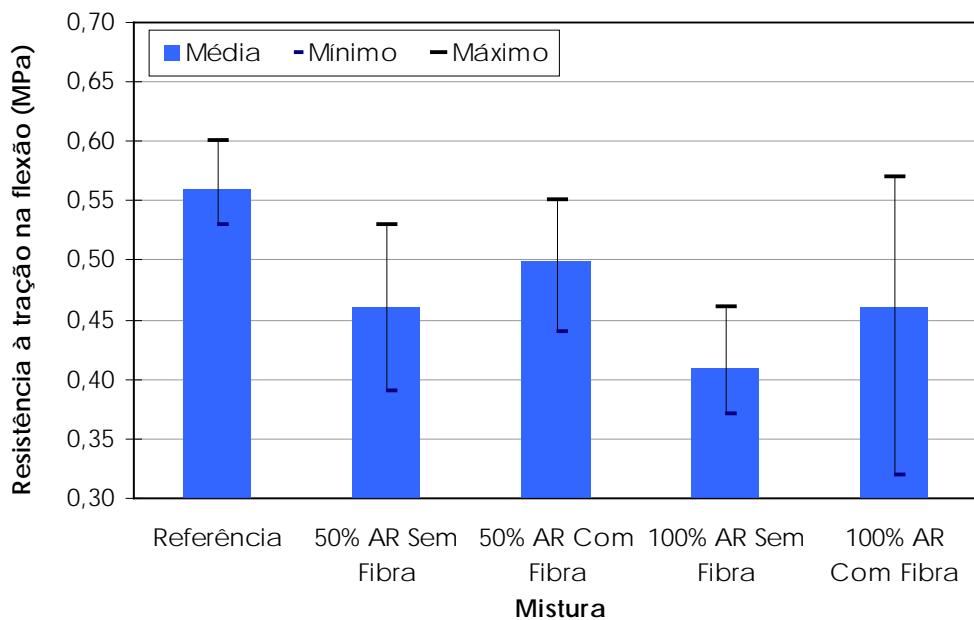
para 100%. O autor atribui isso ao fato de o agregado reciclado reter mais água, havendo maior hidratação do cimento.

As argamassas contendo fibra de polipropileno em sua composição apresentaram resistência à compressão superior a mistura correspondente sem fibra. Nesta pesquisa, a resistência à compressão foi 16% superior para a argamassa "50% AR com fibra", e 14% maior para a argamassa "100% AR com fibra", comparado com as misturas equivalentes sem fibra (2 e 4). Cortez (1999) também observou pequeno aumento na resistência à compressão quando empregada fibra de polipropileno.

Os valores médios de resistência à tração na flexão das argamassas estão apresentados na Figura 2. Verifica-se comportamento diferente na resistência à compressão quando aumenta-se o percentual de agregado reciclado na mistura, ou seja, a mistura com 50% de agregado reciclado apresentou resultado superior a argamassa com 100% de AR. Entretanto, assim como na resistência à compressão, os resultados foram muito próximos, necessitando de análise estatística para verificar se a influência foi significativa.

Observou-se aumento na resistência à tração das misturas com fibra de polipropileno, sendo aproximadamente 22% maior para a mistura com 50% de AR, e 12% quando 100% de AR foi utilizado na argamassa, comparado com as misturas equivalentes sem fibra, misturas 2 e 4, respectivamente.

Figura 2 – Resistência à tração na flexão

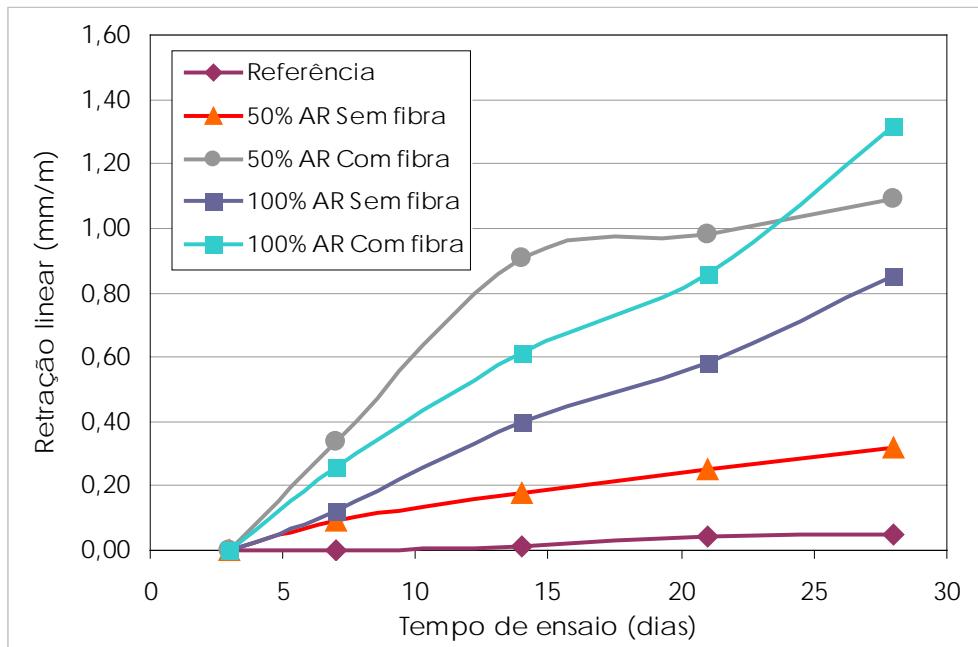


Fonte: Os autores

A Figura 3 mostra os resultados obtidos para a retração linear das argamassas analisadas, ao longo do tempo de avaliação. Em função do método de ensaio empregado, a primeira leitura foi realizada aos 3 dias, quando os corpos-de-prova foram desmoldados. Portanto, as retracções iniciais não puderam ser observadas.

Verifica-se que as argamassas com agregado reciclado apresentaram retração superior a argamassa de referência. Este comportamento já era previsto, em função da elevada absorção dos agregados reciclados e teor de finos apresentados, conforme mostrado na Tabela 2. Segundo Miranda e Selmo (2003), a elevada retração das argamassas com agregados reciclados é explicada em razão do maior teor de finos, que causa a diminuição do tamanho dos poros e, consequentemente, maiores desequilíbrios entre as tensões capilares internas e o ambiente.

Figura 3 – Retração linear



Fonte: Os autores

A inserção da fibra não promoveu redução da retração, diferente do que ocorre em argamassas com agregado natural. Este comportamento pode estar relacionado à maior quantidade de água empregada nas misturas com fibras para manter a consistência estabelecida.

Outro aspecto que pode ser considerado, é a forma de preparo da argamassa. O procedimento empregado (SILVA, 2006), preconiza primeiramente a mistura da areia com a fibra secos, adicionando-se 5% da água total e misturando por 3 minutos. Como foi realizada a pré-molhagem do agregado reciclado antes da mistura com a fibra, ela pode não ter se misturado adequadamente com o agregado, formando-se aglomerados. Dessa forma, a fibra não promoveu o efeito esperado e, em função da maior quantidade de água empregada, ainda aumentou a retração.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos, verificou-se aumento na relação água/cimento das argamassas produzidas com agregados reciclados, e consequente redução das propriedades mecânicas avaliadas. Entretanto,

quanto maior o percentual de agregado reciclado na mistura, maior foi a resistência à compressão, tanto nas misturas sem fibra, como na mistura com fibra. Isto pode estar relacionado com o teor de finos do agregado reciclado e à presença de partículas de cimento anidras.

A utilização da fibra de polipropileno não apresentou resultados satisfatórios quanto à retração em argamassas com agregados reciclados. Independente do percentual de agregado reciclado, a retração foi maior nas misturas com fibras. Este fato pode ter relação com a maior relação a/c das misturas com fibra ou com a forma de preparo, uma vez que a fibra pode não ter se misturado adequadamente ao agregado reciclado úmido.

É importante ressaltar que foi avaliado apenas um percentual de fibras nesta pesquisa. Como a fibra é leve, é possível que a quantidade empregada seja excessiva, resultando num volume muito grande ocupado por ela. Assim, pode ter ocorrido falta de pasta de cimento para promover uma adequada aderência fibra-matriz. Dessa forma, sugere-se a avaliação de menores quantidades de fibra e a avaliação de outro processo de mistura.

REFERÊNCIAS

ABNT 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, 2005a.

_____. **NBR 13279**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005b.

_____. **NBR 13280**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade da massa no estado endurecido. Rio de Janeiro, 2005c.

_____. **NBR 15261**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da variação dimensional (retração ou expansão linear). Rio de Janeiro, 2005d.

_____. **NBR NM 30**: Agregado miúdo – Determinação da absorção de água. Rio de Janeiro, 2001.

_____. **NBR NM 45**: Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **NBR NM 46**: Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 µm, por lavagem. Rio de Janeiro, 2003a.

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

_____. **NBR NM 248**: Agregados – Determinação da Composição Granulométrica. Rio de Janeiro, 2003b.

ENTAC2016 - São Paulo, Brasil, 21, 22 e 23 de setembro de 2016

CENTOFANTE, G.; DAGOSTINI, C. M. Análise das propriedades de argamassas de revestimento com adição de fibras de polipropileno. **Unoesc & Ciência ACET**, Edição Especial. Joaçaba, p. 7-16, 2014.

CORINALDESI, V.; MORICONI, G. Behavior of cementitious mortars containing different kinds of recycled aggregate. **Construction and Building Materials**, v. 23, n. 1, p. 289-294, jan. 2009.

CORTEZ, I. M. M. **Contribuição para o estudo dos sistemas de revestimento à base de argamassa com incorporação de fibras sintéticas**. 1999. 219p. Dissertação (Mestrado em Estruturas). Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil. Universidade de Brasília, Brasília.

CUENCA-MOYANO, G. M.; MARTÍN-MORALES, M.; VALVERDE-PALACIOS, I.; VALVERDE-ESPINOSA, I.; ZAMORANO, M. Influence of pre-soaked recycled fine aggregate on the properties of masonry mortar. **Construction and Building Materials**, v. 70, p. 71-79, nov. 2014.

FARIAS, R. S.; LIMA, F. B.; VIEIRA, G. L.; BARBOZA, A. S. R.; GOMES, P.C.C. Análise de propriedades de resistência à compressão e módulo de elasticidade em prismas de blocos de concreto produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 47., 2005, Olinda. **Anais...** Olinda: IBRACON, 2005.

LEITE, M. B., **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. 2001. 290p. Tese (Doutorado em Engenharia). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

LIMA, F. S. N. S. **Aproveitamento de resíduos de construção na fabricação de argamassas**. 2005. 93p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

LIMA, J. A. R. **Proposição de diretrizes para produção e normalização de resíduo de construção reciclado e de suas aplicações em argamassas e concretos**. 1999. 240p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos.

LOVATO; P. S.; MENEGATTI, R. Influência da pré-umidificação do agregado reciclado de resíduos da construção civil nas propriedades de argamassas de revestimento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 11., 2015, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2015.

MESBAH, H. A.; BUYLE-BODIN, F. Efficiency of polypropylene and metallic fibers on control of shrinkage and cracking of recycled aggregate mortars. **Construction and Building Materials**, v. 13, n. 8, p. 439-447, dec. 1999.

MIRANDA, L. F. R. **Estudo de fatores que influem na fissuração de revestimentos de argamassa com entulho reciclado**. 2000. 172p. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Universidade de São Paulo, São Paulo.

MIRANDA, L. F. R. **Contribuição ao desenvolvimento da produção e controle de**

argamassas de revestimento com areia reciclada lavada de resíduos Classe A da construção civil. 2005. 439p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Escola Politécnica. Departamento de Engenharia e Construção Civil e Urbana. Universidade de São Paulo, São Paulo.

MONTE, R.; BARROS, M. M. B.; FIGUEIREDO, A. D. **Avaliação da influência de fibras de polipropileno na resistência de aderência de revestimentos de argamassa.** In: CONGRESSO PORTUGUÊS DE ARGAMASSAS E ETICS, 4., 2012, Coimbra. **Anais...** Coimbra, 2012.

OLIVEIRA, M. E. D; CABRAL, A. E. B. Argamassas de revestimento produzidas com agregados reciclados de Fortaleza/CE, Brasil. **Engenharia Civil UM** (Braga) v. 41, p.21-34, 2011.

OLIVEIRA, M. B.; VAZQUEZ, E. The influence of retained moisture in aggregates from recycling on the properties of new hardened concrete. **Waste Management**, v. 16, n. 1-3, p. 113-117, 1996.

PERONDI, L. Z. **Avaliação de propriedades de argamassas de revestimento com adição de fibra de polipropileno.** 2015. 58p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

SILVA, R. P. **Argamassas com adição de fibras de polipropileno: estudo do comportamento reológico e mecânico.** 2006. 176p. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo.

SILVA, R. V.; BRITO, J.; DHIR, R. K. Performance of cementitious renderings and masonry mortars containing recycled aggregates from construction and demolition wastes. **Construction and Building Materials**, v. 105, p. 400-415, feb. 2016.

ULSEN, C.; KAHN, H.; HAWLITSCHKE, G.; MASINI, E. A.; ANGULO, S. C. Separability studies of construction and demolition waste recycled sand. **Waste Management**, v. 33, n. 3, p. 656-662, mar. 2013.